

Tuz Stresi ve Geri Kazanım Sürecinde Biberin (*Capsicum annuum* L.) Bitki Gelişimi ve İyon Alımındaki Değişimler

Hacı Yusuf KADAN¹, Özlem ÜZAL^{2*}

ÖZET: Çalışmada; tuz stresi altında (geçici stres dönemi) ve geri kazanım sürecinde (geçici stres sonrası süreç) çarliston ve acı çiçek biber bitkisindeki metabolik olayların nasıl etkilendiğini açıklığa kavuşturmak ve hangi uyum mekanizmaları geliştirdiğini anlamak amaçlanmıştır. Pomza ortamında çimlendirilen 2 gerçek yapraklı fideler, su kültürüne alınmış, 4-5 yapraklı dönemde fidelere tuz uygulamalarına başlanmıştır. Tuz uygulanmadan önce (0. gün) bitki örnekleri alınarak, tuz uygulanacak fidelere için besin çözeltilisine 50 mM NaCl eklenmiştir. Tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde örnek alma işlemi yapılmıştır. Daha sonra tuz uygulaması kesilip, bitkiler tuz eklenmeden Hogland besin çözeltilisinde yetiştirilmeye devam edilerek bitkiler geri kazanım dönemine (geçici tuz stresi sonrası tuz uygulanmayan süreç) alınmıştır. Bu süreçte ise örnek alma işlemi 10. ve 20. günde olmak üzere iki kez yapılmıştır. Bitkilerin, temel bazı büyüme parametreleri yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, kök ağırlığı, gövde ağırlığı, bitki boyu, ilk çiçeklenme ile yaprak kısımlarında, Na, K, Ca, Cl içerikleri belirlenmiştir. Yapılan fiziksel ölçüm ve analizler sonucunda, her iki biber çeşidinde de tuz stresinin bitki gelişim parametreleri üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür. Çarliston biber çeşidinin bitki gelişimlerini geri kazanım sürecinin 20. gününde stres metabolizmasından kurtulup normal gelişim metabolizmasına geçebilmiştir. Acı çiçek biber çeşidi ise metabolik aktiviteyi kontrol altında tutabilmek için bitki büyümesini sınırlandırarak bitkiyi kontrol edebilecek seviyede tutmuştur. Tuzluluğun bitkilerin erken çiçeklenmesi üzerine etkisine bakıldığında, yapılan gözlemlerde çarliston biber çeşidinde ilk çiçeklenmenin tuz uygulamasının 23. gününde olduğu görülmüştür. Yapılan biyokimyasal analizler sonucunda da bitkiler üzerindeki tuz stresinin olumsuz etkisinin geri kazanım sürecinin 20. gününde azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biber, *Capsicum annuum* L., Geri kazanım, Tuz stresi

Changes in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Plant Growth and Ion Uptake in Salt Stress and Recovery Process

ABSTRACT: In this study, it is aimed to clarify how the metabolic events in the plant and pepper plant are affected under salt stress and recovery process, and which adaptation mechanisms are developed. Seedlings germinated in pumice environment and 2 true leaf seedlings were taken into water culture, and salt applications were started to be applied to seedlings in the period of 4-5 leaves. Before salt application (0. day) plant samples were taken, 50 mM NaCl was added to nutrient solution for seedlings to be applied salt. Sampling was performed on the 10th and 20th days of the salt application period and recovery period. Some basic growth parameters of plants are number of leaves, leaf weight, root weight, root length, stem weight, plant height, first flowering, in leaf Na, K, Ca, Cl contents were performed. As a result of the measurements and analyzes, it was observed that salt stress had a negative effect on plant growth parameters in both pepper cultivars. Carliston pepper cultivar was able to recover the plant growth on the 20th day of the recovery process (post-stress process), while the hot pepper cultivar was able to control the plant growth by limiting the plant growth in order to control the metabolic activity. When the effect of salinity on the early flowering of plants was observed, it was observed that the first flowering of the charliston pepper cultivar was on the 23rd day of salt application. As a result of the biochemical analysis, it was determined that the negative effect of salt stress on the plants decreased on the 20th day of the recovery process.

Key words: *Capsicum annuum* L., Pepper, Recovery, Salt stress

¹Hacı Yusuf KADAN (Orcid ID: 0000-0003-1701-6378), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van Türkiye

²Özlem ÜZAL (Orcid ID: 0000-0002-1538-820X), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Özlem ÜZAL, e-mail: ozlemuzal@yyu.edu.tr

* Bu çalışma Hacı Yusuf KADAN'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Geliş tarihi / Received: 16-03-2020

Kabul tarihi / Accepted: 12-05-2020

GİRİŞ

Bitkilerde birçok metabolik olayı olumsuz etkileyen, bilhassa kültür bitkilerinde ürün kalitesi ve verimi düşüren abiyotik faktörlerden biri olan tuz stresi, açıkta ve örtü altı yetiştiricilikte önemli payı olan biber bitkisini olumsuz etkilemektedir. Tuzluluk örtü altı yetiştiricilik alanlarında, açıkta yetiştiricilikten çok daha etkin olmaktadır. Topraksız sistemlerde dahi düşük kaliteli su kullanımı tuzluluk açısından sorunlara neden olmaktadır (Oztekin ve Tuzel, 2011). Tuzluluk genel olarak; bitkinin yaprak sayısı ve alanında azalma; bitkinin boyunun küçülmesi, dokular ve organların farklılaşması ve büyümesini baskılaması, kök ve gövde ağırlığının dengelenememesi sonucunda daha zayıf kök sistemi oluşmasıyla kendisini göstererek büyümede yavaşlamaya sebep olur. Aynı zamanda tuzluluk, bitki yaş ve kuru ağırlığında meydana gelen azalmalar, klorofil içeriğinde azalmalar, meyve kalitesinde düşüş ve buna bağlı olarak verimde oluşacak aksaklıklarla da etkisini göstermektedir (Yu ve ark., 2012). Bitkilerde tuz stresi büyümenin azalmasına, fotosentez hızının yavaşlamasına, reaktif oksijen türlerinin artmasına, su potansiyelinin azalmasına, iyon dengesizliğine ve stomaların kapanmasına yol açmaktadır (Bartels ve Sunkar 2005; Mahajan ve ark., 2008).

Biber (*Capsicum annuum* L.) tuza orta derecede hassas bir bitki türüdür. Biber bitkisinde verimde oluşacak azalmaların 1.0-1.5 dS/m tuzlulukta başlayacağı, EC=3.4 dS/m düzeyinde ise verimde yaklaşık %50 kadar azalmanın olduğu bildirilmektedir (Ayers, 1977). Bu olumsuz şartlardan dolayı ürün ve kalite kayıpları da ciddi boyutlara ulaşabilmektedir. Ancak bu olumsuzlukları ortadan kaldırmanın en etkin yolu da tuzluluğa toleranslı bitki tür ve çeşitlerini geliştirmek ve tuzluluğun olumsuz etkilerini giderici uygulamalar yapmaktır. Ancak toleranslı tür ve çeşitleri geliştirebilmek için önce bitkinin stres mekanizmasını çok iyi aydınlatmak gerekmektedir.

Yapılan bu çalışmada tatlı meyvelere sahip çarliston ve acı meyveleri olan acı çiçek biber çeşidinde tuz stresi altında meydana gelen zararlanmaların ve geri kazanım süresinde meydana gelen iyileşmelerin belirlenerek, farklılıkların morfolojik ve fizyolojik parametreler yardımıyla ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çarliston (*Capsicum annuum* L./tatlı) ve Acı çiçek (*Capsicum frutescens* L./acı) biber çeşitlerinin kullanıldığı çalışma, normal atmosferin sağlandığı iklim odasında ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, %70 nem, 16/8 saat aydınlık/karanlık) ve su kültüründe yürütülmüştür.

Biber tohumları, pomza ve torf doldurulmuş alt yüzeyi delinen 40x25x5 cm boyutlarındaki plastik çimlendirme kaplarına ekilmiştir. Çeşme suyu ile sulanmıştır. Çimlendirme kapları, $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilerek, tohumlar çimleninceye kadar gerektiğinde sulanmıştır. Fidelerin kotiledon yaprakları yatay duruma geldiğinde Hoagland besin çözeltisiyle (Hoagland ve Arnon, 1938) sulanmıştır. Bu ortamda 2 gerçek yaprakları oluşan biber fideleri su kültürüne alınmıştır. Fidler küçük sünger sarılarak içinde besin çözeltisi bulunan 25x25x18 cm ebatlarındaki plastik küvetler üzerindeki delikli tablalara yerleştirilmiştir. Havalandırma işlemi, akvaryum pompası yardımıyla yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde; 3 tekerrürlü ve tekerrürde 15 bitki olarak kurulmuştur.

Fidler 4-5 gerçek yaprağa sahip oluncaya kadar büyütülüp daha sonra tuz uygulamalarına başlanmıştır. Tuz uygulanmadan önce bitki örnekleri alınarak, tuz uygulanacak fidler için besin çözeltisine 50 mM tuz konsantrasyonunu sağlayacak oranda NaCl eklenmiştir. Her hafta çözeltilerin tazelenirken, tuz aynı konsantrasyonda tutularak uygulanmıştır. Örnek alma işlemi tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde yapılmış, daha sonra tuz uygulaması kesilerek, bitkiler, içinde tuz olmayan Hoagland besin çözeltisinde yetiştirilmeye devam edilmiştir. Böylece bitkiler geri kazanım sürecine alınmıştır. Tuz

uygulaması kesildikten sonraki geri kazanım sürecinde ise örnek alma işlemi 10. ve 20. günde olmak üzere iki defada yapılmıştır. Bitkilerin, temel bazı büyüme parametrelerinden yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), kök ağırlığı (g), gövde ağırlığı (g), bitki boyu (cm), ilk çiçeklenme tarihleri tespit edilmiş ve yapraktaki Na, K, Ca, Cl içerikleri incelenmiştir.

Mineral element analizleri

İyon analizleri için derin dondurucuda saklanan yaprak örneklerinden 200 mg tartılarak, yaş yakma metoduna göre; üzerine 10 ml 0.1 N HNO₃ (Nitrik asit) ilave edilerek bir hafta kapaklı plastik kutularda oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilmiş, bu sürenin sonunda örnekler çalkalayıcıda 24 saat süreyle çalkalanmıştır. Na, K, Ca içerikleri ise, Kacar (1994)'e göre Atomik Absorbsiyon cihazında okunmuştur. Cl⁻ iyonu ise gümüş iyonları ile kolorimetrik amperometrik titrasyon yoluyla analiz yapan kloridometre (Buchler–Cotlove chloridometer) kullanılarak ölçülmüştür. Bu ölçümler sonunda, yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı µg mg taze ağırlık olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark., 1997).

İstatistik analizi

Elde edilen veriler değerlendirilmesi için Statgraphics istatistik analiz paket programında varyans analizi ile istatistiksel olarak önemli bulunan deneme konuları Duncan testi (P≤0.05) ile gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Gelişimiyle İlgili Ölçümler

Kök Ağırlığı

Çarliston biber çeşidinin uygulama döneminde tuz uygulanan bitkilerin kök ağırlıklarının önemli oranda arttığı fakat geri kazanım dönemi 10. gününde kök ağırlıklarında önemli ölçüde azalışın olduğu, geri kazanım sürecinin 20. gününde ise bitkilerin kök ağırlıklarında artışların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde ise tuz uygulanan bitkilerin kök ağırlıklarının gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Aynı biber çeşidinde tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gününde kontrol ve tuz uygulaması yapılan bitkilerin kök ağırlıkları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Uygulama dönemi 20. Gününde kontrol bitkilerinde 20.99 g olan kök ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde 13.82 g olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 20. gününde istatistiksel farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Geri kazanım döneminin 20. gününde kontrol bitkilerinde kök ağırlığı 23.68 g iken tuz uygulanan bitkilerde kök ağırlığı 19.35 g seviyesine düşmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde belirlenen kök ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLISTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	1.33±0.12 E	1.33±0.12 D	-	1.04±0.29 E	1.04±0.29 E	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	6.23±1.85 D a	3.99±0.3 C a	0.1065	4.92±0.52 D a	2.23±0.03 D b	0.0009
	20. GÜN	9.20±0.15 C a	10.85±2.6 B a	0.3414	20.99±1.22 C a	13.82±0.11 C b	0.0005
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	13.23±0.55 B a	6.18±0.73 C a	0.0002	27.97±0.85 A a	17.44±1.37 B a	0.0003
	20. GÜN	24.66±0.95 A a	19.5±0.36 A b	0.0009	23.68±1.84 B a	19.35±0.29 A b	0.0158
P DEĞERİ		0.000	0.000	-	0.000	0.000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark P≤0.05'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark P≤0.05'e göre önemsizdir.

Gövde Ağırlığı

Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde geri kazanım dönemi 10. ve 20. gününde bitkilerin gövde ağırlıklarında artışların olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde tuz uygulanan bitkilerin gövde ağırlıklarının gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde

önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Her iki biber çeşidi için uygulamalar karşılaştırıldığında, gerek tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde ve de gerekse geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin gövde ağırlıklarında farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde belirlenen gövde ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	0.767±0.002 E	0.767±0.0 E	-	0.39±0.09 D	0.39±0.0 D	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	2.75±0.75 D a	2.31±0.23 D a	0.3869	1.02±0.19 D a	0.89±0.1 D a	0.3841
	20. GÜN	7.04±0.15 C a	5.17±0.24 C b	0.0003	4.27±0.03 C a	4.27±0.0 C a	0.8416
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	18.95±0.45 B a	13.35±1.31 B b	0.0021	9.58±0.19 B a	7.77±0.3 B b	0.0013
	20. GÜN	25.55±1.35 A a	25.85±1.22 A a	0.7916	14.53±0.81 A a	9.36±1,5 A b	0.0070
P DEĞERİ		0.0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Yaprak Ağırlığı

Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde geri kazanım dönemi 10. ve 20. gününde yaprak ağırlıklarında önemli ölçüde artışın olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinde tuz uygulanan bitkilerin yaprak ağırlıklarının gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde önemli ölçüde arttığı dikkati çekmektedir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinde tuz uygulamasının 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yaprak ağırlıklarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur fakat tuz uygulamasının 20. gününde bitkilerin yaprak ağırlıklarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde 24.28 g olan yaprak ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde 18.67 g olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidinin geri kazanım süreci 10. ve 20. gününde yaprak ağırlıklarında önemli değişimin olduğu belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gününde kontrol ve tuz uygulaması yaprak ağırlıkları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde 23.62 g olan yaprak ağırlığı, tuz uygulanan bitkilerde 17.35 g olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde yaprak ağırlığı bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Her iki biber çeşidinin yaprak ağırlıklarının özellikle geri kazanımın 20. Gününde dikkat çekici bir şekilde arttığı görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde belirlenen yaprak ağırlıkları (g)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	4.09±0.02 E	4.09±0.02 E	-	3.18±0.07 D	3.18±0.07 C	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	15.37±3.76 D a	9.80±0.96 D a	0.0679	6.62±0.01 C a	4.71±0.08 C b	0.0000
	20. GÜN	24.28±1.93 C a	18.67±1.4 C b	0.0159	23.62±1.62 B a	17.35±0.54 B b	0.0031
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	48.78±0.44 B a	26.52±0.7 B b	0.0000	41.98±1.42 A a	17.36±1.7 B b	0.0000
	20. GÜN	59.77±0.89 A a	42.94±4.9 A b	0.0044	40.94±2.61 A a	23.95±1.5 A b	0.0006
P DEĞERİ		0.0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Yaprak Sayısı

Her iki biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde gerek tuz uygulama döneminde ve gerekse geri kazanım döneminde bitkilerin yaprak sayısının arttığı belirlenmiştir. Bu artışın özellikle geri kazanım döneminin ikinci periyodunda anlamlı olduğu dikkati çekmektedir (Çizelge 4).

Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidinde tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yaprak sayısındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Aynı biber çeşidi geri kazanım sürecinin 10. gününde yaprak sayısı

bakımından istatistiki olarak farklılıklar önemli bulunmuştur fakat 20. gününde ise yaprak sayısında istatistiksel farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 10. ve 20. gününde kontrol ve tuz uygulaması yaprak sayıları bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. gününde yaprak sayısı bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu görülürken, geri kazanımın 20. gününde ise farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde belirlenen yaprak sayıları (adet)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	7.67±0.58 E	7.67±0.58 D	-	8.67±0.58 E	8.67±0.58 D	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	11.33±0.58 D a	10.67±1.1 D a	0.4216	13.33±0.58 D a	10.67±1.5 D b	0.0474
	20. GÜN	17.33±0.58 C a	17.33±0.5 C a	1.0000	23.33±2.52 C a	25.0±1.0 C a	0.3465
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	33.33±1.53 B a	28.0±2.0 B b	0.0214	44.0±3.61 B a	31.0±4.0 B b	0.0139
	20. GÜN	53.0±3.0 A a	45.67±5.13 A a	0.0994	63.0±3.0 A a	61.67±1.5 A a	0.5304
P DEĞERİ		0.0000	0.0000	-	0.0000	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Bitki Boyu

Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulanan bitkiler arasında bitki boyları bakımından farklılıkların önemli olduğu dikkati çekmektedir. Kontrol bitkilerinde 19.80 cm olan bitki boyu, tuz uygulanan bitkilerde 16.65 cm olarak belirlenmiştir. Aynı biber çeşidinin geri kazanım süreci 10. gününde, bitki boylarında istatistiksel anlamda farklılıkların olduğu, geri kazanımın 20. gününde ise bitki boylarında önemli farklılıkların olmadığı belirlenmiştir. Acı biber çeşidinde ise tuz uygulama döneminin 20. gününde kontrol ile tuz uygulaması arasında bitki boyları bakımından istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerinde 17.00 cm olan bitki boyu, tuz uygulanan bitkilerde 14.80 cm olarak belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinin 10. ve 20. gününde bitki boyu bakımından istatistiksel olarak farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde bitki boyu 23.67 cm iken tuz uygulanan bitkilerde ise bu değer 18.75 cm' ye düşmüştür (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde belirlenen bitki boyları (cm)

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	10.75±1.0 E	10.75±1.0 E	-	9.0±3.0 E	9.0±3.0 E	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	16.25±2.5 D a	14.75±3.2 D a	0.2946	14.0±1.0 D a	11.75±3.06 D a	0.5122
	20. GÜN	19.80±2.2 C a	16.65±0.2 C b	0.002	17.0±3.0 C b	14.80±1.0 AB a	0.0016
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	24.25±0.58 B a	19.75±1.5 B b	0.0335	22.50±1.53 B a	16.50±1.5 B b	0.0036
	20. GÜN	27.00±1.53 A a	24.75±4.1 A a	0.2254	23.67±1.53 A a	18.75±2.0 A b	0.0101
P DEĞERİ		0.0000	0.0000	-	0.0000	0.0003	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

NaCl, su potansiyelini azaltmakta ve hücredeki iyon dengesini bozarak bitki gelişimini olumsuz etkilemektedir. Irshad ve ark., (2002), tuz stresi altındaki bitkilerde köklerin su alma yeteneklerinde önemli azalmalar meydana geldiğini, kök gelişimi ve gövde uzamasında gerilemenin olduğunu bildirmiştir. Stres altındaki bitkilerin gövde çapları ve boylarının kontrole göre küçük kaldığı, yaprak alanı ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve verimini de olumsuz etkilediği bildirilmiştir. Benzer şekilde Akdoğan ve Özkan (2000), fide dikimi, çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerinde maruz kalınan su stresinin artan tuzluluk değerlerinde, kök ve gövde kuru madde miktarı ve ürün miktarında azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Romero-Aranda ve ark., (2001), Çiçek ve Çakırlar (2002), Yaşar (2003), Lacerda ve ark., (2005), Cavalcanti ve ark., (2007); Yaşar ve ark., (2007), Üzal

(2009), Şevgin Zirek (2017) ve Öztaş (2018) tuz stresi altındaki bitkilerin gelişiminin olumsuz etkilendiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda her iki biber çeşidinde de tuz stresinin bitki gelişim parametreleri üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür. Geri kazanım sürecine geçildiğinde ise özellikle çarliston biber çeşidinde geri kazanımın 20. gününde kontrole en yakın değerlerin kök uzunluğu, bitki boyu, gövde ağırlığı, gövde kalınlığı ve yaprak sayısı gibi gelişim parametrelerinde ölçüldüğü belirlenmiştir. Geri kazanım sürecinde stres ortamı olmadığından dolayı bitkiler generatif fazdan vegetatif faza geçmiş bu nedenle bitki gelişimlerinde iyileşmelerin olduğu görülmüştür.

İlk Çiçeklenme

İlk çiçeklenme çarliston biber çeşidinde tuz uygulama döneminin 23. gününde gerçekleşmiştir. Geri kazanım sürecine geçildiğinde çiçeklenmenin görülmediği belirlenmiştir. Çalışma süresince acı çiçek biber çeşidinde çiçeklenme gözlenmemiştir. Acı çiçek biber çeşidinin stres ortamında gelişimini yavaşlattığı ancak tuzun olumsuz etkisini gösteren nekrozların görülmediği ve bitkinin daha canlı olduğu görülmüştür. Ancak buna karşın Çarliston biber çeşidinin gelişim ve büyüme parametrelerinde tuzdan daha fazla etkilendiği ve nekrozların olduğu görülmüştür. Bundan dolayı da bitki generatif gelişmeye yönelerek erken çiçeklenmeye başlamıştır. Geri kazanım sürecinde ise stres ortamı olmadığından dolayı bitkiler generatif fazdan vegetatif faza geçmiş ve bu dönemde çiçeklenme olmamıştır. Acı çiçek biber çeşidinde ise stres eşik değerinin daha yüksek olduğu görülmüş ve bitkilerde strese bağlı erken çiçeklenme görülmemiştir. Shannon ve Grieve (1999)'e göre tuzluluğun bütün etkileri olumsuz olmamaktadır. Ürün üzerinde, kalite ve hastalıklara dirençte, olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Ispanakta düşükten orta dereceye kadar olan tuzlulukta üründe artış olmakta, havuçta şeker oranı artmakta, patatesten tuzluluk arttıkça nişasta oranı azalmakta, düşük tuzlulukta lahanada başları daha sıkı olmakta, tuz yoğunluğu arttırıldıkça kerevizin kolayca etkilendiği ve iç kararmasına karşı daha dirençli olduğu rapor edilmiştir. Yaptığımız çalışmada da tuzluluğun bitkilerin erken çiçeklenmesi üzerine etkisine bakıldığında, yapılan gözlemlerde çarliston biber çeşidinde ilk çiçeklenmenin tuz uygulamasının 20. gününde olduğu belirlenmiştir.

İyon miktarı ölçümleri

Yapraklardaki Na iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 20. gününde Na miktarlarında yükselişin olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ve geri kazanımın 10. ve 20. gününde ise sodyum miktarlarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde sodyum miktarlarında yükselişin uygulama döneminin 20. gününde olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde istatistiksel olarak en önemli farklılık geri kazanım döneminde tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 20. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki sodyum miktarları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fakat geri kazanım döneminde sodyum miktarları bakımından istatistiksel farklılıkların önemli olmadığı dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar karşılaştırıldığında sodyum miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama dönemi ve geri kazanım döneminin 20. gününde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Yapraklardaki K iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 10. gününde potasyum miktarlarında düşüşün olduğu, bunun istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ve geri kazanımın 10. ve 20. gününde ise potasyum miktarlarındaki istatistiksel farklılık devam etmiştir.

Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde potasyum miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde potasyum kapsamı bakımından istatistiksel olarak en önemli farklılık uygulama döneminin 10. gününde tespit edilmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulaması ve geri kazanım dönemlerindeki kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki potasyum kapsamı istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında potasyum miktarlarında istatistiksel olarak farklılıklar uygulama döneminin 10. ve 20. gününde ve geri kazanımın 10. gününde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 6. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen sodyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	0.65±0.28 AB	0.65±0.28 AB	-	1.30±0.55 A	1.30±0.55 C	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	1.39±0.80 A a	3.10±0.89 B a	0.0690	1.74±0.72 A a	3.38±1.00 B a	0.0832
	20. GÜN	0.84±0.36 AB b	6.08±1.64 A a	0.0058	1.41±0.90 A b	11.15±3.00 A a	0.0058
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	0.67±0.33 AB a	2.09±0.88 BC a	0.0594	2.24±1.09 A a	1.23±0.54 C a	0.1297
	20. GÜN	0.42±0.38 B a	1.02±1.09 C a	0.4220	2.20±0.11 A b	1.75±0.62 BC a	0.0002
P DEĞERİ		0.2109	0.0006	-	0.4555	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Çizelge 7. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen potasyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	98.71±14.25 A	98.71±14.25 A	-	91.09±2.52 A	91.09±2.52 A	-
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	89.89±5.18 AB a	81.25±9.67 BC a	0.2443	80.07±8.28 B a	69.24±6.72 C b	0.3841
	20. GÜN	78.74±4.94 B a	71.60±0.01 C a	0.0996	92.67±6.83 A a	53.63±2.15 D b	0.0007
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	79.22±6.29 B a	90.05±2.79 AB a	0.0529	85.49±4.49 AB a	64.13±4.53 C b	0.0044
	20. GÜN	75.86±5.14 B a	77.18±7.17 BC a	0.8083	79.94±5.16 B a	79.93±8.63 B a	0.9987
P DEĞERİ		0.0282	0.0211	-	0.0633	0.0001	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Yapraklardaki Ca iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Çarliston biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde özellikle uygulama döneminin 10.gününde Ca kapsamında düşüşlerin olduğu fakat bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Uygulama döneminin 20. gününde ise kalsiyum kapsamı en yüksek değeri (14.85) almıştır ve istatistiksel farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin tuz uygulanan bitkilerinde kalsiyum miktarlarında önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinde Ca miktarında istatistiksel olarak en önemli farklılık uygulama döneminin 10. gününde tespit edilmiştir fakat bu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulaması ve geri kazanım dönemi boyunca kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarındaki kalsiyum miktarları arasında istatistiksel farklılık önemsiz bulunmuştur. Acı biber çeşidinde uygulamalar arası karşılaştırılma yapıldığında kalsiyum miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 8).

Yapraklardaki Cl iyonu miktarında meydana gelen değişimler

Çarliston biber çeşidinin NaCl grubunda klor miktarlarında dönemler boyunca düşüşlerin olduğu bu düşüşlerin uygulama döneminde istatistiksel olarak önemsiz olduğu fakat geri kazanımın 10. ve 20. gününde istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı çiçek biber çeşidinin uygulama döneminde tuz uygulanan bitkilerinde klor miktarlarında en önemli yükselişin olduğu ve bu yükselişlerin

istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Acı biber çeşidinin geri kazanım dönemlerindeki klor miktarları bakımından istatistiksel olarak farklılık önemsiz bulunmuştur. Uygulamalar karşılaştırıldığında, çarliston biber çeşidi tuz uygulamasının 10. ve 20. gününde ayrıca geri kazanım döneminin 10. gününde kontrol bitkileri ile tuz uygulaması yapılan bitkilerin yapraklarında ki klor miktarları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Fakat geri kazanım döneminin 20. gününde ki klor miktarları istatistiksel olarak önemli olmadığı dikkati çekmektedir. Acı biber çeşidinde uygulamalar karşılaştırılma yapıldığında klor miktarlarında istatistiksel olarak en önemli farklılığın uygulama dönemi ve geri kazanım dönemde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 8. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen kalsiyum miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	4.90±0.18 B	4.90±0.18 B	0.0627	4.86±0.24 B	4.86±0.24 B	0.0786
UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	6.82±1.52 AB a	4.57±0.02 C a	0.1979	5.76±1.57 B a	3.98±1.04 B a	0.7238
	20. GÜN	9.37±2.67 A a	14.85±5.5 B a	0.7345	10.96±2.20 A a	10.28±2.1 A a	0.5344
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	9.54±2.20 A a	8.93±1.89 BC a	0.1818	10.50±1.69 A a	9.25±2.69 A a	0.2801
	20. GÜN	9.16±0.91 A a	10.57±1.19 AB a	0.0011	14.43±3.48 A a	11.67±1.5 A a	0.0017
P DEĞERİ		0.0322	0.0044	-	0.0013	0.0011	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Çizelge 9. Tuz uygulaması öncesi (0.gün), tuz uygulama dönemi ve geri kazanım sürecinde periyodik olarak alınan yapraklarında ölçülen klor miktarı

DÖNEM	PERİYOT	ÇARLİSTON		P DEĞERİ	ACI ÇİÇEK		P DEĞERİ
		KONTROL	NaCl		KONTROL	NaCl	
UYGULAMA ÖNCESİ	0.GÜN	0.36±1.10 A	0.36±1.10 D	-	0.3±0.05 AB	0.3±0.05 D	-
TUZ UYGULAMA DÖNEMİ	10. GÜN	0.31±0.03 A b	1.58±0.18 A a	0.0003	0.43±0.14 A b	1.65±0.3 B a	0.0024
	20. GÜN	0.41±0.08 A b	1.45±0.17 AB a	0.0007	0.2±0.06 B b	3.1±0.07 A a	0.0000
GERİ KAZANIM SÜRECİ	10. GÜN	0.27±0.11 A b	1.25±1.12 C a	0.0005	0.26±0.2 B b	0.77±0.2 C a	0.0116
	20. GÜN	0.37±0.07 A a	0.5±0.22 D a	0.3862	0.27±0.06 B b	0.77±0.27 C a	0.0354
P DEĞERİ		0.3317	0.0000	-	0.0433	0.0000	-

Aynı sütunda aynı büyük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir. Aynı satırda aynı çeşidin aynı küçük harfi alan ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ 'e göre önemsizdir.

Tuz stresi altındaki bitkilerin kök bölgesinde Na konsantrasyonunun artmasıyla yaprak ve köklerde Na miktarı artarken, Ca ve K miktarları düşmektedir. Ghoulam ve ark., (2002) şeker pancarında, Lacerda ve ark., (2005) sorgumda, Essa, (2002) soyada; Yakıt ve Tuna (2006) mısırdaki benzer sonuçlar rapor etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da tuz uygulama dönemine özellikle K miktarlarının düştüğü, geri kazanım sürecinde ise K miktarlarında artışın olduğu belirlenmiştir. Tuz uygulama döneminde potasyumun sodyum ile rekabetinden dolayı bitkilerdeki potasyum miktarı azalmıştır. Geri kazanım sürecinde ise ortamda sodyum olmadığından dolayı potasyum alımı ve bitkideki birikimi artmıştır. Bununla birlikte bitkinin toprak üstü kısmına Na^+ gidişini engelleyebilen ve seçici olarak yüksek oranlarda K^+ , Ca^{+2} gönderen genotiplerin tuz zararına karşı daha dayanıklı olduğu Yaşar (2003), Yaşar ve ark. (2006), Yaşar (2007) tarafından da bildirilmektedir. Yine elde ettiğimiz sonuçlara göre tuz stresi uygulandığı dönemde bitkilerin yapraklarında Na^+ , Cl^- miktarları artarken geri kazanım sürecinde bu miktarlar önemli ölçüde düşmüştür. Bu verileri destekler nitelikte farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda da (Ahmad ve Wyn Jones, 1979; Alarcón ve ark., 1993; Pardossi ve ark., 1998) tuz stresi sonrası geri kazanım sürecinde bitkilerin yapraklarında Na^+ , Cl^- konsantrasyonlarında düşüşlerin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Lacerda ve ark., (2005) sorgumda tuz stresi sürecinde yapraklarda Na^+ , Cl^- miktarları ile Na^+/Ca^{+2} ve Na^+/K^+ oranlarının arttığını, geri kazanım sürecinde ise yapraklarda Na^+ , Cl^- miktarları ile Na^+/Ca^{+2} ve Na^+/K^+ oranlarının düştüğünü tespit etmiştir.

SONUÇ

Çalışmamızda her iki biber çeşidinde de tuz stresinin bitki gelişim parametreleri üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmüştür. Çarliston biber çeşidinin bitki gelişimlerini geri kazanım sürecinin 20. gününde toparlayabildiği söylenebilir. Bu veriler göz önüne alındığında tuz stresinden her iki biber çeşidinin de etkilendiği fakat geri kazanım sürecinde çarliston biber çeşidinde daha önce iyileşmelerin olduğu dikkati çekmektedir. Acı çiçek biber çeşidi ise bitki metabolik aktiviteyi kontrol altında tutabilmek için bitki büyümesini sınırlandırarak bitkiyi kontrol edebilecek seviyede tutmuştur. Ayrıca tuz stresinin oluşumunda etkili olan Na ve Cl iyonlarının bitki yapraklarında geri kazanımın ikinci periyodunda azaldığı ve geri kazanım döneminde Ca ve K iyonlarında oluşan iyileşmelerde önemli bir payının olduğu söylenebilir. Bütün bunlar değerlendirildiğinde de bitkilerin stres sonrası geri kazanım sürecinde iyileşme döneminde metabolik aktiviteyi artırarak sürdürdüğü söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu makale Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından desteklenen (Proje no: FYL-2018-7594) yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ahmad N, Wyn Jones RG, 1979. Glycinebetaine, proline and inorganic ion levels in barley seedlings following transient stress. *Plant Science Letter*, 15: 231–237.
- Akdoğan S, Özkan İ, 2000. Gelişmenin değişik dönemlerinde uygulanan su noksanlığı geriliminin biber bitkisi (*Capsicum annuum* L.)'nin tuza duyarlılığı üzerine etkisi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3): 1-8.
- Alarcon JJ, S'anchez-Blanco MJ, Bolar'ın MC, Torrecillas A, 1993. Water relation and osmotic adjustment in *Lycopersicon esculentum* and *L. pinnelli* during short-term of salt exposure and recovery. *Physiology Plant*, 89: 441–447.
- Ayers RS, 1977. Quality of water for irrigation, *J. Irr. Drainage Div. American Society Civil Engineers*, 103:135-154.
- Bartels D, Sunkar R, 2005. Drought and salt tolerance in plants, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24: 23–58.
- Cavalcanti FR, Lima JPMS, Ferreira-Silva SL, Viégas RA, Silveira JAG, 2007. Roots and leaves display contrasting oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. *Journal of plant physiology*, 164(5): 591-600.
- Çiçek N, Çakırlar H, 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars, *Bulg. Journal Plant Physiology*, 28 (1-2): 66-74.
- Essa TA, 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188(2): 86-93.
- Ghoulam C, Foursy A, Fores K, 2002. Effects of Salt Stress on Growth Inorganic ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars, *Environmental and Experimental Botany*, 47: 39-50.
- Hoagland DR, Arnon DI, 1938. The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station Circulation*, 347, 32
- Irshad M, Yamamoto S, Eneji AE, Endo T, Hona T, 2002. Urea and Manure Effect on Growth and Mineral Contents of Maize Under Saline Conditions. *Journal Plant Nutrition*, 25(1): 189- 200.

- Kacar B, 1994. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları:3, Ankara, 703s
- Lacerda CF, Cambraia J, Oliva MA, Ruiz HA, 2005. Changes in growth and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 54(1): 69-76.
- Mahajan S, Pveey GK, Tuteja N, 2008. Calcium- and salt-stress signaling in plants: shedding light on SOS pathway, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 471(2): 146–158.
- Oztekin GB, Tuzel Y, 2011. Salinity response of some tomato rootstocks at seedling stage. *African Journal of Agricultural Research*, 6(20): 4726-4735.
- Öztaş Ö, 2018. Tuz Stresi Altındaki Biber Bitkisine Potasyum Uygulamalarının Etkisinin Araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Pardossi A, Malorgio F, Oriolo D, Gucci R, Serra G, Tognoni F, 1998. Water relations and osmotic adjustment in *Apium graveolens* during long-term NaCl stress and subsequent relief. *Physiology Plant* 102, 369–376.
- Romero-Aranda R,T. Soria J. Cuartero, 2001. Tomato plant-water uptake and plantwater relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, 160:265- 272.
- Shannon MC, Grieve CM, 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78: 5-38.
- Şevgin Zirek, N, 2017. Biber Bitkisinde Tuz stresi Üzerine Magnezyumun Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Taleisnik E, Peyran G, Arias C, 1997. Respose of Chlorisgayana Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth. *Tropical Grassland*, 31: 232-240.
- Üzal Ö, 2009. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinde Jasmonik Asitin Bitki Gelişimi ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi. (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Yakıt S, Tuna AL, 2006. Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 59-67.
- Yaşar F, 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi. (doktora tezi basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Yaşar F, Ellialtıoğlu S, Kusvuran S, 2006. Ion and Lipid Peroxide Content in Sensitive and Tolerant Eggplant Callus Cultured Under Salt Stress. *European Journal Horticultural Science*, 71 (4): 169-172.
- Yasar F, 2007. Effects of salt stres on ion and lipid peroxidation content in green beans genotypes. *Asian Journal of Chemistry*, 19(2): 1165-1169.
- Yaşar F, Ellialtıoğlu Ş, Ozpay T, Üzal Ö, 2007. Karpuz (*Citrillus lanatus*) Genotiplerinde, Tuz Stresinden Kaynaklanan Oksidatif Zararlanmanın Zamana Göre Değişimi ve Skala İle İlişkisinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12: 59-64.
- Yu S, Wang W, Wang B, 2012. Recent progress of salinity tolerance research in plants, *Russian Journal of Genetics*, 48 (5): 497-505.