

**T.C.
AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRŞEHİR İLİ YEREL BİBER GENOTİPLERİNİN
FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARINA
TOLERANS DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

CEM EMİRZEOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

KIRŞEHİR-2017

**T.C.
AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIRŞEHİR İLİ YEREL BİBER GENOTİPLERİNİN
FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARINA
TOLERANS DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

CEM EMİRZEOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Yrd.Doç. Dr. HAKAN BAŞAK**

KIRŞEHİR-2017

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. Köksal DEMİR

Üye Yrd. Doç. Dr. Hakan BAŞAK

Üye Yrd. Doç. Dr. Bahadır ALTUN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2017

Prof.Dr. Yılmaz ALTUN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Cem EMİRZEOĞLU



KIRŞEHİR İLİ YEREL BİBER GENOTİPLERİNİN FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARINA TOLERANS DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Cem EMİRZEOĞLU

Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Eylül, 2017

ÖZET

Bu çalışmada, Kırşehir İli merkez ve köylerinden surveyler sonucu toplanıp morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yapılmış biber genotipleri içerisinde seçilen 30 adet biber genotipinin farklı tuz dozlarına (0, 50, 100, 150 mM NaCl) tolerans seviyelerinin erken bitki aşamasında araştırılması amaçlanmıştır.

Farklı biber genotiplerinin tuzluluğa olan tepkilerinin belirlenmesi amacıyla; 0-5 skalasına göre genotiplerde zararlanmanın puanlandırılması, % 50 çiçeklenme zamanı, bitki boyu, çapı, yaprak sayısı, gövde ve kök yaş-kuru ağırlıkları, yaprak oransal su içeriği, nispi büyüme oranı, yaprak hücrelerinde membran zararlanması, klorofil ve karotenoid miktarının yanı sıra genotiplerin tuz stresinden etkilenme durumlarına göre tolerant ve hassas olarak sınıflandırılması amacıyla ölçüm ve analizler yapılmıştır.

Çalışma sonucunda incelenen biber genotiplerinin büyüme ve gelişmesinin tuz stresinin etkisi ile engellendiği ancak stres faktörüne karşı oluşan tepkilerin geniş bir varyasyon gösterdiği belirlenmiştir. Tuzluluğa karşı toleranslı olduğu tespit edilen biber genotipleri üreticilere doğrudan yetiştiricilik için önerilebileceği gibi, ileride yapılacak ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak da kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Biber, tuz stresi, tuz toleransı.

Sayfa Adedi: 99

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hakan BAŞAK

DETERMINATION OF TOLERANCE LEVELS OF DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS OF KIRSEHIR LOCAL PEPPER GENOTYPES

(Master of Science Thesis)

Cem EMİRZEOĞLU

Ahi Evran Ü niversity Institute of Science

September, 2017

ABSTRACT

In this study, it was aimed to investigate the tolerance levels of different salt concentrations (0, 50, 100, 150 mM NaCl) tolerance levels of 30 pepper genotypes selected from the morphological and molecular characterized pepper genotypes collected from Kırşehir province center and villages after the surveys.

In order to determine the reactions of different pepper genotypes to salinity, 0-5 scale evaluation for the symptomatic appearance of the plants, 50% flowering time, plant height, diameter of plant, number of leaves, stem and root wet-dry weights, leaf proportional water content, relative growth rate, membrane damage in leaf cells and to classify genotypes as well as chlorophyll and carotenoid according to the cases of salt stress as tolerant and sensitive, measurements and analysis were carried out.

It was determined that the growth and development of pepper genotypes studied were inhibited by the effect of salt stress but the responses to the stress factor showed a wide variation. Pepper genotypes that are found to be tolerant to salinity can be recommended for breeding directly to growers or they can be used as gene sources in future breeding trials.

Keywords: Pepper, salt stress, salt tolerance.

Number of Pages: 99

Advisor of Thesis: Asistant Professor Hakan BAŞAK

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım sırasında her tŒrlŒ yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Hakan BAŞAK' a, emeiği geçen tŒm hocalarıma, arkadaőlarıma ve eőim Sevda EMİRZEOğLU' na sonsuz teőekkŒrlerimi sunarım.

Cem EMİRZEOğLU



İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER TABLOSU	x
ŞEKİLLER TABLOSU	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. MATERYAL	26
3.2. YÖNTEM.....	28
3.3. DENEMEDE İNCELENEN PARAMETRELER.....	29
3.3.1. Skala İle Genotiplerin Görsel Olarak Değerlendirilmesi.....	29
3.3.2. Çiçek Açma Zamanının Belirlenmesi (Gün).....	29
3.3.3. Bitki Boyunun Belirlenmesi.....	30
3.3.4. Bitki Gövde Çapının Belirlenmesi	30
3.3.5. Yaprak Sayısının Belirlenmesi.....	31
3.3.6. Bitki Gövde ve Kök, Yaş ve Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	31
3.3.7. Yaprak Oransal Su İçeriğinin (YOSİ) Belirlenmesi	32
3.3.8. Nispi Büyüme Oranının Belirlenmesi.....	32
3.3.9. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi.....	33
3.3.10. Yapraklarda Pigment Miktarlarının Belirlenmesi.....	34
3.3.11. Tolerant, Orta Tolerant ve Hassas Genotiplerin Belirlenmesi.....	35
3.3.12. Verilerin Değerlendirilmesi	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	36
4.1. TUZ STRESİNDEN ETKİLENMENİN 0-5 SKALASINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ	36
4.2. TUZ STRESİ ETKİSİYLE ÇİÇEK AÇMA ZAMANININ DEĞERLENDİRİLMESİ	39

4.3. TUZ STRESİ ETKİSİYLE BİTKİ BOYUNDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER	42
4.4. TUZ STRESİ ETKİSİYLE BİTKİ GÖVDE ÇAPINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER	45
4.5. TUZ STRESİ ETKİSİYLE YAPRAK SAYISINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER	48
4.6. TUZ STRESİ ETKİSİYLE BİTKİ GÖVDE VE KÖK, YAŞ VE KURU AĞIRLIKLARINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER.....	51
4.6.1. Tuz Stresi Etkisiyle Gövde Yaş Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler...	51
4.6.2. Tuz Stresi Etkisiyle Gövde Kuru Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler.	54
4.6.3. Tuz Stresi Etkisiyle Kök Yaş Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler	57
4.6.4. Tuz Stresi Etkisiyle Kök Kuru Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler	60
4.7. TUZ STRESİ ETKİSİYLE NİSBİ BÜYÜME ORANINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER.....	62
4.8. TUZ STRESİ ETKİSİYLE YAPRAK ORANSAL SU İÇERİĞİNDE (YOSİ) ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER	65
4.9. TUZ STRESİ ETKİSİYLE YAPRAK HÜCRELERİNDE MEYDANA GELEN MEMBRAN ZARARLANMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	68
4.10. TUZ STRESİ ETKİSİYLE KLOROFİL A MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER	71
4.11. TUZ STRESİ ETKİSİYLE KLOROFİL B MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER	73
4.12. TUZ STRESİ ETKİSİYLE TOPLAM KLOROFİL MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER	76
4.13. TUZ STRESİ ETKİSİYLE KAROTENOİD MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER	79
4.14. TUZ STRESİ KOŞULLARINDA DAYANIKLI VE HASSAS GENOTİPLERİN BELİRLENMESİ.....	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	82
6. KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	99

ÇİZELGELER TABLOSU

Çizelge 1. Dünya Yaş Sebze Üretiminde İlk 10 Ürün (FAO 2012)	2
Çizelge 2. 2016 yılında Türkiye’de domates, kabak, hıyar ve biber üretim alan ve miktarları (TUİK 2016).....	2
Çizelge 3. 2016 yılı Türkiye biber üretim alan ve miktarları (TUİK 2016)	3
Çizelge 4. Bitkilerde biyotik ve abiyotik çevresel stres etmenleri.....	4
Çizelge 5. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre tuzluluk derecesi	6
Çizelge 6. Sulama sularının içerdikleri tuz yoğunluğuna göre sınıflandırılması (Anonim, 2000).....	7
Çizelge 7. Bazı bitki çeşitlerinin tuz stresinden kaynaklı zararlanma sınırı ve farklı tuz dozlarının bitkilerde meydana getirdiği ürün kayıpları (Maas, 1990)	8
Çizelge 8. Denemede kullanılan biber genotiplerinin kod numaraları ve temin edildiği yerler	27
Çizelge 9. Besin çözeltilisindeki elementlerin konsantrasyonları.....	28
Çizelge 10. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama 0-5 skala değerleri	38
Çizelge 11. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama çiçek açma zamanları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)	41
Çizelge 12. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama bitki boy verileri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	44
Çizelge 13. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama bitki çapı verileri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	47
Çizelge 14. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama yaprak sayısı verileri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)	50
Çizelge 15. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama gövde yaş ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	53
Çizelge 16. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında gövde kuru ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	56
Çizelge 17. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama kök yaş ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	59
Çizelge 18. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama kök kuru ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	61

Çizelge 19. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama nisbi büyüme oranları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)	64
Çizelge 20. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama yaprak oransal su içerikleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)	67
Çizelge 21. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında yaprak hücrelerinde meydana gelen membran zararlanması.....	70
Çizelge 22. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama klorofil a değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	72
Çizelge 23. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama klorofil b değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	75
Çizelge 24. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında toplam klorofil değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	78
Çizelge 25. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama karotenoid değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%).....	80
Çizelge 26. NaCl uygulaması sonucunda biber genotiplerinin toleranslık seviyeleri	81

ŞEKİLLER TABLOSU

Şekil 1. Perlit içeren saksılardaki biber bitkilerinin genel görünümü.....	28
Şekil 2. Tuz stresinin biber genotipleri üzerindeki etkisi.....	29
Şekil 3. Biber genotiplerinin çiçeklenme zamanı	30
Şekil 4. Biber genotiplerinde bitki boyu ölçümleri.....	30
Şekil 5. Biber genotiplerinde gövde çapı ölçümleri.....	31
Şekil 6. Biber genotiplerinde yaprak sayısının belirlenmesi.....	31
Şekil 7. Biber genotiplerinde gövde ve kök, yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi	32
Şekil 8. Biber genotiplerinin nisbi büyüme oranlarının belirlenmesi	33
Şekil 9. Biber genotiplerinde yaprak hücrelerinde meydana gelen membran zararlanmasının belirlenmesi	34
Şekil 10. Biber genotiplerinde klorofil ve karotenoid miktarının belirlenmesi	35

SİMGELER VE KISALTMALAR

FAO	:	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
ha	:	Hektar
EC	:	Toprakların elektriksel iletkenlik değeri
YOSİ	:	Yaprak Oransal Su İçeriği
g	:	Gram
mg	:	Miligram
ml	:	Mililitre
mM	:	Milimolar
%	:	Yüzde
dak	:	Dakika
CAT	:	Katalaz
SOD	:	Superoksit dismutaz
GR	:	Glutation Redüktaz
APX	:	Askorbat Peroksidaz
MDA	:	Malondialdehit
TA	:	Taze Ağırlık

1. GİRİŞ

Biber *Solanaceae* familyasına ve *Capsicum* cinsine ait bir tür olup, dünyada ve ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan önemli sebze türlerinden birisidir. Güney Amerika ve Brezilya, farklı biber tür ve çeşitlerinin orijin merkezi olarak kabul edilmektedir (Özalp ve ark., 2006).

Ekolojik özellikleri sayesinde sebze yetiştiriciliği için uygun bir ülke olan Türkiye, sahip olduğu farklı iklim özellikleri sayesinde yetiştiriciliği yapılan sebze tür çeşitliliği ve üretim miktarları bakımından da dünyada önemli bir konuma sahiptir (Şeniz ve ark., 2005).

Ülkemizin farklı bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan biber, kapsaicin içeriği sayesinde temas ettiği dokularda hareketliliği sağlayarak mide ve barsak hareketlerini arttırarak hazmin kolaylaşmasını sağlamakta, romatizmal eklem hastalıklarında da ağrıları azaltmaktadır. Biber, çok fazla miktarda A, B, C ve E vitaminleri içermektedir. Aynı zamanda antioksidan özelliğe sahiptirler. Kalp ve damar hastalıkları ile mücadelede tüketilmeleri gereken bitkiler arasında yer almaktadır. Biberlerde bulunan maddelerden biriside pigmentlerdir. Kimyasal yapıları itibariyle, “karotenoid” ler içinde yer alırlar. Karoteneidler meyvenin renginin oluşumunu sağlayan renk maddeleridir. Meyvelerde sarı, turuncu – kırmızı ve kırmızı renklerin oluşmalarını sağlarlar (Şalk ve ark., 2008).

Biber üretimi kısa vejetasyon süresi ve elde edilen verimin yüksek olması nedeniyle üretim alanları yıllara göre artmakta; jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla farklı alanlarda faaliyet gösteren kişi ve sektörlerin ilgi odağı haline gelmektedir.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün 2012 yılı verileri incelendiğinde; dünyada 57.2 milyon hektar alanda yaş sebze üretimi yapıldığı görülmektedir. Bu alanlarda yetiştirilen toplam sebze 1.1 milyar ton olup, yaklaşık 31.17 milyon tonluk üretimi ile biber dünyada en çok yetiştirilen sebze türlerinden birisidir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünya Yaş Sebze Üretiminde İlk 10 Ürün (FAO 2012)

Sıra	Ürün Adı	2011 (ton)	2012 (ton)	Değişim (%)
1	Domates	158.019.581	161.793.834	2.4
2	Karpuz	103.310.253	105.372.341	2
3	Kuru Soğan	85.008.230	82.851.732	-2.5
4	Lahana	69.513.476	70.104.972	0.9
5	Hıyar ve Kornişon	64.327.678	65.134.078	1.3
6	Patlıcan	46.837.769	48.424.905	3.4
7	Havuç ve Şalgam	35.830.269	36.917.246	3
8	Biber	30.063.389	31.171.567	3.7
9	Marul	24.969.359	24.946.142	-0.1
10	Sarımsak	23.710.768	24.836.877	4.7
Genel Toplam		1.087.591.891	1.106.133.865	1.7

Türkiye’de ise sebze üretimi, açıkta ve serada olmak üzere hemen hemen her bölgede gerçekleşmekte ve türlere göre üretim alanları değişmektedir. Ürün grupları incelendiğinde toplam sebze üretiminin % 85 oranında ki büyük bir çoğunluğunun meyvesi yenen sebzelerden oluştuğu görülmektedir. Bunların içerisinde özellikle domates, karpuz, kavun, hıyar ve biber öne çıkmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. 2016 yılında Türkiye’de domates, kabak, hıyar ve biber üretim alan ve miktarları (TUİK 2016)

Sebze Adı	Üretim Alanı (ha)	Üretim (ton)
Domates	1.806.873	12.600.000
Biber	815.632	2.457.822
Kabak	724.086	393.731
Hıyar	369.250	1.811.681

Türkiye’de farklı tüketim amaçlarına yönelik farklı biber çeşitlerinin üretimi yapılmaktadır. Bunları gruplandırarak olursak en fazla sivri biberlerin, ardından da salçalık, dolmalık ve çarliston biberlerinin üretiminin yapıldığı görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. 2016 yılı Türkiye biber üretim alan ve miktarları (TUİK 2016)

	Üretim Alanı (ha)	Üretim (ton)
Biber (Çarliston)	26.187	114.891
Biber (Dolmalık)	147.145	418.435
Biber (Salçalık)	325.584	957.030
Biber (Sivri)	316.716	967.466
Toplam Biber Üretimi	815.632	2.457.822

Biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisi ile bitkilerde ortaya çıkan değişimler stres olarak ifade edilmektedir (Çizelge 4). Başka bir tanımlama ile stres, önemli fizyolojik ve metabolik değişmelere yol açmak suretiyle bitkilerde büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz şekilde etkileyen, üründe nitelik ve niceliğin azalmasına, bitkinin ve bitki organının yaşantısını kaybetmesine neden olan değişimlerdir. Bitkilerin normal gelişme seyrini ve fizyolojik olaylarını etkileyen, yavaşlatan veya durduran tüm çevre etmenleri de stres faktörleri olarak adlandırılmaktadır. Stres faktörleri, cansız çevre etmenlerinin bitkide yapmış olduğu abiyotik stres faktörleri ve canlı çevre etmenlerinin bitkide yapmış olduğu biyotik stres faktörleri olarak sınıflandırılmıştır (Taiz ve Zieger, 2002).

Bitkisel üretim alanlarını sınırlandıran stres, abiyotik (tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları, ağır metaller, hava kirliliği, radyasyon gibi) ve biyotik (mantar, bakteri, virüs vb. ve zararlılar) kökenli etmenler olarak, bitkinin bodur büyümesine, bitki gelişiminde olumsuzluklara ve verimde azalmalara sebep olması biçiminde tanımlanabilir (Kuşvuran, 2010).

Çizelge 4. Bitkilerde biyotik ve abiyotik çevresel stres etmenleri

Abiyotik Etmenler		Biyotik Etmenler
Fiziksel Etmenler	Kimyasal Etmenler	
Kuraklık	Hava kirliliği	Yabani bitkiler
Sıcaklık	Bitki besin elementleri	Böcekler
Radyasyon	Pestisitler	Mikroorganizmalar (Virüs bakteri ve mantarlar)
Su baskını	Toksinler	Hayvanlar
Mekanik etkiler	Tuzlar	Hastalıklar
	Toprak çözeltisi pH' sı	

Bitki büyümesini, gelişimini ve verimini sınırlandıran ana faktörlerden biri olan tuz stresi, dünyadaki üretim alanlarının toplam % 7'sini etkilemektedir. Tarımsal üretim yapılan alanların % 23'ü ve sulanan alanların % 20'si tuzluluktan etkilenmektedir. Aynı zamanda dünyada her yıl % 10 oranında tuz stresinden etkilenen alanların arttığı görülmektedir. Sulanabilir alanlarda tuz stresi önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmakta ve bu alanların yaklaşık yarısı taban suyu, tuzluluk ve sodyumluluk etkisi altında olduğu bildirilmektedir (Kanber ve Ünlü, 2010).

Dünya nüfusunun giderek artması, tarım arazilerinin ve suyun kullanımını arttırmış ancak; yeterli miktarda kaliteli suyun bulunmaması topraktaki tuzluluk probleminin oluşmasına neden olmuştur. Artan dozda tuz stresinin etkisiyle bitki verimi düşmüştür (Villora ve ark., 2000).

Türkiye' de 1.5 milyon ha tarımsal üretim yapılan alanda tuz stresi ile mücadele edilmektedir. Bu üretim alanlarının % 60'ı tuzlu, % 19.6'sı orta derecede tuzlu, % 0.4'ü orta derecede alkali, % 12'si hafif tuzlu-alkali, % 8'i ise orta derecede tuzlu-alkali olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2008).

Yeryüzünde arazi genişliği yaklaşık olarak 13.2×10^9 hektardır. Bu alanların 8.5×10^9 ha kısmı tarımsal üretim yapmaya elverişlidir. Tarımsal üretim yapılmasına uygun olan bu arazilerin 1.4×10^9 ha genişliğindeki kısmında tarım yapılmaktadır. Her yıl tarımsal üretim yapılan alanların % 0.2 kadarı farklı sebeplerden ötürü yok olurken, 100×10^6 ha yeni alan, kültüre alınmaktadır. Bu arazilerin yaklaşık altıda birinde sulama yapılabilir. Kültüre alınmış alanlarda, toprak aşınımı gibi önemli sorunların olduğu bilinmektedir. Her geçen yıl yaklaşık olarak 25×10^6 m³

bitki besin elementlerince zengin toprak katmanının yok olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda sulanabilir tarımsal alanların, 0.187×10^9 hektarı (% 13) tuzlu, 0.135×10^9 hektarı (% 10) sodyumlu topraklardır. Afrika, Kuzey Amerika ve özellikle Asya kıtasındaki üretim alanlarının önemli kısmı tuz dozunun yoğun olduğu topraklardır. Sodyumlu alanlar ise Asya, Amerika ve Avustralya kıtalarında bulunmaktadır. Tuzlu-sodyumlu sahalar, yalnızca kurak ve yarı kurak alanlarda sınırlanmış değildir. Birçok alanda iklim ve farklı dozdaki tuz stresi, mevsimsel olarak tuzlu toprak ve tuzlu su problemleri yaratmaktadır (Kanber ve Ünlü, 2010).

Ülkemizde her geçen gün yeni araziler büyük yatırımlarla sulanabilir hale gelirken yanlış üretim teknikleri ve sulama metodları yüzünden bu topraklar hızla kirlenmektedir. Bilinçsiz ve yanlış gübreleme toprak yapısının bozulmasına neden olmuş, yeraltı sularını kirletmiştir. Yanlış sulama yöntemleri toprak yapısının tuzlulaşması problemini ortaya çıkarmış ve taban suyu kalitesini düşürmüştür. Bu nedenle mevcut su kaynaklarının daha dikkatli kullanılması, su tasarrufu sağlamak amacıyla temiz su kaynaklarının kullanımı kadar kötü nitelikli suların kullanımı üzerinden araştırmalar yapılmalıdır (Mizrahi ve Pasternak, 1985; Çakmak ve Kendirli, 2003).

Farklı yapıdaki tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunması tuz stresi olarak tanımlanır ve geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olur. Bu tuzlar genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlar olup doğada en çok rastlanılan tuz formu sodyum klorür' dür (Munns ve Termaat, 1986).

Doygunluk çamuru süzüğünde 25°C 'de ölçülen iletkenliğe (dS/m) göre topraktaki tuzluluğu sınıflandırmışlardır (Çizelge 5). Buna göre 0-2 dS/m arasındaki topraklar 'tuzsuz', 2-4 dS/m olan topraklar 'çok az tuzlu', 4-8 dS/m olan topraklar 'az tuzlu', 8-15 arasındakiiler 'orta tuzlu' ve 15 dS/m'den fazla değerde bulunanlar ise 'çok tuzlu' olarak nitelendirilmektedir (Sönmez, 2004).

Çizelge 5. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre tuzluluk derecesi

Elektriksel İletkenlik (EC dS/m)	Tuzluluk Derecesi
0-2	Tuzsuz
2-4	Çok hafif düzeyde tuzlu
4-8	Orta düzeyde tuzlu
8-15	Yüksek düzeyde tuzlu
>15	Çok fazla tuzlu

Tuz stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkisi; bitkinin çeşidine, hangi dozda tuz yoğunluğunun olduğuna ve bitkinin tuz stresine maruz kalma zamanına göre değişmektedir (Dajic, 2006). Tuz stresinden etkilenme üç şekilde olmaktadır. Toprakta mevcut olan tuz dozunun zamanla artmasıyla birlikte ozmotik basıncında arttığı ve su potansiyelinin giderek azalmasıyla birlikte köklerin su alımını engelleyerek kuraklık stresinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. NaCl yoğunluğunun artmasıyla birlikte bitkide toksik etkiler meydana gelmektedir. Bu etkiler bitkinin büyüme ve gelişimini önemli derecede sınırlandırmaktadır (Kocaçalışkan, 2003). NaCl, aynı zamanda hücredeki iyon dengesini bozarak bitkinin büyüme ve gelişimini olumsuz etkilemektedir. Artan dozlarda NaCl alımı hücrede Na^+ ve Cl^- seviyesinin artmasına, Ca^{+2} , K^+ ve Mg^{+2} seviyelerinin ise azalmasına neden olmaktadır (Parida ve Das, 2005).

Tuz dozunun artmasının bitkilerde oluşturduğu esas zarar suyun ozmotik olarak tutulmasından ve protoplazma üzerinde belli iyonların zarar oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Tuz dozunun artması ile birlikte mevcut olan su potansiyeli azalmaktadır. Bitkide enzim aktivitesi azalırken, protein sentezi geriler, membran permeabilitesi azalır, kloroplastlar ve hücredeki öteki yapılar önemli derecede zarar görür. Tuzluluğun yüksek olduğu yerlerde NO_3^- , K^+ ve Ca^{+2} gibi besin elementlerinin alınımındaki azalmalar sebebiyle hücrelerde iyonik dengesizlikler meydana gelir. İyonlar arası dengenin bozulması ile bitki tuz stresinden kaynaklı olarak besin elementlerini yeterince alamaz (Taban ve Katkat, 2000; Hu ve Schmidhalter, 2005).

Çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından bünyelerine rahatça alınabilirler. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri bitkinin çeşidine ve tuzun dozuna göre bitki

büyümesine karşı zararlı etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bitkide, beslenme ve metabolizmayı bozarak toksik etki yaparlar. Aynı zamanda toprakta mevcut olan tuz yoğunluğunun artmasıyla birlikte, bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, toprak yapısı bozularak bitki gelişiminin yavaşlamasına ve bitkinin ölümüne sebep olur (Köşkeröğlu, 2006; Güngör ve Erözel, 1994).

Bitkilerin su ihtiyacının yağışlarla karşılanamadığı kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden biriside toprakta mevcut olan tuzluluğun yanısıra sulama sularında da yoğun miktarda tuz bulunmasıdır. Bu nedenle sulama sularının içerdikleri tuz dozuna göre yapılan sınıflandırmada altı ayrı su tipi belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Sulama sularının içerdikleri tuz yoğunluğuna göre sınıflandırılması (Anonim, 2000)

Suyun Sınıfı	EC (dS/m)	Tuz dozu (mg/l)	Suyun Çeşidi
Tuzsuz su	< 0.7	<500	İçilebilir ve sulamada Kullanılabilir
Az tuzlu su	0.7 – 2	500 – 1500	Sulama suyu
Orta tuzlu su	2 – 10	1500 – 7000	Birinci derecede drenaj ve yeraltı suyu
Yüksek tuzlu su	10 – 25	7000 – 15000	İkinci derecede drenaj ve yeraltı suyu
Çok yüksek tuzlu su	25 – 45	15000 – 35000	Çok tuzlu yeraltı suyu
Tuzlu su	>45	>45000	Deniz suyu

Marschner (1995), sulama suyunun kaliteli olarak tanımlanabilmesi için suyun içeriğinde 100-1000 g/m³ NaCl bulunması gerektiğini belirtmiştir. Yurtseven ve ark. (2005), sulama suyu kullanarak dört farklı dozda (0.25, 2.5, 5.0 ve 10 dS/m) tuz uyguladıkları domates bitkisinde artan dozda tuz seviyesinin, bitkilerin su tüketimini düşürdüğünü ve bitki gelişiminin olumsuz şekilde etkilendiğini bildirmişlerdir.

Ayers (1977), artan dozlarda tuz stresinin biber bitkisinin veriminde azalmalara neden olduğunu, verim kaybının tuz dozunun 1.0-1.5 dS/m tuzluluk

düzeyinde başladığını ve EC_s=3.4 dS/m düzeyinde ise yaklaşık % 50 oranında verim kaybına yol açtığını belirtmiştir.

Yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan biber, tuza orta derecede hassas bir bitkidir. Tuz dozunun artmasıyla birlikte her bitki çeşidi kendi içinde de farklı derecede zararlanmalar göstererek ürün kayıpları meydana gelmektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Bazı bitki çeşitlerinin tuz stresinden kaynaklı zararlanma sınırı ve farklı tuz dozlarının bitkilerde meydana getirdiği ürün kayıpları (Maas, 1990)

Bitki Çeşidi	Zararlanma Sınırı	%10 Ürün Kaybı	%25 Ürün Kaybı	%50 Ürün Kaybı
EC (dSm-1)				
Fasulye	1.0	1.5	2.3	3.6
Havuç	1.0	1.7	2.8	4.6
Soğan	1.2	1.8	2.8	4.3
Biber	1.3	2.2	3.3	5.1
Marul	1.3	2.1	3.2	5.2
Tatlı patates	1.5	2.4	3.8	6.0
Kereviz	1.8	3.5	5.8	10.1
Lahana	1.8	2.8	4.4	7.0
Karpuz	2.0	2.5	3.5	4.5
Hıyar	2.5	3.3	4.4	6.3
Domates	2.5	3.5	5.0	7.6
Karnabahar	2.7	3.5	4.7	5.9
Kabak	3.9	4.9	5.9	7.9
Kuşkonmaz	5.0	8.0	11.0	13.0

Aşırı dozda tuz stresi bitki çeşitlerinde büyümede ve gelişimde olumsuz şekilde etkilenmelere neden olmaktadır. Tuz stresine dayanım bitki türlerine göre farklılık göstermekte olup, bazı bitkilerde kloroplastların zarar görmesinden kaynaklı kloroz ve nekrotik lekeler oluşmaktadır (Hasegawa ve ark., 1986).

Tuz stresinin toksik etkisi, ilk önce yaşlı yapraklardan başlayarak ortaya çıkmakta ve yaprak uçlarından yaprak ayasına doğru artarak ilerleyen kloroz şeklinde belirtilerin oluşmasına neden olmaktadır. Tuz dozunun etkisiyle kloroz şeklindeki belirtiler nekroza dönüşmekte ve bitkinin büyümesi durmaktadır. Bu tür

bitkilerde sitokinin miktarı düşer, absisik asit ve etilen miktarı ise artar. Ayrıca tuz stresi bitkinin bodur kalmasına, yaprakların küçük ve koyu yeşil renge bürünmesine, hücre büyümesi ve bölünmesinde yavaşlamasına sebep olur (Mer ve ark., 2000; Çağırğan, 2015).

Tuz stresinin bitki gelişimindeki olumsuz etkisinin ortadan kaldırılabilmesi için çeşitli mücadele yöntemleri vardır. Bu yöntemler; tuzun drenaj sistemi ve temiz sulama suyu kullanılarak bitkinin kök bölgesinden yıkanarak uzaklaştırılması, tuzlu sulama sularının iyileştirilmesi, tuzlu toprakların iyileştirilmesi, aşırı inorganik gübre kullanımından kaçınılması, toprağın organik madde içeriğinin artırılması ve topraksız yetiştiricilik teknikleridir. Ancak bu yöntemlerin masraflı ve uygulanabilirliğinin düşük olmasından dolayı araştırmacılar tuz stresinin bitkilerde oluşturduğu olumsuz etkinin en aza indirilmesi amacı ile farklı mücadele yöntemleri üzerinde durmaktadır. Bu yöntemlerin başında bitkinin büyüme ve gelişimini etkileyerek verim kayıplarının oluşmasına neden olan tuz stresine karşı ıslah çalışmaları yapılarak toleransı yüksek bitki çeşitlerinin geliştirilmesi gerektiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Kuşvuran, 2010; Epstein ve ark., 1980; Daşgan ve Koç, 2009; Khalid ve ark., 2001; Rastgeldi, 2010).

Yerel genotipler yetiştirildikleri farklı ekolojilere adaptasyon yetenekleri, hastalık ve zararlılara dayanıklılıkları ve istenilen birçok kalite kriterine sahip olmaları nedeniyle ıslah çalışmalarının eşsiz kaynakları olup, geleneksel tarımın en önemli kaynaklarından biridir. Aynı zamanda seleksiyon yoluyla yıllar içerisinde yetiştirildiği bölgeye uyumlu bir gelişim göstermişlerdir (Küçük, 1996; Çelik, 2013).

Yerel genotipler hayatta kalabilmek için buldukları ekolojiye uyum sağlayarak varoluşlarını devam ettirseler de, verimleri ve meyve kaliteleri yüksek olan hibrit çeşitler karşısında rekabet edememekte ve çiftçiler tarafından yetiştiricilik için tercih edilmeleri her geçen gün azalmaktadır. Dolayısıyla zaman içerisinde sayıları hızla azalmaktadır.

Bu zengin biyoçeşitliliğin survey çalışmalarıyla taranması, toplanması ve muhafaza altına alınarak korunması, hatta gen bankalarında saklanması muhakkak gereklidir. Ancak şüphesizki bu materyallerin tüm özellikleri yönünden tanımlanması çok daha büyük önem arz etmektedir. Zira bu genotipler tanımlama yapılmadan ıslah

programlarında yer almamakta, tanımlaması yapılmadan ıslah programlarına alınsa da kısa sürede kaybolmaktadırlar.

Gönülşen (1986), sürdürülebilir tarım ve bitkisel üretimdeki devamlılığın sağlanabilmesi için yerel genotiplerin korunması gerektiğini ve bu kapsamda ülkemizde bölgesel çalışmaların yapılması gerektiğini bildirmiştir.

Islah çalışmalarının ana hedefi abiyotik ve biyotik stres koşullarına dayanıklı, erkenci, yüksek verimli, meyve kalitesi yüksek yeni çeşitlerin elde edilmesidir. Islah çalışmalarında genetik çeşitliliğin fazla olduğu çok sayıdaki materyalle çalışılması başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına karşı mücadelede en etkin yöntem dayanıklı çeşit ıslahı olsada ıslah çalışmaları uzun zaman, emek ve maliyet gerektiren uygulamalardır. Islah çalışmalarının bu dezavantajlarını hafifletmede morfolojik ve moleküler tanımlaması yapılmış, abiyotik ve biyotik stres koşullarına karşı dayanımları belirlenmiş materyallerle çalışmak büyük avantajlar sağlayacaktır. Çalışmamızda da morfolojik ve moleküler düzeyde tanımlaması yapılmış yerel genotipler içerisinde seçilen popülasyonlar en önemli stres parametrelerinden biri olarak kabul edilen tuz stresine dayanım bakımından incelenerek ileride yapılacak ıslah çalışmalarına temel oluşturması hedeflenmiştir.

Ülkemizde de tohum gen bankalarının veya araştırmacıların doğrudan surveylerle değişik bölgelerden topladıkları yerel genotiplerin tuz stresine karşı tepkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları birçok çalışma vardır. Demir ve ark. (2013), Kuşvuran (2010), kavunda; Kıran ve ark. (2014), Turhan ve ark., (2009), Doğan ve ark., (2009) domateste; Öncel ve Keleş (2002), buğdayda; Seymen (2015), Kaya (2011), Koç (2005), Kıpçak (2016) fasülyede; Kıran (2017) patlıcanda; Yaşar (2007), Dölek (2009), Çağırğan (2015), karpuzda; Küçükkömürcü (2011) bamyada; Aktaş (2002) biberde, tuz stresinin yerel genotipler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmamızda daha önce üzerinde herhangi bir çalışma yapılmamış Kırşehir yerel biber genotiplerinin birçok parametre bakımından tuz stresine dayanımları araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında daha önce morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yapılmış 30 biber genotipinin tuza dayanım dereceleri belirlenmiş olup, belirlenen genotipler doğrudan çiftçi kullanımına önerilebileceği gibi ileride yapılacak olan tuza

toleranslı biber ıslahı çalışmalarında ıslah materyali olarak kullanılabilmesi de söz konusu olabilecektir.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yüksek tuz konsantrasyonlarının etkisiyle, tüm bitkilerin gelişiminde gerileme meydana gelirken, türler arasında büyüme ve üretkenlik faaliyetleri bakımından önemli derecede farklılıklar bulunduğu bildirilmektedir (Munns, 2000).

Levitt (1980), abiyotik stres etmenlerinin bitkilerde neden olduğu etkileri araştırdığı çalışmada, tuz stresinin bitkilerde her bir tür açısından farklı belirtilerle kendini gösterdiğini ve NaCl'nin ortamda yoğun olması durumunda bitkinin morfolojisini ve anatomisi de dahil tüm metabolizmasının olumsuz şekilde etkilendiğini belirtmektedir.

Nubihiro ve ark. (2014), bitkilerde biyotik ve abiyotik çevresel stres etmenlerini araştırdığı çalışmada, ortamda çevresel stres şartları (sıcak, soğuk, kuraklık) ile abiyotik stres etmenlerinden biri olan tuz stresinin etkisi birleştiğinde bitkilerde daha yıkıcı bir etki oluştuğunu bildirmişlerdir.

Epstein (1985), abiyotik stres etmenlerinden tuzluluğun, bitkilerde çimlenmenin azalmasına, kök ve toprak üstü aksamalarında gelişme geriliğine, aynı zamanda kök ve sap kuru ağırlıklarında azalmalara neden olduğunu, stres faktörlerinin önüne geçilmesi için dayanıklı çeşitlerin tespitinde farklı türlerle tarla denemelerinin yapılmasına ve ıslah çalışmalarına önem verilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Tuz stresi bitkilerde hormonal bozukluklara, stomaların açılıp kapanmasının engellenmesine, CO₂ alım oranında azalmalara, transpirasyon kaybına, kloroz belirtilerinin oluşmasına ve bitki büyümesinin azalmasına neden olmaktadır (McKersie ve Leshem, 1994).

Solmaz ve ark. (2011), tuzluluğun kurak ve yarı-kurak alanlarda bitki yetiştiriciliğini kısıtlayan önemli bir faktör olduğunu ve stres koşulları ile mücadelede ıslah çalışmalarının önemini bildirdikleri çalışmalarında, tuz stresinin etkisi altındaki bitkinin yapraklarında birim alandaki stoma sayısında artış meydana gelmişken, stoma uzunluğunda, stoma yoğunluğunda, stoma genişliğinde ve kontrol bitkilerine göre yaprak alanında, yaprak genişliğinde azalmaların olduğunu saptamıştır.

Mer ve ark. (2000), dört farklı bitkide (*Hordeum Vulgare*, *Triticum Aestivum*, *Cicer Arietinum* ve *Brassica Juncea*) yaptıkları araştırmada toprak yapısındaki yüksek tuz konsantrasyonunun toksik etki olarak önce yaşlı yapraklarda etkisini göstermeye başladığını, yaprakların uçlarından yaprak ayasına ve sapına doğru kloroz şeklinde belirtilerin ortaya çıktığını, kloroz şeklindeki kısımların ise zamanla nekroza dönüştüğünü gözlemlemişlerdir. Tuz stresinin bitkilerin büyüme hızını engelleyip bitkinin bodurlaşmasına neden olduğunu, strese maruz kalmış yaprakların ise küçük ve koyu yeşil olduğunu belirtmişlerdir.

En önemli stres faktörlerinden biri olan tuz stresinin bitkilerin büyüme ve gelişimini azalttığını, ürünün nitelik ve niceliğinde olumsuz durumlara neden olduğunu ve bu durumun özellikle de kurak ve yarı kurak bölgelerde yetiştirilen kültür bitkilerinde ortaya çıktığı bildirilmektedir (Kalaji ve Pietkiewicz 1993).

Açıkta ve seralarda yetiştiriciliği yapılan ve sebzeler arasında üretimi en fazla olan bitkiler arasında yer alan biberin tuz stresine karşı hassas bir sebze türü olduğunu bildiren Lycoskoufis ve ark., (2005), tuz stresinin tüm yetiştirme evrelerinde etkili olmakla beraber en çok çimlenme ve genç fide döneminde etkisini gösterdiğini belirtmektedirler.

Yu ve ark. (2012), tuz stresinin bitkilerdeki büyüme ve gelişmeyi etkilediğini, dokuların ve organların farklılaşmasına neden olduğunu, büyüme periyodunu kısalttığını, yaprak alanını, yanal kök uzunluğunu ve yaprak sayısını azalttığını, yaprak rengini koyulaştırdığını, bitkinin kök ve gövde ağırlığını taşıyamaz hale getirdiğini bildirmişlerdir.

Irshad ve ark (2002), tuz stresinin bitkilerde köklerin su alma aktivitelerinde önemli zararlanmalar meydana getirdiğinden, bitki kök gelişimi ve gövde uzamasında azalmaların ortaya çıkmasına, tuz stresi etkisi altındaki bitki gövde, çap ve boylarının kontrol bitkilerine göre daha küçük kaldığını gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda yaprak alanında ve generatif evreye geçişte çiçeklenme ve meyve veriminin de olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Çulha ve Çakırlar (2011), daha çok kurak ve yarı kurak alanlarda karşılaşılan tuz stresinin, ozmotik etkiyle kullanılabilir su içeriğini kısıtlayan, iyonik etkisiyle de iyon içeriğinin toksik düzeye ulaşmasına neden olan ve bitkilerin gelişimini engelleyerek ürün verimliliğini azaltan kompleks bir abiyotik stres olarak

tanımlamıştır. Bu yüzden tuz stresinin bitkiler üzerine etkisiyle bitkilerin tuza tolerans mekanizalarının anlaşılması için hem ozmotik hemde iyon stresinin tüm bitki, doku ve hücresel düzeydeki etkilerinin morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar düzeyinde incelenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Larcher (1995), tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde bodur büyümeye, kök büyümesinde gerilemeye, tomurcuk oluşumunda azalmalara, bitkinin toprak üstü aksamlarındaki gelişmenin olumsuz şekilde etkilenmesine, hücrelerde ölümlere ve bunun neticesinde köklerde, tomurcuklarda, yaprakların uç kısımlarında nekrozların oluşmasına, sararan yaprakların kurummasına ve en sonunda bitkinin ölmesine neden olduğunu bildirmiştir.

Essa (2002), tuz stresinin tohum çimlenmesine, gövde ve köklerin kuru ağırlıklarına ve yaprakların mineral içeriklerine etkisini inceleyerek üç farklı soya fasülyesinin tuza olan hassasiyetini açıklamıştır. Lee, Coqitt ve Clark 63 soya fasülyesi çeşitlerini farklı dozlarda tuz içeren, 15 dS/m elektrik iletkenliğine sahip topraklarda yetiştirmiştir. Bitkilerin çimlenme oranlarını ekimden 10 gün sonra gözlemlemiş, gövde ve kök kuru ağırlıklarını 45 gün sonra incelemiş ve Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Cl^- miktarlarını belirlemiştir. Tuz dozunun artmasıyla çimlenme yüzdesinde önemli düzeyde azalmalar meydana gelmiştir. Sürgün boyu diğer çeşitlerden uzun olarak ölçülen Lee çeşidi, tuz stresinden Coquitt ve Clark 63 çeşidine oranla daha az etkilenmiş olup, her üç çeşit içinde bitki uzunluğunda düşüş meydana gelmiştir. Tuz stresi her üç çeşitte de yapraklarda aşırı miktarda Na^+ ve Cl^- birikimine neden olmuştur. Tuz dozu arttıkça Lee çeşidinin, Coquitt ve Clark 63'e oranla, daha düşük Na^+ ve Cl^- yoğunluğuna ve daha yüksek K^+ ve K^+/Na^+ oranına sahip olarak en dayanıklı çeşit olduğuna, Clark 63 çeşidinin ise diğer iki çeşide göre tuz stresine karşı daha hassas olduğu belirlenmiştir.

Kıpçak ve Erdinç (2016), Van Gölü Havzası'ndan temin edilmiş olan yirmi farklı fasulye genotipinin farklı tuz konsantrasyonlarına (25 mM ve 50 mM) verdiği tepkileri araştırdıkları çalışmalarında, tuza toleransın belirlenmesi için 0-5 skalası, tuza tolerans yüzdesi, yeşil aksam-kök yaş ve kuru ağırlığı ile yeşil aksamda bazı besin elementi (P, K, Ca, Na, K/Na, Ca/Na) içeriklerini ve oranlarını incelemiştir. Deneme sonucunda, fasulye genotiplerinin tuz stresine tepkilerinde farklılıklar

olduğunu, G30, G67 ve G75 genotiplerinin tuza dayanıklı, G2, G71, G78 ve G94 genotiplerinin ise tuz stresine karşı hassas oldukları belirlenmiştir.

Yaşar ve ark. (2008), tuza hassas Golden Crown F₁, Crimson Sweet ile tuz stresine dayanıklı Diyarbakır ve Midyat yerel genotiplerini kullanarak tuz stresinin karpuz bitkisinin yapraklarındaki antioksidatif enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, bitkileri su kültürü ortamında yetiştirmişler ve fidelerin 4-5 yapraklı oldukları dönemde 100 mM NaCl uygulaması yapmışlardır. 10 gün devam eden stres sonunda bitkilerde SOD, CAT, APX ve GR enzim aktiviteleri araştırılmıştır. Deneme tamamlandığında tuza dayanıklı genotiplerin SOD, CAT, APX ve GR enzim aktivitelerinin, tuz stresine hassas olan genotiplere oranla çok yüksek olduğunu, antioksidan enzim aktivitelerinin tuza tolerans düzeyinde etkili olduğu, karpuz genotiplerinin antioksidatif enzim sistemlerini hassas çeşitlere göre çok daha aktif kullandıklarını belirlemişlerdir.

Ruiz ve ark (1996), farklı tuz dozlarında uygulamalar yaparak, mikoriza aşılı ve aşısız ortamlarda yetiştirdikleri bitkiler üzerinde yaptıkları araştırmada tuz dozunun artmasıyla bitkilerin kök ve gövde kuru ağırlıklarında azalmaların olduğunu ve bu azalmaların mikorizasız bitkilerde daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Ayoub ve Ishag (1974), NaCl uygulamasının artmasıyla bitkilerin gelişmesinde ve yaprak alanlarında önemli düzeyde azalmaların meydana geldiğini yaprak kenarlarında da zamanla nekrozların oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda, bitki yapraklarında nispi nem içeriklerinin ve düşük ozmotik potansiyele bağlı olarak da potasyum gibi besin elementlerinin de alınımında azalmalar olduğunu belirlemişlerdir.

Dut'un (*Morus alba* L.) tuza hassas ve tuza dayanıklı iki kültür formu ile yapılan çalışmada, NaCl tuz stresi etkisi altında her iki kültür formunun yapraklarında serbest prolin birikimi olduğu belirlenmiştir. Yapraklarda gözlenen prolin miktarının tuza toleranslı kültür formunda, tuza hassas olanlardan daha fazla oranda olduğu belirlenmiştir. Her iki kültür formunda da tuz stresi etkisi altında prolin-5 ve karboksilaz aktivitesi artmış, prolin oksidaz ve prolin dehidrojenaz aktivitesi ise engellenmiştir. Tuza toleranslı kültür formlarında yüksek oranda glisin betain birikmiş ve klorofil indirgenmesi az olmuştur. Böylece dut bitkisinin kültür formlarında glisin betain ve prolin birikimi ile tuz toleransı arasında olumlu bir

bağlantı olduğu ortaya konmuştur. Bazı enzimlerin aktivitesinin stres durumunda engellenmesi ozmolitlerin (prolin gibi) biriktirilmesi açısından önemli sayılmıştır. Tuza tolerans gösteren kültür formunda glisin betain artışının bu bitkilerde Na⁺'ın sitoplazmadan vakuole akımını artırdığı ve zarların davranışlarını düzenlediği belirlenmiştir (Kumar, Reddy ve Sudhakar, 2003).

Porgalı (2001), tuza duyarlı (*Lycopersicon esculentum* Mill ev. Falcon 82) ve tuza dayanıklı (*Lycopersicon pennellii* Corell) iki domates türünü kullanarak bitkilerin yaprak dokusunda tuz stresinin, toplam protein miktarı, toplam SOD enzim aktivitesi, prolin miktarı, bağıl su içeriği ve bitki büyüme hormonlarından Oksin (indol-3 asetik asit, IAA), Gibberellik asit (GA₃), Sitokinin (Zeatin) ve Absisik asit (ABA) seviyeleri üzerine etkisini araştırmıştır. Tuza duyarlı *L. esculentum*' da kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tuz stresi uygulamasında; toplam protein miktarı, toplam SOD, enzim aktivitesi, bağıl su içeriği ve zeatin miktarı azalırken, prolin, IAA, GA₃ ve ABA miktarlarının arttığı tespit edilmiştir. Tuza dayanıklı *L. pennellii* de toplam protein miktarı, toplam SOD enzim aktivitesi, prolin miktarı, bağıl su içeriği, IAA, GA₃, zeatin ve ABA miktarlarında artışın olduğu belirlenmiştir.

Lycopersicum esculentum Mill. 'in Edkawy ve Simge F₁ çeşitlerini kullanarak yapılan çalışmada tuz stresinin, Simge F₁ çeşidinde bitki gelişiminde önemli oranda azalmalar meydana geldiğini gözlemlemiştir; Edkawy çeşidinde ise bitki gelişiminde önemli bir değişikliğe neden olmadığı saptamıştır. Tuz stresi, her iki domates çeşidinde de meyve ağırlığının ve boyunun azalmasına neden olmuş; toplam meyve sayısında ise herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır. Tuz stresinden dolayı her iki çeşidinde çiçeklerinde çürüme meydana gelmiş ve ürün verimliliğinde azalmalar olmuştur (Johnson ve ark., 2003).

Aktaş (2002), Na'nın bitkilerde hem floem, hemde ksilem iletim demetlerinde hareket edebilme yeteneğine sahip olan bir element olduğunu ve bitkinin birçok organeli üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu bildirmektedir. Bu etkinin daha çok yaşlı yaprak uçlarından başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyerek nekrozların ortaya çıkmasına kadar dönüşen semptomlar şeklinde ortaya çıktığını belirtmiştir.

Tuna ve Eroğlu (2017), laboratuvar koşullarında biber (*Capsicum annuum* L.) bitkilerine 100 mM NaCl ve organik bileşiklerden: askorbik asit (0.5 mM), salisilik

asit (0.1 mM), nitrik oksit (Sodium nitropruzit; 100 µM), prolin (10 mM) ve inorganik bileşiklerden: silisyum (2 mM), kalsiyum (10 mM) ve potasyumu (10 mM) yapraktan uygulamıştır. Araştırma sonunda elde edilen verilere göre; artan tuz stresi altında biber bitkisi yapraklarında elektriksel geçirgenlik, lipid peroksidasyonu, prolin içeriği ve antioksidatif enzim aktivitelerinde artış gözlemlenirken, bazı organik ve inorganik bileşiklerin tuzlu ortama ilavesiyle bu parametrelerde düşüş gözlenmiştir. Bunun yanı sıra ortama bazı organik ve inorganik bileşiklerin eklenmesiyle tuzlulukla beraber azalma gösteren yaprak makro element içeriği ve bitki uzunluğu, gövde çapı, gövde ve kök yaş ve kuru ağırlığının olumlu olarak değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Karpuz yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılan Obez F₁, Ferro F₁, RS841 F₁ hibrit kabak çeşitlerine farklı dozlarda (0.7, 4.0, 8.0, 12.0, 16.0 dS/m) tuz uygulaması yapılmış olup bitkilerdeki fizyolojik parametreler incelenmiştir. Tuz uygulaması bitkiler 3-4 yapraklı dönemde iken NaCl ve CaCl₂ tuzlarının şebeke suyuna karıştırılmasıyla yapılmış olup, bitkiler çiçeklenme döneminde hasat edilmiştir. Tuz uygulaması arttıkça üç anaçta da kontrol bitkilerine oranla klorofil a, klorofil b ve toplam karotenoid miktarlarının azaldığı saptanmıştır (Aydınşakir ve ark., 2015).

Aktaş (2006) tarafından, 102 adet biber genotipi kullanılarak sera koşullarında yürütülen çalışmada, genotiplerin besin çözeltisine 100 mM NaCl uygulaması yapılmış ve sonuçta yapraklarda oluşan semptom derecelerine göre altı adet tolerant, altı adet tuza hassas biber genotipleri belirlenmiştir. Seçimi yapılan bu genotipler, iklim odasında, su kültürü koşullarında yeniden denemeye alınmış ve besin çözeltisine 150 mM NaCl eklenmiş, tolerans olan çeşitlerde önemli seviyelerde zararlanmalar oluşmuş, yapraklarda da nekroz ve klorozlar meydana gelmiş, dayanıklı olarak belirlenen genotiplerde ise hafif zararlanmaların ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Tadesse ve ark., (1999), ortamda yoğun miktarda EC bulunması durumunda bitkinin su alımının engellendiğini ve kalsiyumun meyveye taşınımını azaltarak biberde çiçek burnu çürüklüğüne neden olduğunu bildirmişlerdir.

Tuz stresinin çilek bitkisinde kuru madde, meyve verimi ve klorofil miktarı üzerine etkisinin incelendiği çalışmada tuz stresi uygulanmış bitkilerin kontrol

bitkilerine göre kuru madde ağırlıklarında, klorofil miktarında ve meyve veriminde azalmalar meydana geldiğini ancak bitkilere kalsiyum ilavesiyle tuz stresinin bitkilerde oluşturduğu olumsuz etkiyi azalttığını belirtmişlerdir (Kaya ve ark. 2002).

Güneş ve ark. (1996), biber bitkilerini kullanarak yaptıkları araştırmada, tuz stresinin bitkinin kuru madde ağırlığını azalttığını, aynı zamanda bitkilerin büyümesinde ve gelişmesinde gerilemeler oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Öztekin (2009), farklı dozlarda tuz stresinin aşılı ve aşısız domates bitkilerinde etkilerini araştırdığı çalışmasında bitki boyu, yaprak alanı, gövde çapı, kök yaş ve kuru ağırlığı, toplam klorofil, prolin, yaprak oransal su içeriği, su kullanım randımanının tuz dozu arttıkça azaldığını ancak dışarıdan prolin uygulaması yapılmış bitkilerin, uygulama yapılmayan bitkilere göre tuz stresinden daha az etkilendiğini belirlemiştir.

Sonar ve Lamuyo biber çeşitleri kullanılarak yapılan çalışmada bitkilere farklı dozlarda (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM) NaCl uygulanmış olup, tuz stresine karşı bitkilerin çimlenme oranları, bitki gelişim durumu ve meyve verimliliği araştırılmıştır. 50 mM' a kadar olan NaCl uygulamalarında tohumların çimlenmeleri gecikirken, 100 mM ve üstündeki konsantrasyonlarda tohumların çimlenmesi engellenmiştir. Bitki gelişimi 10 mM NaCl uygulamasından itibaren yavaşlamaya başlamış, bitkilerin uzunluğunda, kuru ağırlıklarında ve yaprak alanlarında azalmalara neden olmuştur. Biber çeşitlerinin ikisinde de tuz stresinin etkisiyle meyve veriminde azalmalar meydana gelmiş, 150 mM'da bu azalmanın kontrol bitkilerine oranla % 95 olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonunda Sonar çeşidinin Lamuyo çeşidine oranla tuz stresine daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir (Chartzoulakis ve Klapaki, 2000).

Kreji (1999), tuz yoğunluğunun artmasının biber bitkisinin verimini düşürdüğünü, çiçek burnu çürüklüğü oluşmasına ve kalsiyum miktarında azalmalara neden olduğunu ifade etmiştir.

Trajkova ve ark. (2006), yürüttükleri çalışmada, perlit ortamında yetiştirilen hıyar bitkilerinin bir kısmına EC 3.0 ve 5.0 dS/m olacak şekilde NaCl, kalan kısmına ise CaCl₂ tuzlarını 134 gün süreyle uygulayarak Na, Cl ve Ca tuzlarının bitki gelişimi üzerine olan etkilerini araştırmış olup deneme sonucunda her iki tuz stresinde de

bitkilerin yaş ağırlığında, kuru ağırlığında ve meyve veriminde azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Turhan ve ark., (2007), NaCl uygulamasının çilek (*Fragaria x ananassa* cvs. *Camarosa* ve *Chandler*) bitkisinin gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada bitkileri 6 ay boyunca 0 (kontrol), 8.5, 17 ve 34 mM sodyum klorür (NaCl) içeren modifiye edilmiş 1/3 lük Hoagland besin çözeltisi ile sulamışlardır. Çalışma sonucunda bitkilerin tuz stresi karşısında, yaprak, gövde ve kök yaş ağırlıklarında ve yaprak sayısında azalmaların meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Turan (2000), in vitro koşullarında 15 patates çeşidi ve 6 yabancı patates genotipi kullanarak yürüttüğü çalışmada, çeşitlerin tuza (5.12 g/l NaCl) dayanıklılıklarını araştırmış, bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, boğum ve yaprak sayısı, yaprak eni ve boyu ve kök sayısı ölçümlerinde çeşitlerin tuz stresine farklı tepkiler verdiğini, bu çeşitler içerisinde Obelix, Concorde, Ausonia ve Tomensa çeşitlerinin tuza dayanıklılıklarının diğer çeşitlere göre daha iyi olduklarını belirtmiştir.

Debouba ve ark., (2006), artan dozlarda tuz stresi uyguladıkları (0, 25, 50 ve 100 mM NaCl) Chibli F1 domates çeşidinde tuz stresinin artışıyla beraber yaprak kuru ağırlığının önemli düzeyde azaldığını, ancak kök kuru ağırlığının artan tuz dozlarından daha az etkilendiğini, 100 mM tuz dozu haricindeki diğer tuz dozlarında önemli bir değişim olmadığını belirlemişlerdir. Benzer durumun yaprak ve kök su içeriğinde meydana geldiğini, özellikle 25 mM tuz dozunda kök su içeriği kontrol uygulamasından istatistiksel olarak önemli olmayan düzeyde etkilenirken, kök su içeriğinde artış belirlenmiştir. Araştırmacılar yaprak klorofil içeriğinin artan tuz dozlarından önemli düzeyde etkilenmediğini ancak yaprak ve kök protein içeriğinin ise önemli düzeyde azaldığını, tüm parametreler üzerine en belirgin olumsuz etkinin 100 mM tuz konsantrasyonunda meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Rahmana ve Ebrahimzadeh (2005), farklı tuz (0, 50, 75 ve 100 mM) konsantrasyonlarında iki adet tuza hassas (Diamant ve Ajax) ve iki adet tuza dayanıklı (Agria ve Kennebec) patates çeşitlerini kullanarak bitkilerin tuz stresine karşı fide büyümesi ve antioksidant enzimler üzerine verdiği tepkileri belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, 50 mM tuz uygulamasında tuz stresine dayanıklı (Agria ve Kennebec) olan çeşitlerin fide gelişiminde etkilenme olmadığı, hassas çeşitler olan Diamant ve Ajax çeşitlerinde ise % 50 azalma olduğu belirlenmiştir. Aynı dozda

Agria ve Kennebec çeşitlerinde süperoksit dismutaz aktivitesi artarken diğer çeşitlerde ise herhangi bir değişim olmamıştır. Tuz konsantrasyonu arttıkça çeşitlerin hepsinde süperoksit dismutaz aktivitesinin azalmış olup, tuz stresinin etkisi altındaki dört çeşitte de peroksidaz ve katalaz aktivitesinin arttığını gözlemlemişlerdir.

Daşgan ve ark. (2002), su kültürü ile yetiştirdikleri 55 farklı domates genotipine 200 mM NaCl uygulaması yapmıştır. Çalışma sonucunda bitkilerin yeşil aksam ve kök kuru ağırlıklarında azalmaların olduğunu ve bu azalmanın Na birikiminin artmasına bağlı olarak da arttığını bildirmişlerdir.

Konak ve ark. (1999), fide döneminde farklı tuz konsantrasyonları (kontrol ve EC değeri 8, 16 ve 24 mmhos/cm) uygulaması yapılmış 7 ekmeklik buğday (İzmir-85, Kaşifbey, Cumhuriyet-75, Seri-82, Kaklıç, Gönen ve Basribey-95) ve 2 makarnalık (Gediz-75 ve Ege-88) buğday çeşidinin dayanıklılıklarını araştırdığı çalışmada sürme gücü, kök boyu, fide boyu, kuru kök ağırlığı, kuru fide ağırlığı, toplam kuru ağırlığında kontrol bitkilerine oranla tüm NaCl uygulaması yapılmış çeşitlerde azalmalar olduğu tespit edilmiştir.

Zaochun-hongyu karpuz çeşidinde yapılan bir tuzluluk çalışmasında, bitkilere farklı dozlarda NaCl uygulanmış ortamlarda bitki büyümesi, fotosentetik gaz değişim parametreleri, membran geçirgenliği ve prolin bileşikleri incelenmiştir. Uygulama yapıldıktan 9 gün sonra, 25 mmol/l NaCl uygulamasında fide gelişimi artarken, 75 mmol/l NaCl uygulamasında ise büyüme engellenmiştir. 100 mmol/l NaCl uygulamasında yapraklardaki fotosentetik pigmentlerin bileşimleri artmış olup tuz stresinin etkisi karşısında fotosentez oranı, stoma iletkenliği ve transpirasyon oranında azalma meydana gelmiştir. NaCl konsantrasyonunun artışı ile birlikte, yapraklarda membran geçirgenliği ve prolin içeriği artmış, fotosentez engellenmiştir (ZhiPing ve ark., 2008).

Yetişir ve Uygur (2009), Crimson Tide karpuz çeşidi ve karpuz anaçlık potansiyeli olan 7 farklı kabak genotipini (*Cucurbita maxima*, *C. moschata*, *Luffa cylindrica*, *Benincasa hispida*, *Lagenaria siceraria* (Skp ve Birecik) köy çeşidi ve *L. siceraria* melezi (FRGold) 30 gün farklı tuz konsantrasyonlarına sahip (0, 4, 8, 12 ve 16 dS/m) sulama suyu ile yetiştirerek tuz stresine tepkilerini belirlemişlerdir. Stres sonucu bitki ana gövde uzunluğu, kök kuru ağırlığı, yaprak ve gövde kuru ağırlığı, bitki kuru ağırlığındaki azalma, yapraklarda Na, Ca ve K konsantrasyonu, Ca/Na ve

K/Na oranları belirlenmiştir. Kabak genotiplerinin tuz stresinden tüm parametrelerde farklı oranda etkilendiğini tespit etmişlerdir. Araştırmada *L. cylindrica* ve *B. hispida* kabak genotipleri hariç diğer kabak genotiplerinin tuz stresinden karpuzla göre daha az etkilendiği belirlenmiştir. Tuz uygulaması ile birlikte yapraklarda Na konsantrasyonu yükselmiştir. Çalışmada kabak genotipleri ve karpuz arasında iyon regülasyonu bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiş, tuz uygulamasının yapraklarda sodyum konsantrasyonunu arttırdığı belirlenmiştir. Ca/Na ve K/Na oranları artan tuz dozlarının etkisiyle genotiplere göre farklı düzeyde azalmıştır. Yüksek bitki kuru ağırlığına sahip olan genotipler, yüksek Ca/Na ve K/Na oranına sahip olarak belirlenmiştir. Bitki büyüme parametreleri ile Ca/Na ve K/Na oranları arasında pozitif korelasyonlar bulunurken, Na içeriği ile negatif korelasyon tespit edilmiştir.

Sanchez ve ark. (2008), model organizma olan *Lotus japonicus* bitkisine iki deney düzeneği ile iki farklı şekilde tuz stresi uygulamıştır. Deney düzeneğinin birinde bitkilere direkt olarak 25, 50 ve 75 mM NaCl uygulanmış olup, diğer düzenekte ise bitkiler tuz stresine kademeli olarak maruz bırakılmıştır. Bitkiler önce 50 mM NaCl stresine 4 gün, aynı bitkiler daha sonra 100 mM NaCl stresine 4 gün, son olarak da 150 mM tuz uygulaması ile üç adımda 150 mM NaCl stresine alıştırmıştır. Araştırmaları sonunda direkt tuz uygulanan gruptaki bitkilerin, tuza alıştırmaya kıyasla daha fazla iyonik strese girdiği belirtilmiştir.

Kautgen ve Pawelzik (2009), Korona ve Elsenta çilek çeşitlerini 40 ve 80 mmol/l NaCl içeren tuzlu su ile sulayarak tuz stresinin bitki gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Her iki çeşitte de tuz stresinin etkisiyle taze yaprak, kuru ağırlık, yaprak sayısı ve yaprak alanlarında kontrol bitkilerine oranla önemli oranda azalma tespit edilmiştir. İki çilek çeşidinde de artan tuz dozlarının etkisiyle bitki organlarında Na miktarlarında artış belirlenmiş, ancak Korona çeşidinde Na iyon miktarı petioller ve köklerde daha fazla artmış yapraklarda ise Na miktarı Elsenta çeşidine göre daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar bu durumun tuza dayanımda bir koruyucu mekanizma olduğunu bildirmişlerdir.

Kuşvuran (2010), tuz (200 mM NaCl) ve kuraklık stresi uyguladıkları 31 adet kavun genotipinin yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıklarının tuz stresinden daha fazla

etkilendiğini, kuru ağırlığın tuz stresinin etkisiyle % 54.50 azalırken, kuraklık stresinde bu azalmanın % 49.03 olduğunu bildirmiştir.

Gama ve ark. (2009), iki farklı fasülye çeşidinde yürüttüğü çalışmada bitkilere farklı dozlarda tuz stresi uygulamışlardır. Deneme sonucunda yapılan ölçümlerde tüm dozlarda bitki ağırlıklarının azaldığını ve antioksidant enzimlerin tuzdan olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Kuşvuran (2011), bamyada yürüttüğü çalışmada, tuza tolerant genotiplerin belirlenmesinde kullanılabilecek bazı parametrelerin etkinliği ile genotiplerin tuz stresine karşı göstermiş oldukları tepkileri incelemiştir. Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaştığında 200 mM NaCl uygulaması gerçekleştirilmiş ve stres sonunda oluşan etkilerin ortaya konulabilmesi amacı ile bitkilerde 0-5 görsel skala değerlendirmesi, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanı, yeşil aksam Na^+ , K^+ , Ca^{++} iyon analizleri bakımından değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda bamyada genotiplerinin tuz stresi karşısında farklı tepkiler gösterdiği, 0-5 skala değerlendirmesi, yeşil aksam kuru ağırlığı, yaprak alanı ile Na^+ , K^+ ve Ca^{++} iyon değişimlerinin tarama çalışmalarında etkin olarak kullanılabilecek parametreler arasında yer alabileceği tespit edilmiştir.

Tank ve Saraf (2009), tuzluluğun domates bitkisinin gelişimi üzerine etkisini saptamak amacıyla yaptığı çalışmada % 2' lik NaCl uygulaması sonucu domateste gelişimin yavaşladığını ve bitki köklerinin kontrol bitkilerine göre % 60 oranında kısaldığı tespit edilmiş olup benzer kısalma sürgün uzunluğunda da meydana gelmiştir. Yaprak sayısında ise önemli derecede bir azalma görülmezken, lateral köklerin gelişimi tuz varlığında azalmıştır. Bunun yanında tuzlu koşullarda yetişen domates bitkilerinde klorofil a ve b içeriği normal koşullarda yapılan yetiştiriciliğe göre % 100 daha yüksek bulunmuş, böylece domatesin tuz stresi etkisi altında daha fazla klorofil ürettiği belirlenmiştir.

Azuma ve ark. (2010), biber bitkilerine 20 gün boyunca 50 mM ve 100 mM NaCl uygulaması yapmıştır. Çalışma sonunda yapılan ölçümlerde bitki yaş ağırlığının, kontrol bitkilerine oranla 50 mM NaCl uygulaması ile azalmaya başladığını ve bu azalmanın 100 mM NaCl uygulaması ile daha da arttığı belirlenmiştir. Aynı zamanda meyve gelişiminde bitkilerin diğer kısımlarına göre

tuz stresinden daha çok etkilendiği tespit edilmiş, 100 mM NaCl uygulamasında meyve ağırlığının kontrol bitkilerine göre % 57 azaldığı bildirilmiştir.

Tepe ve ark. (2011), farklı dozlarda NaCl içeren toprak + torf + perlit karışımı ile doldurulmuş saksılarda yetiştirilen 18 farklı sivri biber genotipinin verimlerinin karşılaştırılması amacıyla ilkbahar ve sonbaharda olmak üzere iki kez deneme kurmuşlardır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 24 bitki kullanılmıştır. Bitkiler, gübre + sulama suyu=1.5 mS/cm (kontrol), gübre + sulama suyu + NaCl=2.5 mS/cm, gübre + sulama suyu + NaCl=3.5 mS/cm ve gübre + sulama suyu+NaCl=4.5 mS/cm olmak üzere, dört farklı EC değerine sahip tuzlu sulama suyu ile sulanmıştır. Deneme sonunda her çeşit istatistiksel analize tabi tutulmuş olup, 34 no'lu hattın sonbahar döneminde 3.5 mS/cm, ilkbahar döneminde de 2.5 mS/cm EC'ye sahip tuzlu sulama uygulamalarında verim yönünden kontrolle aynı grupta yer aldığı ve çeşit geliştirme çalışmalarında ıslah materyaliolarak kullanılmak üzere gen havuzuna aktarıldığını bildirmişlerdir.

Revigal kavun çeşidini kullanılarak yürütülen bir başka çalışmada bitkilere farklı gelişim dönemlerinde NaCl uygulaması yapılmıştır. Denemenin sonunda yapılan ölçümlerde bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarında, boyunda ve yaprak alanında azalmaların olduğu belirlenmiştir (Franko ve ark., 1993).

Tuz stresinin domates bitkisinin gelişimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, NaCl uygulaması ile birlikte bitkilerin gövde ağırlığında, bitki boyunda, yaprak sayısında ve kök uzunluğunda azalmalar meydana gelmiştir (Mohammed ve ark., 1998).

Romero ve ark. (2001), Daniela ve Moneymaker domates çeşitlerine 0, 35, 50 mM NaCl içeren besin solüsyonu uygulamasının bitkilerin bitki yaş ve kuru ağırlığına, yaprak alanına, yaprak su içeriğine ve ozmotik potansiyeline, gaz değişim parametrelerine, stoma sıklığına, yaprak klorofil ve yaprak sodyum içeriğine etkisini araştırmışlardır. Her iki çeşitte de artan tuz dozlarının etkisiyle bitkilerin kuru ağırlık, boy, yaprak sayısı, yaprak alanı, stoma sıklığı önemli düzeyde azaldığını ancak yaprak turgor basıncının stres altındaki bitkilerde kontrol bitkilerine oranla arttığını bildirmişlerdir.

NaCl seviyesinin artışı ile birlikte pamukta kök, gövde ve yaprak biyokütlesinde azalma, kök/gövde oranında ise artış tespit edilmiştir (Meloni ve ark., 2001).

Deveci ve Bora (2016), Jalapeno biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidi kullanarak yürütmüş oldukları çalışmada, bitkileri damla sulama ile Hoagland besin çözeltisi içeren hidroponik ortamda yetiştirmiş olup, üç farklı vejetasyon dönemine kadar (sekiz gerçek yapraklı dönem, ilk çiçeklenme dönemi ve hasat dönemi) besin çözeltilerine dört farklı dozda NaCl (0 mM, 50 mM, 75 mM ve 100 mM) uygulaması yapmışlardır. Deneme süresince yaprak oransal su içeriği (%), yaprak su potansiyeli (MPa), yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%), yaprak sıcaklığı (°C), ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda tuz dozunun arttıkça yaprak oransal su içeriğinin azaldığını, tuz stresinin biber bitkisinin değişik vejetatif dönemlerinde gösterdiği tepki bakımından incelendiğinde ise; yaprak sıcaklıkları ve yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının hasat döneminde en yüksek seviyeye çıktığı belirtilmiştir.

Bayuelo-Jimenez ve ark. (2002), 132 farklı fasulye genotipinde yüksek toleransa sahip genotiplerin olduğunu, kurak veya tuzlu alanlarda yetişen genotiplerin tolerans gösteren genotipler olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda *Phaseolus* cinsinin tuz stresine tolerans bakımından geniş bir varyasyona sahip olduğu da saptanmıştır.

Shalhevet ve Hsiao (1986), pamuk ve biber bitkilerinin tuz ve kuraklığa olan tepkilerini araştırdıkları çalışmada, tuz stresi uygulamasına maruz bırakılmış bitkilerin, kuraklık stresi etkisi altındaki bitkilere oranla daha iyi bir gelişim gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Patlıcan bitkisi kullanılarak yapılan bir çalışmada, farklı gelişim aşamalarında uygulanan tuzlu ve normal suların bitkinin bazı özelliklerine ve toprak tuzluluğuna olan etkisini belirlemek amacıyla; tuzlu su olarak 5 dS/m ve normal su olarak da 0,25 dS/m elektriksel iletkenliğe sahip sular kullanılmıştır. Gelişim periyotlarında uygulaması yapılan tuzlu suyun; bitki boyunu, bitki su tüketimini, bitki ağırlığını önemli düzeyde azalttığı, yaprakların mineral madde içeriğini ve toprak tuzluluğunu ise önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir (Öztürk, 2002).

Van'ın Gevaş ilçesinde 55 adet yerel fasülye genotipleriyle yapılan çalışmada, bitkilere 50 mM NaCl uygulanmış ve 20 gün sonra gözlemler alınmaya başlanmış olup yapılan ölçümler sonucunda tüm parametrelerde yerel genotiplerin daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır (Çiftçi ve ark., 2011).

Kaya ve ark. (2003), biber bitkisinde yaptıkları çalışmada, tuz stresi etkisi altındaki bitkilere uygulanan KNO_3 bileşiğinin kök ve yapraklardaki K ve klorofil içeriğini arttırdığını, stresi ise azalttığını belirtmişlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Deneme Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait 200 m² alana sahip polietilen araştırma serasında yürütülmüş olup, ölçüm ve analizler ise Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından desteklenen; “Kırşehir Yerel Biber Popülasyonlarının Agronomik ve Morfolojik Karakterizasyonu” isimli proje kapsamında yapılan surveyler sonucunda, 302 adet Kırşehir yerel biber genotipi toplanmıştır. Bu biber genotiplerinin morfolojik ve agronomik karakterizasyonu 2015 yılında tamamlanmış ve içerisinde seçilen ümitvar genotipler belirlenmiştir. Projenin devamı niteliğinde olan “Kırşehir Yerel Biber Popülasyonundan Seçilen Ümitvar Genotiplerin Moleküler Karakterizasyonu” isimli BAP projesi sonucunda; morfolojik özellikler bakımından diğerlerinden üstün, genetik olarak da birbirinden farklı olan genotipler içerisinde çalışmamızda materyal olarak kullanılan genotipler belirlenmiştir. Çalışmada tuza dayanıklı ve duyarlı kontrol çeşitleri de dahil olmak üzere toplam 30 biber genotipi kullanılmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Denemede kullanılan biber genotiplerinin kod numaraları ve temin edildiği yerler

Sıra No	Kod No	Temin Edildiği Yer
1	S – 65	Çayağazı
2	S – 69	Karakurt
3	K – 86	Gümüş Kümbet
4	S – 67	Karakurt
5	K – 80	Karakurt
6	Kandil Dolma	Ticari
7	Çetinel	Ticari
8	S – 5	Karakurt
9	2015 – 5	Çayağazı
10	D – 20	Karakurt
11	D – 7	Çayağazı
12	D – 49	Yelek
13	D – 47	Savcılı
14	2015 – 10	Çayağazı
15	S – 64	Hacı Selimli
16	C – 43	Aşağı Homurlu
17	C – 32	Mucur
18	2015 – 1	Çayağazı
19	S – 2	Yeşilli
20	TR 69728 (SarıDolma)	Ege Tarımsal Araş. Enst.
21	Ilıca	Ticari
22	Demre-8	Ticari
23	S – 34 E	Savcılı
24	C – 19	Çağırkan
25	Yalova 28	Ticari
26	Bağcı Çarliston	Ticari
27	C – 51	Karakurt
28	Çağırkan Kapyra	Çağırkan
29	2015 – 9	Çayağazı
30	D – 52	Kulpak

3.2. YÖNTEM

Araştırmada 24 biber genotipi ve 6 ticari çeşit olmak üzere toplam 30 biber çeşidi kullanılmıştır. Çalışma kontrol ve 3 tuz dozundan oluşan 4 uygulama (0, 50, 100, 150 mM NaCl) ve her uygulamada 4 tekrür olacak şekilde dizayn edilmiş ve her biri bir saksıya dikilmiş olan toplam 480 adet bitkiyle yürütülmüştür. Çalışma genç bitki aşamasında gerçekleştirilmiş, meyve hasadına kadar gidilmemiştir.

Belirlenen genotiplere ait tohumlar perlit-torf karışımı ile doldurulmuş viyollere 10.04.2016 tarihinde ekilmiş ve fideler 3-4 gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar rutin bakım işlemleri yapılmıştır (Vural ve ark., 2000). Şaşırtmaya uygun hale gelen fideler 14.05.2016 tarihinde drenajı engellemek için polietilen torba ile kaplanmış ve iri perlit doldurulmuş 5.5 litrelik plastik saksılara, her saksıda bir bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır (Şekil 1). Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Fidelere NaCl uygulaması yüksek dozların şok etkisi oluşturmasını engellemek amacıyla 50 mM NaCl uygulaması ile ilk tuz uygulaması olarak başlanmış, kademeli olarak tuz konsantrasyonu 100 ve 150 mM'a kadar artırılmıştır.

Bitkilerin sulanmasında Hoagland solüsyon reçetesinden modifiye edilen komple besin elementlerini içeren besin çözeltisi kullanılmıştır (Hoagland ve Arnon, 1950). Besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları Çizelge 9.' da verilmiştir.

Çizelge 9. Besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları

Element	N	P	K	Mg	Ca	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
Konsantrasyon (mg/l)	210	31	234	48	200	64	2.5	0.5	0.5	0.02	0.05	0.01



Şekil 1. Perlit içeren saksılardaki biber bitkilerinin genel görünümü

3.3. DENEMEDE İNCELENEN PARAMETRELER

3.3.1. Skala İle Genotiplerin Görsel Olarak Değerlendirilmesi

Biber bitkilerinde tuz stresinin etkisi ile ortaya çıkan zararlanmanın görsel olarak belirlenmesi ve sınıflandırılması aşağıda belirtilen skalaya göre yapılmıştır (Kuşvuran, 2010).

0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)

1: Tuz stresinden hafif etkilenme % 5'den fazla değil,

2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı olabilir ve tuz stresinden etkilenme % 6-20 arası olabilir,

3: Yapraklarda kıvrılma, kapanma, solgunluk ve sararmalar % 21-50 arası stresten etkilenme olabilir,

4: Yaprakların % 51-80 düzeylerinde şiddetli solgunluk, sararma, yapraklarda nekroz ve kurumalar,

5: Bitkide % 80 üzerinde geriye dönüşümsüz solma, yapraklarda kurumalar veya ölüm olabilir (Şekil 2).



Şekil 2. Tuz stresinin biber genotipleri üzerindeki etkisi

3.3.2. Çiçek Açma Zamanının Belirlenmesi (Gün)

Farklı dozda NaCl uygulamalarının erken çiçeklenme üzerine etkisini tespit etmek için tekrürde ki bitkilerin % 50'sinin çiçek açtığı zaman kaydedilmiş ve çiçek açma zamanı dikimden itibaren gün olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Biber genotiplerinin çiçeklenme zamanı

3.3.3. Bitki Boyunun Belirlenmesi

Deneme tamamlandığında bitkilerin kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm cinsinden metre ile ölçülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Biber genotiplerinde bitki boyu ölçümleri

3.3.4. Bitki Gövde Çapının Belirlenmesi

Deneme tamamlanma aşamasında çap ölçümü kök boğazı bölgesinden dijital kumpas kullanılarak mm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. Biber genotiplerinde gövde çapı ölçümleri

3.3.5. Yaprak Sayısının Belirlenmesi

Deneme tamamlanma aşamasında biber bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet/bitki olarak belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Biber genotiplerinde yaprak sayısının belirlenmesi

3.3.6. Bitki Gövde ve Kök, Yaş ve Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bitki gövde ve kök örnekleri hassas terazide (Shimadzu AY220-0.0001g hassasiyetinde) tartılarak gram yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra aynı örnekler

65°C etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra kuru ağırlık gram olarak kaydedilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Biber genotiplerinde gövde ve kök, yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

3.3.7. Yaprak Oransal Su İçeriğinin (YOSİ) Belirlenmesi

Biber bitkilerinin alttan 3. veya 4. yaprakların taze ağırlıkları alınarak, yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilmiş, bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları gr olarak belirlenmiştir. Aşağıdaki formüle göre YOSİ hesaplanmıştır (Sanchez ve ark. 2003).

Oransal Su İçeriği (%) = (Taze Ağırlık – Kuru Ağırlık)/(Turgor Ağırlık – Kuru Ağırlık) x 100

3.3.8. Nispi Büyüme Oranının Belirlenmesi

Tuz stresi uygulamasına başlamadan önce kuru ağırlıkları belirlenen örneklerin ağırlığı ile deneme sonlandırıldığı zaman belirlenen kuru ağırlıklar arasındaki farkın stres uygulanan gün sayısına bölünmesi ile belirlenmiştir (g kuru ağırlık/gün) (Şekil 8).



Şekil 8. Biber genotiplerinin nisbi büyüme oranlarının belirlenmesi

3.3.9. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi

Membran zararlanması, hücreden dışarıya verilen elektrolitin ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Fan ve Blake, 1994; Dlugokecka ve Kacperska-Palacz, 1978). Biber yapraklarından aynı büyüklükte kesilen yaprak diskleri de-iyonize su içerisinde 4 saat bekletilerek EC değerleri ölçülmüş, aynı diskler etüvde 100°C'de 10 dk. bekletildikten sonra EC değeri tekrar ölçülmüştür (Şekil 9).

Membran Zararlanma İndeksi = $(L_t - L_c / 1 - L_c) \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

L_t: tuz stresindeki yaprağın otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC

L_c: Kontrol yaprağının otoklav edilmeden önceki EC / Otoklav edildikten sonraki EC



Şekil 9. Biber genotiplerinde yaprak hücrelerinde meydana gelen membran zararlanmasının belirlenmesi

3.3.10. Yapraklarda Pigment Miktarlarının Belirlenmesi

Biber genotiplerinin yapraklarındaki klorofil miktarı Arnon (1949)'e göre belirlenmiştir (Şekil 10). Bu yöntemle göre 0.2 gr bitki yaprak örneği 8 ml, % 80'lik aseton içerisinde homojenize edilmiş ve homojenatlar soğutmalı santrifüjde +4°C'de, 3000 rpm'de 15 dk süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonunda elde edilen süpernatantlara ait absorbanlar UV-Vis spektrofotometrede 470 nm, 663 nm, 652 nm ve 645 nm dalga boyunlarında belirlenmiş ve pigment miktarlarının hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Lichtenthaler, 1983) .

Toplam klorofil(mg/g T.A.)= $A_{652} \times 27,8 \times 20$ /mg örnek ağırlığı

Klorofil a (mg/g T.A.) = $(11,75 \times A_{663} - 2,35 \times A_{645}) \times 20$ /mg örnek ağırlığı

Klorofil b (mg/g T.A.) = $(18,61 \times A_{645} - 3,96 \times A_{663}) \times 20$ /mg örnek ağırlığı

Karotenoid (mg/g T.A.) = $((1000 \times A_{470}) - (2,27 \times K_{lo.a}) - (81,4 \times K_{lo.b}) / 227) \times 20$ /mg örnek Ağırlığı



Şekil 10. Biber genotiplerinde klorofil ve karatenoid miktarının belirlenmesi

3.3.11. Tolerant, Orta Tolerant ve Hassas Genotiplerin Belirlenmesi

Biber genotiplerinde incelenen bütün parametre sonuçları, Microsoft Excel paket programında en yüksek değerlerden en düşük değerlere aşağıdan yukarıya doğru sıralanarak incelenmiştir. İncelenen parametreler bakımından hep veya çoğunlukla en yüksek değerleri alıp yukarıda olan genotipler tolerant, parametrelerin sıralanmasında aşağılarda yer alanlar duyarlı ve iki grup arasındaki genotipler ise orta dayanıklı olarak belirlenmiştir (Süyüm, 2011).

3.3.12. Verilerin Değerlendirilmesi

Tuz stresi sonucu ortaya çıkan değerlerin kontrole göre % değişimleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Kontrole göre % değişim = $\frac{((\text{Tuz uygulaması değerleri} - \text{Kontrol uygulaması değerleri}) / \text{Kontrol uygulaması değerleri}) \times 100$

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin analizi “SPSS 17 V” istatistik programı ile yapılmıştır. Varyans analizlerinde ortalamalar arasındaki farklılığın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığının belirlenmesi için çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi kullanılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1980).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

30 farklı biber genotipinin uygulanan farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada, incelenen parametrelerde aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

4.1. TUZ STRESİNDEN ETKİLENMENİN 0-5 SKALASINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmada 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulanmış biber genotiplerinde tuz stresinden kaynaklanan zararlanmanın derecesi 0-5 skalasına göre değerlendirilerek belirlenmiş olup, elde edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 10).

Kontrol bitkilerinde yer alan genotiplere tuz uygulaması yapılmamış olup skalada 0 olarak değerlendirilirken, zarar gören bitkiler 0 ile 5 arasında sınıflandırılmıştır. Biber genotiplerinin ortalama skala değerleri 50 mM'da 1.39, 100 mM'da 2.70, 150 mM'da ise 3.69 olarak belirlenmiştir.

Artan tuz dozlarının etkisi ile tüm biber genotiplerinde zararlanma gözlemlenmiş ancak zararlanmanın derecesi bakımından genotipler arasında önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır. En düşük doz olan 50 mM tuz uygulaması yapılmış bitkiler içerisinde en toleranslı genotipler K-86 (0.25) başta olmak üzere, S-65 (0.50), D-52 (0.50), 2015-5 (0.75), D-7 (0.75), 2015-10 (0.75) olurken, en dayanıksız genotipler ise 2015-1 (2.50), Kandil Dolma (2.25), D-49 (2.25), TR69728 (2.25) olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında ise en toleranslı genotipler K-86 (1.50), D-52 (1.75), S-69 (2.25), S-67 (2.25) D-20 (2.25), C-51 (2.25), 2015-9 (2.25) olurken, en dayanıksız genotipler Ilica (4.25), Demre-8 (4.25), D-49 (3.50), C-43 (3.50) olarak belirlenmiştir. 150 mM tuzluluk koşullarında ise en toleranslı genotipler K-86 (2.00), D-52 (2.25), S-69 (2.50), S-67 (2.75), K-80 (2.75) olurken, en dayanıksız genotiplerde C-32 (4.75), TR69728 (4.75), Demre-8 (4.75), D-49 (4.50), Ilica (4.50), C-19 (4.50) olarak tespit edilmiştir.

Na toksisitesinin bitkiler üzerindeki en belirgin etkisi büyümenin yavaşlamasının yanı sıra, özellikle alt yaprakların uç ve kenar kısımlarında kloroz ve sararan alanların nekrozlara dönmesi ile ortaya çıkan kurumalardır (Bergman, 1992; Karanlık, 2001; Hasegawa ve ark., 1986; Mer ve ark., 2000).

Skala derecelendirmesi gözlemsel bir değerlendirme olmasına rağmen, birçok araştırmacı tarafından genotiplerin tuz stresine dayanımlarını sınıflandırmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Koç (2005), Seymen (2015), ve Kaya (2011) fasulyede; Kuşvuran (2010) bamyada; Süyüm (2011) karpuzda; Daşgan ve ark. (2002) domateste; Aktaş (2002) biberde, Yaşar (2009) patlıcanda bütün genotiplerin tuzdan olumsuz etkilendiğini ancak genotipler arasında tuzdan etkilenme bakımından önemli farklılıkların olduğunu bildirmişlerdir.

Aktaş (2002), biberde tuza toleransın belirlenmesinde birçok parametrenin kullanılabileceğini ancak en etkin seçim kriterlerinin skala değeri ile bitkideki K/Na oranı olduğunu ifade etmektedir.

Koç (2005), 67 fasulye genotipine 125 mM tuz stresi uyguladığı çalışmada skala değerlendirmesinde genotiplerin 1.3 ile 3.7 arasında değerler aldığını tüm genotiplerin ortalama skala değerinin ise 3.7 olduğunu bildirmiştir.

Küçükkömürcü (2011), 37 adet bamya genotipinde 200 mM NaCl uygulamasının ortalama skala değerinin 2.49 olduğunu belirlemiştir.

Araştırmacılar genotiplerin ayırımında skala değerlendirmesinin önemli bir parametre olabileceğini belirtmişlerdir. Bulgularımızda da önceki çalışmalarla uyumlu olarak, genotiplerin görsel olarak tuz stresinden etkilenme oranları farklılık göstermiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama 0-5 skala değerleri

Genotip	Uygulanan Dozlar (NaCl)		
	50 mM	100 mM	150 mM
S65	0.50 ^{e-f}	2.50 ^{c-e}	3.00 ^{f-1}
S69	0.75 ^{d-f}	2.25 ^{d-f}	2.50 ^{h-i}
K86	0.25 ^f	1.50 ^f	2.00 ⁱ
S67	1.75 ^{a-c}	2.25 ^{d-f}	2.75 ^{g-i}
K80	1.50 ^{b-d}	2.50 ^{c-e}	2.75 ^{g-i}
Kandil Dolma	2.25 ^{a-b}	2.75 ^{b-d}	3.50 ^{d-g}
Çetinel	1.75 ^{a-c}	2.50 ^{c-e}	3.25 ^{e-h}
S5	1.75 ^{a-c}	2.50 ^{c-e}	3.25 ^{e-h}
2015-5	0.75 ^{d-f}	3.25 ^{b-c}	3.50 ^{d-g}
D20	1.75 ^{a-c}	2.25 ^{d-f}	3.25 ^{e-h}
D7	0.75 ^{d-f}	2.50 ^{c-e}	3.50 ^{d-g}
D49	2.25 ^{a-b}	3.50 ^{a-b}	4.50 ^{a-c}
D47	1.50 ^{b-d}	2.75 ^{b-d}	3.50 ^{d-g}
2015-10	0.75 ^{d-f}	2.50 ^{c-e}	3.50 ^{d-g}
S64	1.00 ^{c-f}	2.50 ^{c-e}	5.00 ^a
C43	1.50 ^{b-c}	3.50 ^{a-b}	5.00 ^a
C32	1.75 ^{a-c}	3.25 ^{b-c}	4.75 ^{a-b}
2015-1	2.50 ^a	3.25 ^{b-c}	3.50 ^{d-g}
S2	1.50 ^{b-c}	2.75 ^{b-d}	4.25 ^{a-d}
TR 69728	2.25 ^{a-b}	2.50 ^{c-e}	4.75 ^{a-b}
Ilıca	1.50 ^{b-d}	4.25 ^a	4.50 ^{a-c}
Demre-8	1.25 ^{c-e}	4.25 ^a	4.75 ^{a-b}
S34	1.25 ^{c-e}	2.50 ^{c-e}	4.25 ^{a-d}
C19	1.75 ^{a-c}	2.75 ^{b-d}	4.50 ^{a-c}
Yalova 28	1.50 ^{b-d}	2.75 ^{b-d}	4.00 ^{b-e}
Bağcı Çarliston	1.50 ^{b-d}	2.50 ^{c-e}	3.50 ^{d-g}
C51	1.25 ^{c-e}	2.25 ^{d-f}	4.00 ^{b-e}
Çağırkan Kapyra	1.25 ^{c-e}	2.50 ^{c-e}	3.75 ^{c-f}
2015-9	1.25 ^{c-e}	2.25 ^{d-f}	3.25 ^{e-h}
D52	0.50 ^{e-f}	1.75 ^{e-f}	2.25 ¹⁻ⁱ
Ortalama	1.39	2.70	3.69
P Değeri	0.00	0.00	0.00

4.2. TUZ STRESİ ETKİSİYLE ÇİÇEK AÇMA ZAMANININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tuz konsantrasyonlarının erken çiçeklenme üzerine etkisini tespit etmek için çiçeklerin % 50'si açtığı zaman kaydedilmiş ve çiçek açma zamanı dikimden itibaren gün olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda kontrol bitkisinde en erken çiçeklenme 2015-5 (29 gün), en geç çiçeklenme ise Y-28 (47.50 gün) genotipinde belirlenmiştir. Biber genotiplerinin çiçeklenme zamanları üzerine uygulanan tuz dozlarının etkileri değişkenlik gösterse de genel olarak artan tuz dozlarıyla orantılı olarak çiçeklenme zamanında geciktiği saptanmıştır.

50 mM tuz dozunda kontrol bitkilerine göre daha erken çiçeklenen genotipler D-7 (% -3.55) , K-86 (% -3.42) , S-65 (% -2.50), Çetinel (% -2.47), D-49 (% -1.52), S-2 (% -1.27), Kandil Dolma (% -0.69) olarak belirlenirken; D-20 (% 0.00) genotipinde oransal olarak değişim olmamıştır. Kontrol bitkilerine göre daha geç çiçeklenme gösteren genotipler ise Çağırkan (% 18.94), Bağcı Çarliston (% 13.18), TR69728 (% 12.95), 2015-5 (% 8.62) olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında ise sadece K-86 (% -6.85), D-20 (% -5.37), S-2 (% -1.27), S-69 (% -0.62) genotipleri kontrol bitkilerine kıyasla daha erken çiçeklenirken, Çağırkan (% 28.79), Demre-8 (% 23.13), Bağcı Çarliston (% 18.60), Ilıca (% 17.27) bitkileri ise daha geç çiçeklenme göstermiştir. 150 mM tuz uygulamasında K-86 (% -11.64), S-69 (% -0.62) genotipleri daha erken çiçeklenirken, C-19 (% 47.97), Bağcı Çarliston (% 34.88), Demre-8 (% 32.84), Çağırkan (% 31.82) genotipleri daha geç çiçeklenme göstermiştir.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), artan dozlarda tuz stresi (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM NaCl) uyguladıkları biber bitkilerinde; özellikle 100 ve 150 mM tuz uygulamalarının hem çimlenmeyi hem de fide gelişimini olumsuz etkilediği ve 150 mM NaCl konsantrasyonundaki bitkilerde meyve sayısı ve ağırlığında belirgin azalmalar olduğunu bildirmişlerdir.

Rastgeldi (2010), 5 farklı biber çeşidinde artan tuz dozlarının (50, 100 ve 150 mM NaCl) etkisi ile çiçeklenme gün sayısının da geciktiğini tespit etmişlerdir.

Akay (2010), beş farklı biber genotipinde artan dozlarda (50, 100 ve 150 mM) tuz stresi uygulamasının çiçeklenme zamanı üzerine olan etkisini incelediği

çalışmasında, uygulanan tuz dozlarındaki artışla orantılı olarak ieklenmesinde geciktiğini saptamıştır. Çalışmamızda da benzer şekilde artan tuz dozlarının etkisiyle çiçeklenmenin geciktiği, özellikle 100 ve 150 mM tuz dozlarında çiçeklenmenin istatistiksel olarak önemli düzeyde geciktiği belirlenmiştir.



Çizelge 11. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama çiçek açma zamanları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 Mm	50 mM	100 mM	150 mM
S65	40 ^{c-e}	39 ^{c-e}	42.50 ^{c-f}	43.50 ^{c-f}	-2.50	6.25	8.75
S69	40.25 ^{c-e}	41.50 ^{b-c}	40 ^{d-l}	40 ^{e-i}	3.11	-0.62	-0.62
K86	36.50 ^{e-i}	35.25 ^{f-i}	34 ^{i-l}	32.25 ^k	-3.42	-6.85	-11.64
S67	36 ^{f-i}	36.50 ^{d-g}	37.25 ^{f-j}	40.75 ^{d-i}	1.39	3.47	13.19
K80	37.75 ^{d-g}	40 ^{c-e}	43 ^{c-d}	42 ^{d-h}	5.96	13.91	11.26
Kandil Dolma	36 ^{f-i}	35.75 ^{f-h}	37.50 ^{f-i}	37.75 ^{h-j}	-0.69	4.17	4.86
Çetinel	40.50 ^{c-d}	39.50 ^{c-e}	42.50 ^{c-e}	42 ^{d-h}	-2.47	4.94	3.70
S5	36 ^{f-i}	36.50 ^{d-g}	36.50 ^{h-k}	41.50 ^{d-h}	1.39	1.39	15.28
2015-5	29 ^l	31.50 ^{i-j}	32 ^l	32 ^k	8.62	10.34	10.34
D20	37.25 ^{d-h}	37.25 ^{d-f}	35.25 ^{i-l}	38.25 ^{g-j}	0.00	-5.37	2.68
D7	35.25 ^{g-i}	34 ^{f-j}	36 ^{h-i}	39.50 ^{f-j}	-3.55	2.13	12.06
D49	33 ^{i-k}	32.50 ^{h-j}	35.50 ^{i-l}	43 ^{c-g}	-1.52	7.58	30.30
D47	35.50 ^{g-i}	36.50 ^{d-g}	40 ^{d-h}	38.25 ^{g-j}	2.82	12.68	7.75
2015-10	33.50 ^{h-j}	35.75 ^{e-h}	35.50 ^{i-l}	35.25 ^{i-k}	6.72	5.97	5.22
S64	33 ^{i-k}	33.50 ^{f-j}	37.25 ^{f-j}	40.50 ^{d-i}	1.52	12.88	22.73
C43	34 ^{g-j}	34.75 ^{f-i}	36 ^{h-i}	40.50 ^{d-i}	2.21	5.88	19.12
C32	40 ^{c-e}	41 ^{b-d}	41.50 ^{c-f}	45 ^{b-e}	2.50	3.75	12.50
2015-1	33 ^{i-k}	35 ^{f-i}	36 ^{h-i}	35 ^{j-k}	6.06	9.09	6.06
S2	39.50 ^{c-f}	39 ^{c-e}	39 ^{e-i}	45 ^{b-e}	-1.27	-1.27	13.92
TR 69728	34.75 ^{g-i}	39.25 ^{c-e}	37.75 ^{f-i}	45 ^{b-e}	12.95	8.63	29.50
Ilıca	34.75 ^{g-i}	35.75 ^{e-h}	40.75 ^{d-h}	44.50 ^{b-e}	2.88	17.27	28.06
Demre-8	33.50 ^{h-j}	35.25 ^{f-i}	41.25 ^{c-g}	44.50 ^{b-e}	5.22	23.13	32.84
S34	29.50 ^{k-l}	31 ^j	33 ^{j-l}	37.75 ^{h-j}	5.08	11.86	27.97
C19	30.75 ^{j-l}	32 ^{i-j}	32.50 ^{k-l}	45.50 ^{b-d}	4.07	5.69	47.97
Yalova 28	47.50 ^a	49.50 ^a	50.25 ^a	53 ^a	4.21	5.79	11.58
Bağcı Çarliston	32.25 ^{i-l}	36.50 ^{d-g}	38.25 ^{e-i}	43.50 ^{c-f}	13.18	18.60	34.88
C51	42.50 ^{b-c}	43 ^{b-c}	44.50 ^{b-c}	47 ^{b-c}	1.18	4.71	10.59
Çağırkan Kapyra	33 ^{i-k}	39.25 ^{c-e}	42.50 ^{c-e}	43.50 ^{c-f}	18.94	28.79	31.82
2015-9	30.75 ^{j-l}	33 ^{g-j}	34 ^{i-l}	36.50 ^{i-k}	7.32	10.57	18.70
D52	45.50 ^{a-b}	46.50 ^b	47 ^{a-b}	49 ^{a-b}	2.20	3.30	7.69
Ortalama	36.03	37.19	38.63	41.39	3.47	7.62	15.64
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.3. TUZ STRESİ ETKİSİYLE BİTKİ BOYUNDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER

Uygulanan tuz stresi sonucunda bitki boyunda meydana gelen değişimler Çizelge 12’ de verilmiştir.

Tuz stresi tüm biber genotiplerinde değişen oranlarda bitki boylarında azalmalara neden olmuştur. Kontrol uygulamasında bitki boyu ortalaması 39.73 cm, 50 mM’ da 34.82 cm, 100 mM’ da 28.36 cm, 150 mM’da ise kontrol bitkisine göre % 48.80 azalma ile 20.08 cm olarak belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde en yüksek boy ortalamasına 55.57 cm ile Ilıca çeşidi sahip olurken, en düşük bitki boyu ortalamasına sahip genotip ise 20.67 cm ile S-69 olarak belirlenmiştir.

50 mM tuz stresi uygulanmış biber genotipleri içerisinde kontrol bitkilerine göre en fazla boy azalması saptanan genotipler; TR69728 (% -26.44), S-2 (% -23.80), K-80 (% -20.32), S-67 (% -18.97), D-7 (% -18.54) olarak belirlenmiş olup, en az boy azalması saptanan biber genotipleri ise; Bağcı Çarliston (% -2.25), Çağırkan (% -3.52), S-69 (% -3.55), S-65 (% -3.60) ve Kandil Dolma (% -4.72) olmuştur. 100 mM tuz uygulaması sonucu en fazla boy azalması sırayla S-2 (% -44.95), D-49 (% -41.59), Ilıca (% -38.99), Demre-8 (% -36.42), D-7 (% -35.02), C-43 (% -33.61), S-5 (% -30.71) genotiplerinde belirlenirken, en az boy azalması ise Kandil Dolma (% -8.92), Çağırkan (% -11.94), Bağcı Çarliston (% -16.25), S-34 (% -18.37), Çetinel (% -21.38) genotiplerinde belirlenmiştir. Çalışmadaki en yüksek tuz dozu olan 150 mM uygulamasında ise en fazla boy azalması gösteren genotipler S-64 (% -70.65), C-19 (% -68.24), TR69728 (% -67.96), Demre-8 (% -65.40), C-32 (% -63.90), Ilıca (% -63.89) olarak belirlenirken, en az boy azalması gösteren genotipler ise Kandil Dolma (% -23.79), S-69 (% -30.48), D-20 (% -30.74), S-67 (% -30.86), Çetinel (% -32.50) olarak belirlenmiştir.

Tuz stresi bitkilerin morfolojisi ve anatomisini de kapsayan tüm metabolizması üzerinde etkili olan önemli bir stres parametresidir (Levitt, 1980). Tuz stresi bitkilerin genel anlamda büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemekte, özellikle yüksek konsantrasyonlarda bitki büyümesini tamamen durdurabilmekte, hatta bitkilerin hayat devresini tamamlayamadan ölmesine neden olabilmektedir (Erdal ve ark., 2000; Ashraf, 1980). Tuz stresinin etkisiyle kök ve gövdede hücre sayısında,

mitotik aktivitede ve hücre bölünme oranında azalma meydana geldiği ve bunlardan dolayı bitki boyunun azaldığı bilinmektedir (Bursens ve ark., 2000).

Tuz stresinin bitkilerin boy uzunluğu üzerinde azaltıcı etki yaptığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Aktaş ve ark. (2006), Chartzoulakis ve Klapaki (2000), Rastgeldi (2010) biberde; Süyüm (2011), Colla ve ark. (2007), Goreta ve ark. (2008), karpuzda; Yetişir ve Uygur (2009) kabakta; Daşgan ve ark. (2002); Turhan ve ark. (2009), domateste; Akıncı ve Akıncı (2000), patlıcanda; Kuşvuran (2010), kavunda tuz stresinin etkisiyle bitki boyunda önemli düzeyde azalma oluştuğunu saptamışlardır.

Süyüm (2011), 200 mM NaCl uyguladıkları 65 karpuz genotipinin boy uzunluklarının tuz stresinin etkisi ile % 30.54 azaldığını bildirmiştir. Çağırğan (2015), karpuz genotiplerinde 100 mM tuz uygulamasının % 52.9 oranında boy azalmasına neden olduğunu saptamıştır.

Kaya (2011), 200 mM NaCl uyguladıkları 81 adet fasulye genotipinde ise kontrol bitkilerine göre boy uzunluklarının ortalama % 69.46 oranında azaldığını saptamışlardır. Küçükkömürcü (2011), bamya genotiplerinin 200 mM tuz stresi altında bitki boylarının ortalama % 39.04 oranında azaldığını bildirmiştir.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), Sonar ve Lamuyo isimli iki hibrit biber çeşidine 50, 100 ve 150 mM tuz stresi uygulamışlar ve bitkiler 6 haftalıkken Sonar çeşidinde bitki boyu doz sırasına göre kontrole kıyasla % 20.28, % 30.96 ve % 43.77 azalırken, Lamuyo çeşidinde bu azalma doz sırasına göre % 29.10, % 39.93 ve % 50.37 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde, özellikle 100 ve 150 mM tuz dozlarında yakın oranlar belirlenmiştir.

Önceki çalışmalarla uyumlu olarak bulgularımızda da 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında bitki boylarının sırasıyla % 11.92, % 28.09, % 48.80 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 12. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama bitki boy verileri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	39.80 ^{f-h}	38.37 ^{c-g}	28.26 ^{c-h}	19.73 ^{d-i}	-3.60	-28.98	-50.42
S69	20.67 ^m	19.93 ^m	14.77 ^k	14.37 ^{g-j}	-3.55	-28.55	-30.48
K86	61.80 ^a	56.60 ^a	45.30 ^a	40.50 ^a	-8.41	-26.70	-34.47
S67	40.93 ^{e-g}	33.17 ^{f-j}	29.73 ^{b-h}	28.30 ^{b-c}	-18.97	-27.36	-30.86
K80	40.03 ^{f-h}	31.90 ^{h-j}	29.50 ^{b-h}	24.87 ^{c-d}	-20.32	-26.31	-37.89
Kandil Dolma	32.5 ^{i-k}	30.97 ^{i-j}	29.60 ^{b-h}	24.77 ^{c-d}	-4.72	-8.92	-23.79
Çetinel	46.47 ^{c-e}	39.23 ^{c-e}	36.53 ^b	31.37 ^b	-15.57	-21.38	-32.50
S5	47.87 ^{c-d}	39.50 ^{c-d}	33.16 ^{b-e}	31.07 ^b	-17.48	-30.71	-35.10
2015-5	42.03 ^{d-g}	34.40 ^{d-i}	28.56 ^{c-h}	22.80 ^{c-f}	-18.16	-32.04	-45.76
D20	31.67 ^{j-k}	28.70 ^{i-l}	23.56 ^{g-j}	21.93 ^{d-f}	-9.37	-25.58	-30.74
D7	42.07 ^{d-g}	34.27 ^{d-i}	27.33 ^{d-i}	20.27 ^{d-g}	-18.54	-35.02	-51.82
D49	34.7 ^{h-j}	29.70 ^{i-k}	20.26 ^{i-k}	13.17 ^{i-j}	-14.41	-41.59	-62.06
D47	25.33 ^{l-m}	23.57 ^{l-m}	19.66 ^{j-k}	13.93 ^{g-j}	-6.97	-22.37	-45.00
2015-10	28.83 ^{k-l}	24.47 ^{k-m}	20.03 ^{i-k}	13.57 ^{i-j}	-15.14	-30.52	-52.95
S64	46.57 ^{c-e}	43.33 ^c	34.93 ^{b-c}	13.67 ^{h-j}	-6.94	-24.98	-70.65
C43	48.90 ^c	43.07 ^c	32.46 ^{b-f}	19.30 ^{d-i}	-11.93	-33.61	-60.53
C32	36.10 ^{g-j}	33.53 ^{e-i}	24.73 ^{g-j}	13.03 ^{i-j}	-7.11	-31.49	-63.90
2015-1	40.17 ^{f-h}	35.60 ^{d-i}	27.46 ^{d-h}	17.17 ^{e-j}	-11.37	-31.62	-57.26
S2	46.50 ^{c-e}	35.43 ^{d-i}	25.60 ^{f-j}	22.33 ^{c-f}	-23.80	-44.95	-51.97
TR 69728	42.87 ^{d-f}	31.53 ^{i-j}	30.56 ^{b-g}	13.73 ^{h-j}	-26.44	-28.69	-67.96
Ilıca	55.57 ^b	49.17 ^b	33.90 ^{b-d}	20.07 ^{d-h}	-11.52	-38.99	-63.89
Demre-8	51.07 ^{b-c}	42.97 ^c	32.46 ^{b-f}	17.67 ^{e-j}	-15.86	-36.42	-65.40
S34	41.00 ^{e-g}	38.93 ^{c-f}	33.46 ^{b-e}	18.73 ^{d-i}	-5.04	-18.37	-54.31
C19	36.63 ^{g-j}	32.50 ^{h-j}	26.10 ^{e-j}	11.63 ^j	-11.28	-28.75	-68.24
Yalova 28	38.37 ^{f-i}	33.43 ^{f-j}	28.96 ^{c-h}	19.63 ^{d-i}	-12.86	-24.50	-48.83
Bağcı Çarliston	38.57 ^{f-i}	37.70 ^{c-h}	32.30 ^{b-f}	23.57 ^{c-e}	-2.25	-16.25	-38.89
C51	34.3 ^{h-k}	32.77 ^{g-j}	24.56 ^{g-j}	18.10 ^{e-i}	-4.47	-28.38	-47.23
Çağırkan Kapya	31.27 ^{j-k}	30.17 ^{i-j}	27.53 ^{d-h}	17.83 ^{e-j}	-3.52	-11.94	-42.96
2015-9	36.20 ^{g-j}	32.13 ^{h-j}	26.86 ^{d-i}	16.67 ^{f-j}	-11.23	-25.78	-53.96
D52	33.2 ^{i-k}	27.6 ^{j-l}	22.56 ^{h-j}	18.50 ^{d-i}	-16.87	-32.03	-44.28
Ortalama	39.73	34.82	28.36	20.08	-11.92	-28.09	-48.80
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.4. TUZ STRESİ ETKİSİYLE BİTKİ GÖVDE ÇAPINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER

Tuz stresi etkisi altında yetişen biber genotiplerinde bitki çaplarındaki değişimler belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 13' de verilmiştir.

Kontrol bitkileri içerisinde en yüksek çap Bağcı Çarliston (10.24 mm) çeşidinde, en düşük çap ise S-67 (7.47 mm) genotipinde belirlenmiştir. Tüm genotiplerde artan tuz dozları bitki gövde çaplarında azalmalara neden olmuştur; ancak genotipler arasında tuz stresinden etkilenme bakımından farklılıklar belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde biber genotiplerinin çap ortalaması 8.65 mm iken, 50 mM tuz uygulamasında 7.77 mm, 100 mM' da 6.93 mm, 150 mM' da ise 5.31 mm olarak saptanmıştır.

50 mM tuz uygulaması sonucu bitki çapları incelendiğinde gövde çapı en az azalan genotipler 2015-10 (% 1.81), Çağırkan (% -0.90), D-7 (% -2.21), Bağcı Çarliston (% -3.03), S-64 (% -5.53), S-65 (% -6.21) olurken, en fazla azalan genotipler Demre-8 (% -23.41), S-69 (% -17.94), 2015-1 (% -17.20), Ilıca (% -15.15) olmuştur. 100 mM tuz uygulamasında ise gövde çapı en az azalan genotipler sırasıyla K-80 (% -6.32), K-86 (% -10.35), Çağırkan (% -12.57), D-7 (% -13.43), D-47 (% -13.75) olarak belirlenmiştir. Aynı dozda en fazla etkilenen genotipler ise Demre-8 (% -30.06), C-51 (% -28.26), C-32 (% -28.19), C-43 (% -27.31), 2015-10 (% -26.25) olarak tespit edilmiştir. En yüksek tuz dozu olan 150 mM' da ise gövde çapı en az azalan genotipler K-80 (% -16.89), K-86 (% -18.40), S-67 (% -19.19) olarak gözlemlenirken, en fazla etkilenen genotiplerde C-43 (% -65.20), C-51 (% -61.26), S-64 (% -57.74), 2015-1 (% -55.03) olarak belirlenmiştir.

Sonuçlarımızla uyumlu olarak; Neves ve ark. (2004), tuz stresi altındaki bitkilerin gövde çaplarında azalma meydana gelebileceğini, ancak tuz stresinin etkisi ile bitki boyu ve yaprak sayısındaki azalışın çaptakinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Söylemez (2014), domates bitkisinde tuz dozunun 2 dS m^{-1} den 9 dS m^{-1} e yükseltilmesiyle gövde çaplarının 2009 yılında % 13.06, 2010' da ise % 6.58 oranında azaldığını bildirmiştir.

Rastgeldi (2010), artan dozlarda tuz stresi uyguladığı (50, 100 ve 150 mM NaCl) 5 farklı biber çeşidinde, doz artışıyla beraber tüm çeşitlerde gövde çaplarının

azaldığını, en yüksek gövde çapı azalmasının ise % 24.94 oranıyla Vale F₁ çeşidinde olduğunu bildirmiştir.

Kuşvuran (2010), tuz stresinin etkisiyle kavun genotiplerinin gövde çapının % 24.85 oranında azaldığını saptamıştır.

Benzer şekilde Kuşvuran ve ark. (2008), bamyada; Söylemez (2014), Öztekin ve Tüzel (2011), Takagi ve ark. (2009) domateste; Zhu ve ark. (2008), hıyarda; Casenave ve ark. (1999), pamukta tuz stresinin gövde çapı üzerinde azaltıcı etki gösterdiğini belirtmektedirler.

Bulgularımızda önceki çalışmalarla uyumlu olarak 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında bitki gövde çaplarında sırasıyla % 10.00, % 19.90, % 39.82 oranında azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 13. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama bitki çapı verileri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları			Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler			
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	7.47 ⁱ⁻ⁱ	7.00 ^{g-i}	6.01 ^{h-i}	4.67 ^{d-i}	-6.21	-19.46	-37.50
S69	7.58 ⁱ⁻ⁱ	6.22 ^l	5.72 ⁱ⁻ⁱ	5.07 ^{c-h}	-17.94	-24.54	-33.07
K86	9.02 ^{b-g}	8.39 ^{b-e}	8.08 ^{a-b}	7.36 ^a	-7.02	-10.35	-18.40
S67	9.12 ^{a-g}	8.46 ^{b-c}	7.83 ^{a-c}	7.37 ^a	-7.20	-14.14	-19.19
K80	8.65 ^{c-i}	7.95 ^{b-h}	8.10 ^{a-b}	7.19 ^{a-b}	-8.10	-6.32	-16.89
Kandil Dolma	8.86 ^{c-h}	7.66 ^{b-h}	7.30 ^{b-f}	6.01 ^{a-f}	-13.61	-17.64	-32.19
Çetinel	8.66 ^{c-i}	7.72 ^{b-h}	7.08 ^{b-g}	6.89 ^{a-c}	-10.89	-18.21	-20.44
S5	9.28 ^{a-f}	8.00 ^{b-g}	6.91 ^{c-h}	6.64 ^{a-c}	-13.80	-25.44	-28.39
2015-5	8.36 ^{e-i}	7.66 ^{b-h}	7.14 ^{b-g}	5.53 ^{b-g}	-8.45	-14.63	-33.92
D20	9.04 ^{b-g}	8.17 ^{b-f}	7.78 ^{a-c}	6.29 ^{a-e}	-9.59	-13.86	-30.46
D7	7.69 ^{h-i}	7.52 ^{c-h}	6.66 ^{d-i}	5.44 ^{b-g}	-2.21	-13.43	-29.29
D49	8.43 ^{e-i}	7.47 ^{c-h}	6.61 ^{d-i}	4.43 ^{f-i}	-11.38	-21.54	-47.51
D47	7.98 ^{g-i}	7.38 ^{e-h}	6.88 ^{c-h}	5.59 ^{a-g}	-7.48	-13.75	-29.88
2015-10	8.27 ^{e-i}	8.42 ^{b-d}	6.09 ^{g-i}	5.15 ^{c-h}	1.81	-26.25	-37.62
S64	8.38 ^{e-i}	7.91 ^{b-h}	7.10 ^{b-g}	3.54 ^{h-i}	-5.53	-15.20	-57.74
C43	6.99 ⁱ	6.14 ^l	5.08 ⁱ	2.43 ⁱ	-12.15	-27.31	-65.20
C32	8.60 ^{d-i}	7.62 ^{c-h}	6.17 ^{g-i}	4.32 ^{f-i}	-11.40	-28.19	-49.75
2015-1	10.10 ^{a-b}	8.36 ^{b-e}	7.64 ^{a-e}	4.54 ^{e-i}	-17.20	-24.27	-55.03
S2	8.47 ^{e-i}	7.89 ^{b-h}	6.35 ^{f-i}	4.23 ^{f-i}	-6.92	-25.06	-50.04
TR 69728	8.49 ^{e-i}	7.41 ^{d-h}	6.52 ^{f-i}	4.43 ^{f-i}	-12.79	-23.19	-47.84
Ilıca	9.73 ^{a-d}	8.25 ^{b-e}	7.38 ^{b-f}	5.17 ^{c-h}	-15.15	-24.06	-46.88
Demre-8	9.43 ^{a-e}	7.22 ^{f-h}	6.59 ^{e-i}	5.41 ^{b-g}	-23.41	-30.06	-42.57
S34	8.92 ^{b-h}	7.62 ^{c-h}	7.29 ^{b-f}	6.40 ^{a-d}	-14.54	-18.21	-28.26
C19	8.36 ^{e-i}	7.45 ^{c-h}	6.40 ^{f-i}	4.11 ^{g-i}	-10.88	-23.48	-50.82
Yalova 28	9.82 ^{a-c}	8.65 ^b	7.68 ^{a-d}	6.29 ^{a-e}	-11.94	-21.78	-35.97
Bağcı Çarliston	10.24 ^a	9.93 ^a	8.58 ^a	7.09 ^{a-b}	-3.03	-16.21	-30.75
C51	8.01 ^{g-i}	6.94 ^{h-i}	5.74 ⁱ⁻ⁱ	3.10 ⁱ⁻ⁱ	-13.36	-28.26	-61.26
Çağırkan Kapyra	8.12 ^{f-i}	8.04 ^{b-f}	7.10 ^{b-g}	4.59 ^{d-i}	-0.90	-12.57	-43.41
2015-9	8.28 ^{e-i}	7.69 ^{b-h}	6.99 ^{c-h}	4.07 ^{g-i}	-7.16	-15.61	-50.82
D52	9.13 ^{a-g}	8.06 ^{b-f}	6.91 ^{c-h}	6.06 ^{a-f}	-11.69	-24.25	-33.56
Ortalama	8.65	7.77	6.93	5.31	-10.00	-19.90	-39.82
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.5. TUZ STRESİ ETKİSİYLE YAPRAK SAYISINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER

Farklı dozlarda tuz uygulanmış bitkilerin tümünde kontrol bitkilerine oranla yaprak sayılarında azalmalar meydana gelmiş olup Çizelge 14' de belirtilmiştir. Kontrol bitkilerinde ortalama yaprak sayısı 71.58 adet, 50 mM tuz uygulamasında 57.64 adet, 100 mM tuz uygulamasında 44.2 adet, 150 mM tuz uygulamasında ise 23.17 adet olarak belirlenmiştir. Kontrol bitkileri içerisinde en yüksek yaprak sayısı ortalaması S-2 (121.33 adet) genotipinde, en az yaprak sayısı ortalaması ise Y-28 (36.00 adet) çeşidinde belirlenmiştir.

50 mM tuz uygulamasında kontrol bitkilerine kıyasla en az azalmanın belirlendiği genotipler S-65 (% -1.89), C-43 (% -3.11), C-51 (% -7.08), Y-28 (% -7.41), 2015-10 (% -12.16), Demre-8 (% -13.22) iken, en fazla azalmanın belirlendiği genotipler ise S-69 (% -44.12), TR69728 (% -35.59), 2015-1 (% -34.52), D-52 (% -29.41), S-2 (% -28.02) olmuştur. 100 mM tuz uygulaması sonucu kontrol bitkisine oranla meydana gelen azalmaları incelediğimizde en düşük azalmanın K-86 (% -19.22), C-19 (% -24.48), C-51 (% -26.11), Bağcı Çarliston (% -29.14) genotiplerinde olduğu tespit edilmiştir. Tuz stresine en az dayanım gösteren genotiplerin ise Çetinel (% -56.82), 2015-1 (% -56.35), S-64 (% -48.71), TR69728 (% -47.75), D-49 (% -46.43) olmuştur. En yüksek tuz uygulaması olan 150 mM' da ise en az azalmanın olduğu genotipler K-86 (% -45.05), K-80 (% -45.27), S-67 (% -47.87), 2015-9 (% -48.33), Bağcı Çarliston (% -48.57) olduğu tespit edilirken, en fazla azalmanın olduğu genotipler ise C-43 (% -90.68), S-64 (% -90.41), Demre-8 (% -90.31), C-32 (% -90.00), TR69728 (% -83.78), Ilıca (% -80.00) olarak belirlenmiştir.

Tuz stresine karşı bitkiler kendilerini koruyabilmek amacıyla transpirasyonu minimuma çekmek için stomalarını daraltmaları, yaprak yüzey alanını azaltmaları ve yaprak sayısını azaltma gibi tepkiler vermektedir (Shanannon ve Grieve, 1999; Yaşar, 2003). Tuzluluk aynı zamanda yaprakların erken yaşlanmasına sebep olarak yaprak kayıplarını artırmaktadır (Sahu ve Mishra, 1987; Chen ve Kao, 1991).

Kuşvuran (2010), tuz stresi uygulanmış tüm kavun genotiplerinde yaprak sayılarının değişen oranlarda azaldığını, kontrol uygulamasına kıyasla % 24 ile % 67 arasında bir azalmanın meydana geldiğini saptamışlardır. Kaya (2011), fasulye

genotiplerinin yaprak sayısının 200 mM uygulaması sonucu % 54.01 oranında azaldığını, kontrol bitkilerinde 7.31 adet/bitki olan yaprak sayısının tuz stresi uygulanmış genotiplerde 3.28 adet/bitkiye düştüğünü bildirmiştir. Küçükkömürçü (2011), bamyada genotiplerinin tuz stresinin etkisiyle ortalama % 25.63 oranında yaprak sayısında azalma gösterdiğini belirlemiştir.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), tuz stresinin etkisiyle biber çeşitlerinde yaprak alanının da önemli düzeyde azaldığını 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında sırasıyla iki hibrit biber çeşidinin ortama yaprak alanının % 40.41, % 60.98 ve % 76.01 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Bulgularımızla benzer nitelikte Kaya (2011), Seymen (2015); Chartzoulakis (1990), Abd-Alla (1992), hıyarda; Rastgeldi (2010), biberde; Romero ve ark. (2001) domateste tuz stresinin yaprak sayısında azalmaya sebep olduğunu belirtmektedirler.

Tuz stresinin etkisiyle yaprak sayısında ki azalma bulgularımızda da belirlenmiş olup, özellikle 150 mM tuz dozunda diğer çalışmalarla da uyumlu olarak % 65.55 oranında boy azalması saptanmıştır.

Çizelge 14. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama yaprak sayısı verileri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	54.67 ^{i-k}	53.67 ^{f-i}	32 ⁱ⁻ⁿ	18.33 ^{g-l}	-1.83	-41.46	-66.46
S69	45.33 ^{j-l}	25.33 ^l	24 ^{m-n}	22.67 ^{d-i}	-44.12	-47.06	-50.00
K86	111.00 ^{a-b}	94.67 ^{a-b}	89.66 ^a	61 ^a	-14.71	-19.22	-45.05
S67	62.67 ^{h-i}	52.67 ^{g-i}	42.33 ^{g-j}	32.67 ^{b-d}	-15.96	-32.45	-47.87
K80	49.33 ^{i-l}	41.33 ^{i-k}	34.33 ^{i-m}	27 ^{b-i}	-16.22	-30.41	-45.27
Kandil Dolma	82.67 ^{d-f}	61.33 ^{e-g}	48 ^{e-h}	35.33 ^b	-25.81	-41.94	-57.26
Çetinel	102.67 ^{b-c}	80 ^{c-d}	44.33 ^{f-i}	35.33 ^b	-22.08	-56.82	-65.58
S5	69.67 ^{f-i}	51.67 ^{g-i}	40.33 ^{g-j}	34.33 ^{b-c}	-25.84	-42.11	-50.72
2015-5	73.67 ^{f-h}	55.33 ^{f-h}	45 ^{f-i}	26.33 ^{b-i}	-24.89	-38.91	-64.25
D20	48.00 ^{i-l}	36.33 ^{i-l}	27 ^{k-n}	19 ^{f-k}	-24.31	-43.75	-60.42
D7	57.67 ^{i-j}	48.33 ^{h-i}	36.66 ^{h-l}	21.33 ^{e-j}	-16.18	-36.42	-63.01
D49	65.33 ^{g-i}	50.67 ^{g-i}	35 ^{i-m}	17.33 ^{h-l}	-22.45	-46.43	-73.47
D47	55.33 ^{i-k}	47 ^{h-i}	38 ^{h-l}	20.67 ^{e-j}	-15.06	-31.33	-62.65
2015-10	49.33 ^{i-l}	43.33 ^{h-j}	32.33 ⁱ⁻ⁿ	15.67 ^{i-l}	-12.16	-34.46	-68.24
S64	90.33 ^{c-e}	70.67 ^{d-e}	46.33 ^{f-i}	8.67 ^{k-l}	-21.77	-48.71	-90.41
C43	107.33 ^{a-b}	104 ^a	63.66 ^{c-d}	10 ^{j-l}	-3.11	-40.68	-90.68
C32	110.00 ^{a-b}	87.33 ^{b-c}	73.66 ^{b-c}	11 ^{j-l}	-20.61	-33.03	-90.00
2015-1	84.00 ^{d-f}	55 ^{f-h}	36.66 ^{h-l}	27.33 ^{b-h}	-34.52	-56.35	-67.46
S2	121.33 ^a	87.33 ^{b-c}	76.33 ^b	29.33 ^{b-g}	-28.02	-37.09	-75.82
TR 69728	74.00 ^{f-h}	47.67 ^{h-i}	38.66 ^{h-k}	12 ^{i-l}	-3.59	-47.75	-83.78
Ilıca	91.67 ^{c-d}	77.67 ^{c-d}	59 ^{d-e}	18.33 ^{g-l}	-15.27	-35.64	-80.00
Demre-8	75.67 ^{e-h}	65.67 ^{e-f}	52.33 ^{d-g}	7.33 ^l	-13.22	-30.84	-90.31
S34	73.33 ^{f-h}	62.67 ^{e-g}	48.66 ^{e-h}	31 ^{b-e}	-14.55	-33.64	-57.73
C19	80.33 ^{d-g}	65 ^{e-f}	60.66 ^d	23.67 ^{c-i}	-19.09	-24.48	-70.54
Yalova 28	36.00 ^l	33.33 ^{j-l}	21.66 ⁿ	12 ^{i-l}	-7.41	-39.81	-66.67
Bağcı Çarliston	58.33 ^{i-j}	51 ^{g-i}	41.33 ^{g-j}	30 ^{b-f}	-12.57	-29.14	-48.57
C51	75.33 ^{e-h}	70 ^{d-e}	55.66 ^{d-f}	27.67 ^{b-h}	-7.08	-26.11	-63.27
Çağırkan Kapyra	40.00 ^{k-l}	29.67 ^{k-l}	26 ^{l-n}	20.67 ^{e-j}	-25.83	-35.00	-48.33
2015-9	57.00 ^{i-j}	48.67 ^{h-i}	30.66 ^{j-n}	19.33 ^{f-k}	-14.62	-46.20	-66.08
D52	45.33 ^{j-l}	32 ^{j-l}	25.66 ^{l-n}	19.67 ^{e-k}	-29.41	-43.38	-56.62
Ortalama	71.58	57.64	44.2	23.17	-19.47	-38.35	-65.55
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.6. TUZ STRESİ ETKİSİYLE BİTKİ GÖVDE VE KÖK, YAŞ VE KURU AĞIRLIKLARINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER

4.6.1. Tuz Stresi Etkisiyle Gövde Yaş Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler

Farklı tuz dozları uygulanmış biber genotiplerinin gövde yaş ağırlıklarındaki değişim değerleri Çizelge 15' de verilmiştir. Sadece 50 mM tuz dozunda 2015-10 (% 7.31) genotipinin gövde yaş ağırlığı haricinde tüm genotipler de artan tuz dozlarının etkisiyle gövde yaş ağırlıklarında azalmalar meydana gelmiştir.

50 mM tuz uygulamasında kontrol bitkilerine kıyasla gövde yaş ağırlığında en az azalma saptanan genotipler 2015-10 (% 7.31), S-65 (% -4.68), Bağcı Çarliston (% -5.31), S-64 (% -9.71), D-47 (% -10.81), K-86 (% -11.58) iken, en fazla azalma belirlenen genotipler ise TR69728 (% -43.30), 2015-5 (% -36.23), D-49 (% -35.17), Kandil Dolma (% -32.43), S-69 (% -29.95) genotiplerinde belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında ise en az etkilenen genotipler K-80 (% -20.91), K-86 (% -24.30), Bağcı Çarliston (% -27.53), 2015-10 (% -28.32), D-47 (% -28.82) olarak belirlenirken, en fazla etkilenen genotipler D-49 (% -58.78), C-32 (% -57.48), C-51 (% -55.67), Ilıca (% -54.70), 2015-9 (% -53.47) olarak belirlenmiştir. Genotiplerin gövde yaş ağırlıklarının kontrol bitkilerine kıyasla en fazla azaldığı 150 mM tuz dozunda ise en hassas genotipler S-64 (% -95.06), TR69728 (% -94.22), Demre-8 (% -93.94), C-32 (% -91.82), C-43 (% -91.81) olarak saptanmıştır. Aynı dozda en dayanıklı genotipler ise K-80 (% -43.23), S-67 (% -46.42), S-5 (% -51.66), Bağcı Çarliston (% -55.42), S-69 (% -55.68), D-20 (% -57.82) olarak belirlenmiştir.

Tuz stresinin bitkilerin vejetatif gelişmesini olumsuz etkilediği, ancak toprak üstü aksamın kök gelişmesine göre daha fazla etkilendiği araştırma bulgularımızla da uyumlu olarak bildirilmektedir (Termaat ve Munss, 1986; Cruze ve Cuartero, 1990).

Bitkilerde tuz stresinin etkisiyle kuru madde içeriğinde artma, su içeriğinde ise azalmanın yaş ağırlıkta azalmaya neden olduğu bildirilmektedir (Smit-Spinks ve ark., 1984).

Kuşvuran (2010), 200 mM tuz stresi uyguladıkları 31 adet kavun genotipinde yeşil aksam yaş ağırlığının ortalama % 55.50 oranında azaldığını, Küçükkömürücü (2011), bamyada tuz stresinin etkisiyle yeşil aksam yaş ağırlığının % 73.20 oranında

azaldığını saptamışlardır. Rastgeldi (2010), artan tuz dozlarının etkisiyle tüm biber çeşitlerinde gövde yaş ağırlığının azaldığını, 150 mM tuz dozunda ise ortalama % 60.72 oranında ağırlık azalması meydana geldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde 150 mM tuz dozunda kontrol bitkilerine kıyasla % 70.33 azalma belirlenmiştir.

Romero Aranda ve ark. (2001), domateste; Karanlık (2001), Mer ve ark. (2000), Rastgeldi (2010) biberde; Mendlinger ve Pasternak (1992), kavunda; Koç (2005), Kaya (2011), Seymen (2015) fasulyede; Çağırğan (2015) karpuzda; Trajkova ve ark. (2006), hıyarda; Mer ve ark. (2000), buğday, patlıcan ve biberde tuz stresinin etkisiyle gövde yaş ağırlığının önemli derecede azaldığını bildirmektedirler.

Tuz stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerde fotosentez miktarındaki azalma ile büyümedeki gerileme ve bitkinin su kaybını engellemek amacıyla yaprak alanını ve sayısını düşürmesi, yeşil aksam ağırlığının azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Greenway ve Munns (1980), tuz stresinin bitkilerde en fazla bitki yaş ve kuru ağırlıklarını azalttığını ifade etmişlerdir.

Çakır (2004), tuz stresinin etkisi ile gövde kuru ağırlığında gözlenen azalmanın nedenleri olarak; azalan yaprak sayısı ve yüzey alanı ile asimilasyon oranının düşmesi, bitki boyunun kısılması, K, Ca ve Mg gibi makro besin elementlerinin alınamamasının olabileceğini ifade etmektedir.

Çizelge 15. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama gövde yaş ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	53.32 ^{g-i}	50.82 ^{d-g}	26.28 ^{h-j}	13.81 ^{i-m}	-4.68	-50.70	-74.09
S69	36.56 ⁱ	25.61 ^l	21.18 ^{i-j}	16.20 ^{l-i}	-29.95	-42.04	-55.68
K86	84.63 ^{a-d}	74.83 ^{a-b}	64.06 ^a	35.31 ^{b-c}	-11.58	-24.30	-58.28
S67	91.81 ^{a-b}	78.48 ^a	62.87 ^a	49.19 ^a	-14.53	-31.52	-46.42
K80	62.42 ^{f-h}	51.14 ^{d-g}	49.37 ^{b-c}	35.44 ^{b-c}	-18.08	-20.91	-43.23
Kandil Dolma	76.78 ^{b-f}	51.88 ^{d-g}	44.13 ^{b-f}	30.08 ^{b-e}	-32.43	-42.52	-60.82
Çetinel	72.84 ^{b-g}	62.10 ^{c-d}	38.89 ^{b-i}	28.39 ^{c-g}	-14.74	-46.61	-61.03
S5	71.77 ^{c-h}	51.46 ^{d-g}	46.20 ^{b-d}	34.70 ^{b-d}	-28.29	-35.62	-51.66
2015-5	71.11 ^{c-h}	45.35 ^{f-h}	36.89 ^{b-i}	23.16 ^{e-i}	-36.23	-48.12	-67.43
D20	63.61 ^{e-h}	50.98 ^{d-g}	36.33 ^{c-i}	26.83 ^{c-h}	-19.86	-42.89	-57.82
D7	65.67 ^{d-h}	53.05 ^{d-g}	34.77 ^{c-i}	20.68 ^{e-k}	-19.22	-47.04	-68.51
D49	64.99 ^{d-h}	42.13 ^{f-h}	26.79 ^{g-j}	9.77 ^{l-n}	-35.17	-58.78	-84.97
D47	51.39 ^{h-i}	45.83 ^{e-h}	36.57 ^{b-i}	20.22 ^{f-k}	-10.81	-28.82	-60.64
2015-10	41.44 ⁱ⁻ⁱ	44.47 ^{f-h}	29.70 ^{e-j}	11.30 ^{k-n}	7.31	-28.32	-72.73
S64	67.08 ^{d-h}	60.56 ^{c-d}	36.91 ^{b-i}	3.32 ⁿ	-9.71	-44.97	-95.06
C43	41.79 ⁱ⁻ⁱ	33.90 ^{h-i}	19.61 ^j	3.42 ⁿ	-18.88	-53.06	-91.81
C32	69.02 ^{c-h}	59.98 ^{c-d}	29.34 ^{f-j}	5.65 ^{m-n}	-13.09	-57.48	-91.82
2015-1	87.42 ^{a-c}	66.80 ^{b-c}	41.75 ^{b-g}	29.97 ^{b-f}	-23.59	-52.24	-65.72
S2	83.76 ^{a-e}	60.16 ^{c-d}	42.28 ^{b-f}	21.46 ^{e-j}	-28.17	-49.51	-74.38
TR 69728	72.33 ^{b-g}	41.01 ^{g-h}	36.15 ^{c-i}	4.18 ^{m-n}	-43.30	-50.01	-94.22
Ilıca	85.34 ^{a-d}	66.69 ^{b-c}	38.66 ^{b-i}	10.07 ^{l-n}	-21.86	-54.70	-88.20
Demre-8	97.91 ^a	74.45 ^{a-b}	51.66 ^{a-b}	5.94 ^{m-n}	-23.96	-47.24	-93.94
S34	70.14 ^{c-h}	58.63 ^{c-d}	41.62 ^{b-h}	20.26 ^{f-k}	-16.40	-40.65	-71.11
C19	65.82 ^{d-h}	57.85 ^{c-e}	45.06 ^{b-e}	10.02 ^{l-n}	-12.10	-31.53	-84.78
Yalova 28	69.86 ^{c-h}	61.12 ^{c-d}	35.36 ^{c-i}	18.33 ^{h-i}	-12.51	-49.38	-73.77
Bağcı Çarliston	87.88 ^{a-c}	83.21 ^a	63.69 ^a	39.18 ^b	-5.31	-27.53	-55.42
C51	53.21 ^{g-i}	43.38 ^{f-h}	23.59 ^{i-j}	13.27 ^{j-m}	-18.47	-55.67	-75.07
Çağırkan Kapyra	54.51 ^{g-i}	44.71 ^{f-h}	32.93 ^{d-j}	21.19 ^{e-j}	-17.98	-39.59	-61.13
2015-9	69.20 ^{c-h}	54.50 ^{d-f}	32.20 ^{d-j}	19.06 ^{g-i}	-21.25	-53.47	-72.46
D52	60.25 ^{f-i}	44.35 ^{f-h}	31.70 ^{d-j}	25.35 ^{d-i}	-26.40	-47.39	-57.93
Ortalama	68.13	54.65	38.55	20.19	-19.37	-43.42	-70.33
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.6.2. Tuz Stresi Etkisiyle Gövde Kuru Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler

Farklı tuz konsantrasyonlarının gövde kuru ağırlıklarına olan etkisinin belirtildiği Çizelge 16' da 50 mM tuz dozundaki S-65 (% 2.39) ve 2015-10 (% 8.19) genotipleri hariç tüm tuz dozlarında genotiplerin gövde kuru ağırlıklarında kontrol bitkilerine oranla azalma meydana gelmiştir. Kontrol bitkilerinin tümünde ortalama gövde kuru ağırlıkları 10.47g iken, 50 mM' da 8.49g, 100 mM' da 6.02g, 150 mM' da ise 3.35g olarak belirlenmiştir.

50 mM tuz uygulamasında en dayanıklı bitkiler 2015- 10 (% 8.19), S-65 (% 2.39), Bağcı Çarliston (% -4.47), D-47 (% -7.39), K-86 (% -11.13), Çetinel (% -11.30), S-64 (% -11.72) olurken, en hassas bitkiler ise Kandil Dolma (% -37.87), D-49 (% -36.67), S-2 (% -32.17), 2015-5 (% -28.84) ve TR69728 (% -28.81) olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında en dayanıklı bitkiler K-80 (% -17.03), K-86 (% -18.38), 2015-10 (% -18.62), Bağcı Çarliston (% -26.71), en hassas bitkilerin ise 2015-1 (% -58.70), C-51 (% -58.05), D-49 (% -57.92), 2015-9 (% -55.02), C-32 (% -54.82) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek tuz konsantrasyonu olan 150 mM' da en dayanıklı bitkiler S-5 (% -42.96), S-67 (% -44.26), K-86 (% -46.44), S-69 (% -50.51) olurken, en hassas bitkiler S-64 (% -87.55), C-43 (% -85.58), C-19 (% -85.41), C-32 (% -84.43), Demre-8 (% -82.85) olarak belirlenmiştir.

Tuz stresinin etkisiyle bitkilerin gövde yaş ağırlığında olduğu gibi, gövde kuru ağırlıklarında da önemli düzeyde azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Kuşvuran (2010), 31 adet kavun genotipinde yapmış olduğu çalışmada gövde kuru ağırlıklarının tuz stresinin etkisiyle azaldığını, genotipler arasında azalmada farklılıklar bulunduğunu bildirmiştir.

Daşgan ve ark. (2002), domateste; Yetişir ve Uygur (2009), karpuzda; Debouba ve ark. (2006), Al Karaki (2000), domateste; Eraslan ve ark. (2008), Charzoulakis ve Klakapi (2000), Aktaş ve ark. (2007), biberde bulgularımızla uyumlu olarak tuz stresinin etkisiyle gövde kuru ağırlığının azaldığını bildirmişlerdir.

Asraf ve ark. (2003), tuz stresi (100 mM) altındaki bamyaya çeşitlerinden tuza toleransı yüksek olan Posa Swani'nin kuru ağırlığının hassas olan Sabz Bhindi çeşidinden daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Kaya (2011), tuz stresinin etkisi ile fasulye genotiplerinde gövde kuru ağırlığının % 63.12 oranında azaldığını, Koç

(2005) ise 67 fasulye genotipinin 125 mM tuz dozunda gövde kuru ağırlıklarının % 24 ile % 83.1 arasında azaldığını bildirmişlerdir.

Dölek (2009), 15 karpuz genotipinde 75 mM NaCl uygulamasının yeşil aksam kuru ağırlığını % 31.6 oranında, 150 mM NaCl uygulamasının ise % 53.8 oranında azalttığını saptamıştır. Küçükkömürücü (2011), bamya genotiplerinde tuz stresi ile kuru ağırlığın % 56.18 azaldığını bildirmişlerdir.

Charzoulakis ve Klakapi (2000), 25 mM'ın üzerindeki tuz dozlarının biber bitkisinin kuru ağırlığını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında sırasıyla iki hibrit biber çeşidinin ortalama bitki kuru ağırlıklarının doz sırasına göre % 28.39, % 46.11 ve % 66.80 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Bulgularımızda da özellikle 50 ve 100 mM tuz dozlarında çok yakın değerlerde azalmalar tespit edilmiştir. Bitki yaş ve kuru ağırlıklarındaki bu azalmalarda bitkinin su kaybını azaltmak amacıyla özellikle toprak üstü aksamını küçültmesinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 16. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında gövde kuru ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 Mm	50 mM	100 mM	150 mM
S65	7.47 ^{i-k}	7.65 ^{h-l}	4.25 ^{f-h}	2.21 ^{i-j}	2.39	-43.13	-70.38
S69	5.38 ^k	3.93 ^m	3.39 ^h	2.66 ^{g-i}	-26.99	-36.96	-50.51
K86	11.60 ^{b-g}	10.31 ^{b-c}	9.47 ^a	6.21 ^{a-b}	-11.13	-18.38	-46.44
S67	13.42 ^{a-c}	11.49 ^{a-b}	8.65 ^{a-b}	7.48 ^a	-14.35	-35.51	-44.26
K80	8.75 ^{f-j}	7.51 ^{h-l}	7.26 ^{b-d}	4.66 ^{c-e}	-14.12	-17.03	-46.68
Kandil Dolma	11.16 ^{b-g}	6.94 ^{k-l}	6.38 ^{b-f}	4.39 ^{c-f}	-37.87	-42.81	-60.71
Çetinel	10.20 ^{d-i}	9.05 ^{c-i}	5.34 ^{c-h}	4.24 ^{d-g}	-11.30	-47.66	-58.42
S5	9.90 ^{e-i}	8.08 ^{f-k}	7.04 ^{b-e}	5.65 ^{b-c}	-18.39	-28.84	-42.96
2015-5	10.16 ^{d-i}	7.23 ^{i-l}	5.85 ^{c-g}	3.63 ^{d-i}	-28.84	-42.42	-64.23
D20	11.21 ^{b-g}	8.37 ^{e-k}	6.16 ^{c-f}	4.64 ^{c-e}	-25.27	-45.00	-58.57
D7	10.73 ^{b-h}	9.13 ^{c-l}	5.86 ^{c-g}	3.05 ^{e-i}	-14.92	-45.34	-71.57
D49	11.07 ^{b-g}	7.01 ^{k-l}	4.65 ^{e-h}	2.25 ^{h-j}	-36.67	-57.92	-79.65
D47	7.79 ^{h-k}	7.21 ^{j-l}	5.35 ^{c-h}	2.97 ^{f-i}	-7.39	-31.32	-61.86
2015-10	6.57 ^{j-k}	7.11 ^{j-l}	5.35 ^{c-h}	2.41 ^{h-j}	8.19	-18.62	-63.39
S64	11.40 ^{b-g}	10.06 ^{b-e}	6.19 ^{c-f}	1.42 ^{i-j}	-11.72	-45.71	-87.55
C43	6.96 ^{i-k}	5.89 ⁱ	3.29 ^h	1.00 ^j	-15.32	-52.62	-85.58
C32	10.58 ^{c-h}	8.43 ^{d-k}	4.78 ^{e-h}	1.65 ^{i-j}	-20.31	-54.82	-84.43
2015-1	13.04 ^{a-d}	9.79 ^{b-f}	5.38 ^{c-h}	3.89 ^{d-h}	-24.93	-58.70	-70.13
S2	12.84 ^{a-e}	8.71 ^{c-k}	6.98 ^{b-e}	3.43 ^{e-i}	-32.17	-45.57	-73.27
TR 69728	9.77 ^{e-i}	6.95 ^{k-l}	5.32 ^{c-h}	1.71 ^{i-j}	-28.81	-45.45	-82.50
Ilıca	14.65 ^a	12.38 ^a	7.22 ^{b-d}	2.97 ^{f-i}	-15.44	-50.71	-79.68
Demre-8	13.75 ^{a-b}	10.26 ^{b-d}	7.27 ^{b-d}	2.36 ^{h-j}	-25.38	-47.13	-82.85
S34	11.75 ^{a-b}	9.45 ^{c-g}	6.26 ^{c-f}	3.08 ^{e-i}	-19.62	-46.73	-73.76
C19	11.11 ^{b-g}	9.27 ^{c-h}	7.73 ^{a-c}	1.62 ^{i-j}	-16.53	-30.43	-85.41
Yalova 28	10.68 ^{b-h}	8.95 ^{c-j}	5.48 ^{c-h}	2.91 ^{f-i}	-16.22	-48.65	-72.78
Bağcı Çarliston	13.40 ^{a-c}	12.80 ^a	9.82 ^a	5.12 ^{b-d}	-4.47	-26.71	-61.83
C51	8.90 ^{f-j}	7.37 ^{i-l}	3.73 ^{g-h}	2.27 ^{h-j}	-17.19	-58.05	-74.53
Çağırkan	8.64 ^{g-j}	7.56 ^{h-l}	5.62 ^{c-h}	3.48 ^{e-i}	-12.55	-34.84	-59.72
2015-9	11.33 ^{b-g}	8.66 ^{c-k}	5.10 ^{d-h}	2.93 ^{f-i}	-23.57	-55.02	-74.13
D52	10.01 ^{d-i}	7.22 ^{i-l}	5.44 ^{c-h}	4.26 ^{c-g}	-27.81	-45.63	-57.44
Ortalama	10.47	8.49	6.02	3.35	-18.29	-41.92	-67.50
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.6.3. Tuz Stresi Etkisiyle Kök Yaş Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler

Kök yaş ağırlıkları artan tuz dozlarıyla paralel olarak değişen oranlarda da olsa azalma göstermiştir. Kök yaş ağırlığı ortalamaları kontrol bitkilerinde 59.08g, 50 mM'da 47.99g, 100 mM'da 33.52g, 150 mM' da ise 20.29g olarak saptanmıştır. Sadece 50 mM tuz uygulamasında 2015-10 genotipi, gövde yaş ve kuru ağırlıklarında olduğu gibi kontrol uygulamasından daha yüksek (% 12.33) kök yaş ağırlığına ulaşmış olup Çizelge 17' de belirtilmiştir.

50 mM tuz uygulamasında kök yaş ağırlığı bakımından oransal olarak en az etkilenen genotipler 2015-10 (% 12.33), K-86 (% -3.61), S-65 (% -4.98), Bağcı Çarliston (% -5.28), S-67 (% -9.12), C-51 (% -9.26) olduğu tespit edilmiştir. En fazla etkilenen genotipler ise TR69728 (% -36.02), Çetinel (% -31.64), C-32 (% -31.02), Kandil Dolma (% -30.83), S-2 (% -29.82) olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında en az etkilenen genotipler K-86 (% -20.53), K-80 (% -21.38), Bağcı Çarliston (% -22.46), 2015-10 (% -25.03), S-67 (% -26.98) olurken en fazla etkilenen genotipler Demre-8 (% -60.22), D-49 (% -59.25), Y-28 (% -53.74), C-32 (% -53.57) olarak saptanmıştır. 150 mM tuz dozunda ise en az etkilenen genotipler S-67 (% -42.10), K-80 (% -46.34), S-69 (% -51.46), Bağcı Çarliston (% -52.07), D-52 (% -54.14), en fazla etkilenen genotiplerde Demre-8 (% -84.15), D-49 (% -83.19), S-64 (% -81.15), Y-28 (% -78.37), TR69728 (% -78.05) olarak belirlenmiştir.

Rastgeldi (2010), artan dozlarda tuz uyguladıkları biber çeşitlerinde kontrol bitkilerinde 9.29 g kök yaş ağırlığının, 50 mM tuz dozunda 8.11 g'a, 100 mM tuz dozunda 6.17 g'a, 150 mM tuz dozunda ise 3.88 g'a düştüğünü bildirmiştir. Çalışmamızda da tuz dozlarının etkisiyle benzer oranlarda kök yaş ağırlığında azalmalar tespit edilmiştir.

Tuz stresinin etkisiyle oluşan büyümedeki azalmadan kök yaş ağırlığının gövde yaş ağırlığına oranla daha az etkilendiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Termaat ve Muns, 1986; Kaya, 2011). Benzer şekilde bulgularımızda da 150 mM tuz dozunda daha belirgin düzeyde olmak üzere tüm tuz dozlarında, kök yaş ağırlığı gövde yaş ağırlığından daha düşük oranlarda olumsuz etkilenmiştir.

Tuz stresinin bitkilerin kök gelişimini olumsuz etkilediği, ancak bitkilerin tuz stresine karşı tolerant olup olmamalarına göre kök büyümelerinin farklı düzeylerde etkilendiği belirtilmektedir (Stewart ve Howell, 2003; Jang ve ark., 2007).

Tuz stresinin etkisiyle bulgularımıza paralel olarak; Kuşvuran (2010), kavunlarda kök gelişiminin % 38.41 azaldığını; Tuna ve Eroğlu (2016), biberde kök gelişiminin % 39.9 azaldığını; Rastgeldi (2010), biberde kök yaş ağırlığının 150 mM tuz dozunda % 58.20 azaldığını; Küçükkömürcü (2011), bamyada ise % 40.32 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Kök yaş ağırlığındaki azalmada, tuz stresinin etkisi ile kök sayısının azalması, kök boyunun kısılması ve kök dallanmasında gözlemlenen azalmanın etkili olabileceği düşünölmektedir.



Çizelge 17. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama kök yaş ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	44.80 ^{k-n}	42.57 ^{i-k}	27.49 ^{h-k}	14.06 ^{e-j}	-4.98	-38.63	-68.61
S69	35.37 ^{n-o}	26.89 ^{m-n}	23.42 ^{i-k}	17.17 ^{c-i}	-23.97	-33.76	-51.46
K86	54.59 ^{h-k}	52.62 ^{f-i}	43.38 ^{c-e}	25.29 ^{b-d}	-3.61	-20.53	-53.68
S67	76.35 ^{c-e}	69.39 ^d	55.75 ^b	44.21 ^a	-9.12	-26.98	-42.10
K80	49.02 ^{j-m}	41.68 ^{i-k}	38.53 ^{d-g}	26.30 ^{b-c}	-14.97	-21.38	-46.34
Kandil Dolma	51.48 ^{i-l}	35.61 ^{k-m}	33.49 ^{e-i}	23.32 ^{c-d}	-30.83	-34.94	-54.71
Çetinel	51.01 ^{i-l}	34.87 ^{k-m}	26.00 ^{i-k}	19.01 ^{c-i}	-31.64	-49.02	-62.73
S5	64.54 ^{e-i}	47.13 ^{h-j}	37.64 ^{d-h}	24.88 ^{b-d}	-26.97	-41.67	-61.45
2015-5	58.86 ^{g-j}	42.89 ^{i-k}	28.38 ^{g-k}	22.80 ^{c-e}	-27.12	-51.77	-61.26
D20	80.22 ^{b-d}	63.90 ^{d-e}	40.99 ^{c-f}	32.89 ^b	-20.34	-48.89	-59.00
D7	51.90 ^{i-l}	39.47 ^{i-l}	28.04 ^{g-k}	17.64 ^{c-i}	-23.96	-45.98	-66.01
D49	63.94 ^{e-i}	47.72 ^{g-j}	26.05 ^{i-k}	10.75 ^{h-j}	-25.36	-59.25	-83.19
D47	51.30 ^{i-l}	38.03 ^{j-l}	30.41 ^{f-k}	21.66 ^{c-f}	-25.87	-40.71	-57.78
2015-10	32.75 ^{n-o}	36.79 ^{k-m}	24.55 ^{i-k}	12.12 ^{g-j}	12.33	-25.03	-63.00
S64	38.07 ^{l-o}	33.90 ^{k-m}	21 ^{j-l}	7.18 ^j	-10.96	-44.84	-81.15
C43	26.59 ^o	22.21 ⁿ	13.02 ^l	7.74 ^{i-j}	-16.48	-51.03	-70.91
C32	43.22 ^{k-n}	29.82 ^{l-n}	20.07 ^{k-l}	10.15 ^{i-j}	-31.02	-53.57	-76.52
2015-1	68.31 ^{d-h}	53.72 ^{f-h}	33.75 ^{e-i}	25.42 ^{b-d}	-21.35	-50.58	-62.79
S2	50.31 ^{i-l}	35.30 ^{k-m}	26.17 ^{i-k}	16.51 ^{d-i}	-29.82	-47.98	-67.18
TR 69728	60.93 ^{f-j}	38.99 ^{j-l}	30.32 ^{f-k}	13.38 ^{f-j}	-36.02	-50.23	-78.05
Ilıca	72.95 ^{d-f}	58.34 ^{e-f}	36.32 ^{d-i}	17.03 ^{d-i}	-20.02	-50.21	-76.65
Demre-8	124.52 ^a	96.68 ^a	49.53 ^{b-c}	19.74 ^{c-h}	-22.36	-60.22	-84.15
S34	60.83 ^{f-j}	49.32 ^{f-i}	33.26 ^{e-i}	21.49 ^{c-f}	-18.91	-45.31	-64.66
C19	70.39 ^{d-g}	56.61 ^{e-h}	36.99 ^{d-i}	19.19 ^{c-i}	-19.58	-47.45	-72.74
Yalova 28	88.55 ^{b-c}	78.23 ^c	40.96 ^{c-f}	19.15 ^{c-i}	-11.65	-53.74	-78.37
Bağcı Çarliston	92.15 ^b	87.28 ^b	71.45 ^a	44.17 ^a	-5.28	-22.46	-52.07
C51	36.39 ^{m-o}	33.02 ^{k-m}	19.75 ^{k-l}	13.07 ^{f-j}	-9.26	-45.71	-64.07
Çağırkan	65.91 ^{e-h}	57.67 ^{e-g}	45.08 ^{c-d}	20.09 ^{c-g}	-12.51	-31.59	-69.51
2015-9	56.70 ^{g-k}	48.30 ^{g-j}	31.11 ^{f-j}	19.08 ^{c-i}	-14.82	-45.13	-66.35
D52	50.32 ^{i-l}	40.86 ^{i-k}	32.65 ^{e-i}	23.07 ^{c-e}	-18.79	-35.10	-54.14
Ortalama	59.08	47.99	33.52	20.29	-18.50	-42.46	-65.02
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.6.4. Tuz Stresi Etkisiyle Kök Kuru Ağırlığında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlıklarına olan etkisini incelediğimizde 50 mM tuz uygulamasındaki 2015-10 (% 7.16) genotipi hariç tüm konsantrasyonlarda biber genotiplerinin kök kuru ağırlıklarının kontrol bitkilerine göre oransal olarak azaldığı tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde ortalama kök kuru ağırlıkları 6.84 g iken, 50, 100 ve 150 mM tuz konsantrasyonlarında ise sırasıyla 5.67 g, 3.96 g ve 2.29 g olarak saptanmıştır.

50 mM tuz uygulamasında en dayanıklı bitkiler 2015-10 (% 7.16), C-43 (% -2.73), S-65 (% -3.03), Bağcı Çarliston (% -3.84), K-86 (% -5.81) olurken, en hassas genotipler S-69 (% -38.99), 2015-5 (% -34.01), S-5 (% -28.24), TR69728 (% -28.16) olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında en dayanıklı genotipler Bağcı Çarliston (% -18.12), K-86 (% -23.18), S-64 (% -23.94), K-80 (% -27.37), en hassas genotipler ise D-49 (% -65.00), Demre-8 (% -63.68), C-43 (% -54.28), D-7 (% -52.41) olarak tespit edilmiştir. En yüksek tuz konsantrasyonu olan 150 mM' da en dayanıklı bitkiler S-69 (% -46.17), D-20 (% -49.03), Kandil Dolma (% -51.33), S-67 (% -51.56), K-80 (% -52.06) olurken, en hassas bitkiler C-43 (% -93.43), Demre-8 (% -85.67), D-49 (% -78.86), S-64 (% -77.48), C-19 (% -77.25) olarak belirlenmiştir.

Tuna ve Eroğlu (2016), 100 mM NaCl uygulanmış biber bitkisinde kontrol bitkilerinde 1.54g olan kök kuru ağırlığının, tuz stresi uygulanmış bitkilerde 0.73 g' a düşerek % 86 oranında azalma gösterdiğini bildirmiştir.

Tuz stresi etkisi altındaki bitkilerde Na miktarının artması ozmotik regülasyonu ve besin dengesini bozarak sipesifik iyon toksitesine neden olabilmektedir (Köşkeroğlu, 2006). Tuz stresinin etkisiyle Kuşvuran (2010), kavunda % 47.64; Kaya (2011), fasulyede % 24.18; Süyüm (2011), karpuzda % 48.19; Kuşvuran (2010), kavunda % 47.64; Koç (2005) fasulyede % 18 ile % 78 arasında; Dölek (2009) karpuzda % 28.3 (75 mM NaCl) ile % 76.6 (150 mM NaCl) oranlarında; Küçükkömürücü (2011), bamyada % 20.49 (200 mM NaCl) oranında kök kuru ağırlıklarının azaldığını belirtmişlerdir.

Çizelge 18. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama kök kuru ağırlıkları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	5.76 ^{e-i}	5.59 ^{h-i}	3.07 ^{g-i}	1.68 ^{g-j}	-3.03	-46.64	-70.93
S69	4.18 ^{i-k}	2.55 ^m	2.51 ^{i-j}	2.25 ^{c-i}	-38.99	-39.83	-46.17
K86	8.00 ^{c-d}	7.54 ^{d-f}	6.14 ^{c-d}	3.14 ^{b-d}	-5.81	-23.18	-60.79
S67	10.60 ^{a-b}	9.03 ^{a-c}	7.44 ^{a-b}	5.13 ^a	-14.83	-29.80	-51.56
K80	6.39 ^{d-h}	5.64 ^{h-i}	4.64 ^{e-f}	3.07 ^{c-e}	-11.85	-27.37	-52.06
Kandil Dolma	4.74 ^{h-k}	3.44 ^{j-m}	3.03 ^{g-i}	2.31 ^{c-i}	-27.46	-36.11	-51.33
Çetinel	4.72 ^{h-k}	3.50 ^{j-m}	2.61 ^{h-j}	1.49 ^{h-j}	-25.84	-44.70	-68.44
S5	6.53 ^{d-h}	4.69 ^{i-k}	3.31 ^{g-i}	2.37 ^{c-i}	-28.24	-49.30	-63.74
2015-5	5.74 ^{e-i}	3.79 ^{j-m}	2.70 ^{h-j}	1.92 ^{f-j}	-34.01	-52.97	-66.50
D20	10.52 ^{a-b}	7.97 ^{b-e}	6.61 ^{b-c}	5.36 ^a	-24.23	-37.15	-49.03
D7	7.35 ^{d-e}	5.00 ^{g-i}	3.49 ^{f-i}	1.89 ^{f-j}	-18.44	-52.41	-74.33
D49	9.49 ^{b-c}	7.15 ^{e-g}	3.32 ^{g-i}	2.01 ^{e-j}	-24.64	-65.00	-78.86
D47	6.78 ^{d-g}	5.48 ^{h-i}	4.30 ^{e-g}	2.90 ^{c-f}	-19.22	-36.50	-57.16
2015-10	5.33 ^{f-j}	5.71 ^{g-i}	3.10 ^{g-i}	1.51 ^{h-j}	7.16	-41.73	-71.74
S64	5.06 ^{g-k}	4.62 ^{i-k}	3.84 ^{e-i}	1.14 ^{i-k}	-8.75	-23.94	-77.48
C43	3.25 ^k	3.16 ^{k-m}	1.48 ^j	0.21 ^k	-2.73	-54.28	-93.43
C32	3.64 ^{j-k}	2.74 ^{l-m}	2.31 ^{i-j}	0.95 ^{j-k}	-24.71	-36.31	-73.98
2015-1	6.98 ^{d-f}	5.59 ^{h-i}	3.93 ^{e-h}	2.86 ^{c-f}	-19.91	-43.65	-58.99
S2	6.06 ^{e-i}	4.69 ^{i-k}	3.12 ^{g-i}	2.03 ^{e-j}	-22.58	-48.46	-66.47
TR 69728	6.00 ^{e-i}	4.31 ^{i-k}	3.30 ^{g-i}	1.39 ^{i-j}	-28.16	-44.88	-76.89
Ilıca	7.40 ^{d-e}	6.04 ^{g-i}	4.32 ^{e-g}	1.82 ^{f-j}	-18.36	-41.60	-75.38
Demre-8	11.99 ^a	9.91 ^a	4.35 ^{e-g}	1.72 ^{g-j}	-17.37	-63.68	-85.67
S34	6.05 ^{e-i}	4.82 ^{i-j}	3.10 ^{g-i}	1.91 ^{f-j}	-20.36	-48.66	-68.36
C19	9.68 ^b	7.71 ^{c-f}	4.70 ^{e-f}	2.20 ^{d-i}	-20.39	-51.39	-77.25
Yalova 28	9.74 ^b	8.73 ^{a-d}	4.68 ^{e-f}	2.76 ^{c-g}	-10.49	-51.99	-71.73
Bağcı Çarliston	9.75 ^b	9.37 ^{a-b}	7.98 ^a	4.11 ^b	-3.84	-18.12	-57.82
C51	4.52 ^{i-k}	3.77 ^{j-m}	2.26 ^{i-j}	1.13 ^{i-k}	-16.72	-49.92	-75.13
Çağırkan	6.85 ^{d-g}	5.97 ^{g-i}	4.89 ^e	2.54 ^{c-h}	-12.86	-28.57	-62.86
2015-9	4.68 ^{h-k}	4.18 ^{i-l}	3.21 ^{g-i}	1.62 ^{h-j}	-10.74	-31.34	-65.30
D52	7.48 ^{d-e}	6.47 ^{f-h}	5.08 ^{d-e}	3.32 ^{b-c}	-13.56	-32.11	-55.61
Ortalama	6.84	5.67	3.96	2.29	-17.37	-41.72	-66.83
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.7. TUZ STRESİ ETKİSİYLE NİSBİ BÜYÜME ORANINDA ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER

Farklı dozlarda tuz stresi uygulaması yapılan biber bitkilerinin büyüme oranlarının belirlendiği denemede, kontrol bitkilerinin nisbi büyüme oranları incelendiğinde en yüksek ortalamaya Demre-8 (1.02 g/gün), en düşük ortalamaya ise S-69 (0.38 g/gün) genotipi sahip olmuştur. 50 mM tuz uygulamasında 2015-10 (% 7.81) ve S-65 (% 0.03) genotiplerinde artış gözlenirken diğer genotiplerin hepsinde tüm dozlarda değişen oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. Kontrol bitkilerinde Nisbi Büyüme oranı ortalaması 0.69 g/gün iken, 50 mM'da 0.56 g/gün, 100 mM' da 0.39 g/gün, 150 mM' da ise 0.22 g/gün olmuştur (Çizelge 19).

50 mM tuz uygulaması yapılmış olan genotipler incelendiğinde en dayanıklı genotipler 2015-10 (% 7.81), S-65 (% 0.03), Bağcı Çarliston (% -4.23), K-86 (% -9.03) olurken, en hassas genotipler Kandil Dolma (% -35.05), S-69 (% -32.77), D-49 (% -31.36), 2015-5 (% -31.09) olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulaması yapılmış genotiplerde en dayanıklı bitkiler K-86 (% -20.49), K-80 (% -21.65), Bağcı Çarliston (% -23.22), 2015-10 (% -29.28), Çağırkan Kapya (% -32.41), en hassas genotipler D-49 (% -61.68), C-51 (% -55.66), Demre-8 (% -55.27), C-43 (% -54.10), 2015-1 (% -53.70) olarak tespit edilmiştir. 150 mM tuz uygulaması yapılmış genotipleri incelediğimizde en dayanıklı genotiplerin S-67 (% -48.16), S-69 (% -49.42), K-80 (% -49.52), S-5 (% -51.71), K-86 (% -52.69) olarak belirlenmiş, en hassas genotipler ise C-43 (% -89.66), S-64 (% -85.16), Demre-8 (% -84.82), C-32 (% -82.70), C-19 (% -81.96) olarak belirlenmiştir.

Kuşvuran (2010), kavunda tuz stresinin etkisiyle nisbi büyüme oranının % 57.16 azaldığını bildirmiştir. Kamakanova ve Stoeva (2008), fasulyede, Hasni ve ark. (2009), çemen otu bitkisinde tuz stresinin etkisiyle nisbi büyüme oranının olumsuz etkilendiğini, 200 mM tuz stresi uygulanmış bitkilerin yapraklarında % 17, gövdelerinde ise % 30 oranında nispi büyüme oranının azaldığını tespit etmişlerdir. Balasubramanian ve Sinha (2006), tuz stresi uyguladıkları börülce ve mungo fasulyesinde nispi büyüme oranının stresin etkisiyle düştüğünü bildirmişlerdir.

Ayrıca nisbi büyüme oranının tuz stresi altındaki biyosentetik aktivitenin değerlendirilmesinde önemli bir kriter olabileceğini bildirmişlerdir. Mahdavi ve ark. (2004), nisbi büyüme oranı miktarının bitkilerin verimiyle önemli düzeyde ilişkili

olduğunu, tuz stresinin etkisiyle engellenen bitki gelişiminin bitkide nispi büyüme oranının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Daha önceki çalışmalar ile uyumlu olarak bulgularımızda da nispi büyüme oranının artan tuz dozlarının etkisiyle düştüğü ancak genotipler arasında farklılıkların olduğu görülmektedir.



Çizelge 19. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama nisbi büyüme oranları ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	0.52 ^{k-n}	0.52 ^{h-j}	0.28 ^{e-h}	0.15 ^{g-i}	0.03	-45.16	-71.41
S69	0.38 ⁿ	0.25 ^m	0.23 ^{g-h}	0.19 ^{f-i}	-32.77	-38.85	-49.42
K86	0.78 ^{c-h}	0.71 ^{c-e}	0.61 ^a	0.37 ^{b-c}	-9.03	-20.49	-52.69
S67	0.95 ^{a-b}	0.81 ^{a-b}	0.63 ^a	0.49 ^a	-14.77	-33.46	-48.16
K80	0.60 ^{i-l}	0.52 ^{h-j}	0.46 ^{b-c}	0.30 ^{c-e}	-13.32	-21.65	-49.52
Kandil Dolma	0.63 ^{h-l}	0.41 ^{k-l}	0.37 ^{b-f}	0.26 ^{d-f}	-35.05	-41.15	-58.39
Çetinel	0.59 ^{i-l}	0.49 ^{i-k}	0.31 ^{e-g}	0.22 ^{e-g}	-16.10	-47.32	-62.37
S5	0.65 ^{g-k}	0.50 ^{i-k}	0.40 ^{b-f}	0.31 ^{b-d}	-22.52	-37.33	-51.71
2015-5	0.63 ^{h-l}	0.43 ^{j-l}	0.33 ^{d-g}	0.21 ^{f-h}	-31.09	-46.81	-65.86
D20	0.86 ^{b-e}	0.64 ^{d-g}	0.50 ^b	0.39 ^b	-25.04	-41.66	-54.55
D7	0.72 ^{d-i}	0.60 ^{f-i}	0.36 ^{b-f}	0.19 ^{f-i}	-16.46	-48.54	-73.19
D49	0.82 ^{b-f}	0.56 ^{g-i}	0.31 ^{e-g}	0.16 ^{g-i}	-31.36	-61.68	-79.92
D47	0.57 ^{i-l}	0.50 ^{i-k}	0.38 ^{b-f}	0.23 ^{e-g}	-13.01	-34.04	-60.22
2015-10	0.47 ^{l-n}	0.51 ^{h-k}	0.33 ^{d-g}	0.15 ^{g-i}	7.81	-29.28	-67.86
S64	0.65 ^{g-k}	0.58 ^{f-i}	0.39 ^{b-f}	0.10 ^{i-j}	-10.89	-39.34	-85.16
C43	0.40 ^{m-n}	0.36 ^l	0.18 ^h	0.04 ^j	-11.51	-54.10	-89.66
C32	0.56 ^{i-l}	0.44 ^{i-l}	0.27 ^{f-h}	0.10 ^{i-j}	-21.69	-50.66	-82.70
2015-1	0.80 ^{b-g}	0.61 ^{e-h}	0.36 ^{b-f}	0.27 ^{d-f}	-23.29	-53.70	-66.55
S2	0.75 ^{d-i}	0.53 ^{h-j}	0.40 ^{b-f}	0.22 ^{f-h}	-29.22	-46.70	-71.40
TR 69728	0.63 ^{h-l}	0.45 ^{i-l}	0.34 ^{c-g}	0.12 ⁱ⁻ⁱ	-28.76	-45.54	-80.91
Ilıca	0.87 ^{b-d}	0.73 ^{b-d}	0.45 ^{b-d}	0.18 ^{f-i}	-16.58	-48.10	-78.96
Demre-8	1.02 ^a	0.80 ^{a-c}	0.45 ^{b-d}	0.16 ^{g-i}	-21.81	-55.27	-84.82
S34	0.71 ^{e-i}	0.56 ^{g-i}	0.36 ^{b-f}	0.19 ^{f-i}	-20.05	-47.81	-72.58
C19	0.83 ^{b-f}	0.67 ^{d-f}	0.49 ^b	0.15 ^{g-i}	-18.41	-40.36	-81.96
Yalova 28	0.81 ^{b-f}	0.70 ^{d-e}	0.40 ^{b-f}	0.22 ^{e-g}	-13.54	-50.47	-72.60
Bağcı Çarliston	0.92 ^{a-c}	0.88 ^a	0.70 ^a	0.36 ^{b-c}	-4.23	-23.22	-60.48
C51	0.53 ^{j-m}	0.44 ^{i-l}	0.23 ^{g-h}	0.13 ^{h-i}	-17.14	-55.66	-75.20
Çağırkan Kapyra	0.61 ^{i-l}	0.53 ^{h-j}	0.41 ^{b-e}	0.23 ^{d-f}	-12.82	-32.41	-61.78
2015-9	0.64 ^{h-k}	0.51 ^{h-k}	0.32 ^{d-g}	0.18 ^{g-i}	-19.99	-48.52	-72.17
D52	0.69 ^{f-j}	0.54 ^{h-i}	0.41 ^{b-e}	0.30 ^{c-e}	-21.86	-40.11	-57.04
Ortalama	0.69	0.56	0.39	0.22	-18.15	-42.65	-67.97
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.8. TUZ STRESİ ETKİSİYLE YAPRAK ORANSAL SU İÇERİĞİNDE (YOSİ) ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞİMLER

Tuz stresi altındaki bitkilerin yaprak oransal su içerikleri Çizelge 20' de verilmiştir. Kontrol bitkilerinde % 77.28 olan YOSİ miktarı, 50,100 ve 150 mM tuz dozlarında sırasıyla % 74.45, % 69.58, % 64.07 olarak belirlenmiştir.

50 mM tuz uygulamasında en az etkilenen genotiplerin K-86 (% 5.89), S-69 (% 5.54), Bağcı Çarliston (% 2.03), D-7 (% 1.85), C-43 (% 0.60), S-34 (% -1.24) olduğu, en fazla etkilenen genotiplerin ise Ilıca (% -12.70), 2015-10 (% -10.60), C-32 (% -10.16), S-64 (% -9.40), Y-28 (% -9.10) olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulaması yapılmış bitkilerde ise en dayanıklı genotipler K-86 (% 14.10), S-69 (% -2.01), Bağcı Çarliston (% -2.03), K-80 (% -3.96), C-43 (% -4.23), en hassas genotipler ise Demre-8 (% -26.22), Ilıca (% -24.58), TR69728 (% -23.35), S-34 (% -17.76) olduğu belirlenmiştir. 150 mM tuz uygulamasında ise en dayanıklı genotiplerin K-86 (% -4.23), S-69 (% -4.34), Bağcı Çarliston (% -8.33), Çağırkan (% -9.33), D-20 (% -9.55) olarak belirlenirken, en hassas genotiplerin ise Demre-8 (% -37.48), TR69728 (% -31.86), Ilıca (% -28.96), C-32 (% -27.76), S-64 (% -26.82) olduğu tespit edilmiştir.

Yaprak su içeriğinin azalması, stresin etkisi ile hücrelerde turgor kaybının oluşması sonucunda hücre büyümesi için gerekli olan suyun kısıtlanması anlamına gelmektedir (Katerji ve ark., 1997). Tuzun etkisiyle kök bölgesinde osmotik basıncın yükselmesi bitkilerin su alımını güçleştirmekte ve yeterince su alamayan bitkilerin yaprak oransal su içeriği de düşmektedir.

Kuşvuran (2010), 200 mM NaCl uygulamasının kavun genotiplerinde YOSİ değerini % 18.66 azalttığını bildirmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde 150 mM tuz uygulamasında YOSİ değerinin % 17.09 azaldığı belirlenmiştir.

YOSİ miktarının düşmesinde kök bölgesindeki tuz konsantrasyonunun artmasıyla suyun osmotik potansiyelinin düşmesi sonucunda bitkilerin fizyolojik kuraklık stresine maruz kalması etkili olmaktadır (Lewitt, 1980). Tuz stresi sonucu bitkilerde ortaya çıkan ilk belirti su eksikliğidir (Richard, 1954; Munns ve Termaat, 1986). Tuz stresinin etkisiyle turgor özelliğini kaybeden hücre de suyun kimyasal aktivitesi azalmakta, bunun sonucunda da kuraklık benzeri bir etki ortaya çıkmaktadır (Borsani ve ark., 2003).

Topaloğlu (2010), tuz stresi uyguladıkları (200 mM) chili biberleri içerisinde en fazla azalmanın yediveren çeşidinde 5.günde % 11, 10. günde ise % 22 seviyesine ulaştığını bildirmiştir.

Bitkilerin yapraklarından transpirasyon yoluyla kaybettikleri su ile yaprak hücrelerinde bulunan su arasındaki dengenin sağlanabilmesi bitkilerin strese karşı koymasında etkili olmaktadır (Dhanda ve Sethi, 2002).

Yakıt ve Tuna (2006), mısır bitkisinde 100 mM NaCl uygulamasının yaprak nispi su içeriğini kontrol bitkilerine kıyasla önemli düzeyde düşürdüğünü ifade etmişlerdir.

Dölek (2009), karpuz genotiplerinde kontrol uygulamasında ortalama % 87,8 olan yaprak oransal su içeriğinin 75 mM tuz dozunda % 79, 150 mM tuz dozunda ise % 74,1 olarak saptamıştır.

Küçükkömürçü (2011), bamyaya genotiplerinin YOSİ değerinin 200 mM tuz uygulanmışlarda ortalama % 28.29 oranında azaldığını bildirmiştir.

Bitkilerin yaprak su potansiyellerinin tuz stresinin etkisiyle farklı oranda azalması, strese dayanıklılığın belirlenmesinde bir çok araştırmacı tarafından önemli bir parametre olarak değerlendirilmiştir (Kaya ve Higgs, 2003; Yakıt ve Tuna, 2006; Türkan ve ark., 2005). Bulgularımızda da tuz stresine nisbeten daha dayanıklı belirlenen genotiplerin, YOSİ düzeylerinin diğerlerinden daha yüksek çıkması bulgularımızın güvenilirliğini güçlendirmektedir.

Önceki çalışmalarla uyumlu olarak bulgularımızda da 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında yaprak oransal su içeriklerinde sırasıyla % 3.55, % 9.91, % 17.07 oranında azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 20. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama yaprak oransal su içerikleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	87.48 ^a	81.40 ^{a-b}	80.68 ^{a-b}	70.39 ^{a-e}	-6.95	-7.77	-19.53
S69	75.75 ^{f-j}	79.94 ^{a-d}	74.22 ^{b-e}	72.47 ^{a-d}	5.54	-2.01	-4.34
K86	74.59 ^{h-l}	78.98 ^{a-f}	85.10 ^a	71.44 ^{a-e}	5.89	14.10	-4.23
S67	84.97 ^{a-c}	81.16 ^{a-c}	71.58 ^{d-g}	70.25 ^{a-e}	-4.48	-15.75	-17.31
K80	82.06 ^{a-f}	79.87 ^{a-d}	78.81 ^{a-d}	73.36 ^{a-b}	-2.67	-3.96	-10.60
Kandil Dolma	85.82 ^{a-b}	83.24 ^a	81.98 ^a	76.62 ^a	-3.01	-4.47	-10.72
Çetinel	84.66 ^{a-d}	80.71 ^{a-c}	79.32 ^{a-c}	72.93 ^{a-c}	-4.67	-6.31	-13.86
S5	79.53 ^{b-i}	76.24 ^{b-h}	74.40 ^{b-e}	69.19 ^{b-f}	-4.13	-6.43	-12.99
2015-5	75.47 ^{f-j}	73.12 ^{e-i}	70.94 ^{e-g}	65.18 ^{d-i}	-3.12	-6.00	-13.65
D20	72.34 ^{i-m}	71.23 ^{g-j}	68.34 ^{e-i}	65.43 ^{d-i}	-1.53	-5.52	-9.55
D7	70.83 ^{j-n}	72.14 ^{g-i}	62.45 ^{i-j}	61.94 ^{f-i}	1.85	-11.83	-12.55
D49	77.77 ^{d-j}	74.64 ^{c-h}	69.80 ^{e-i}	62.29 ^{f-i}	-4.02	-10.24	-19.90
D47	81.89 ^{a-g}	79.50 ^{a-e}	70.24 ^{e-h}	68.93 ^{b-g}	-2.91	-14.22	-15.82
2015-10	73.11 ^{i-l}	65.36 ^{j-k}	64.37 ^{f-j}	62.04 ^{f-i}	-10.60	-11.95	-15.14
S64	78.62 ^{c-i}	71.23 ^{g-j}	67.93 ^{e-i}	57.53 ⁱ	-9.40	-13.59	-26.82
C43	65.52 ⁿ	65.92 ^{i-k}	62.75 ^{h-j}	50.62 ^{j-k}	0.60	-4.23	-22.75
C32	80.53 ^{a-h}	72.35 ^{f-i}	67.95 ^{e-i}	58.17 ⁱ⁻ⁱ	-10.16	-15.62	-27.76
2015-1	76.91 ^{e-j}	75.22 ^{b-h}	71.32 ^{e-g}	64.29 ^{e-i}	-2.20	-7.26	-16.41
S2	80.61 ^{a-h}	77.14 ^{a-g}	72.10 ^{c-f}	65.46 ^{c-i}	-4.31	-10.55	-18.79
TR 69728	66.11 ^{m-n}	60.29 ^k	50.66 ^k	45.04 ^k	-8.80	-23.35	-31.86
Ilıca	83.45 ^{a-e}	72.85 ^{e-i}	62.94 ^{h-j}	59.28 ^{h-i}	-12.70	-24.58	-28.96
Demre-8	77.76 ^{d-j}	74.85 ^{b-h}	57.37 ^j	48.62 ^k	-3.74	-26.22	-37.48
S34	78.77 ^{b-i}	77.79 ^{a-g}	64.78 ^{f-j}	61.53 ^{g-i}	-1.24	-17.76	-21.89
C19	75.08 ^{f-l}	71.30 ^{g-j}	64.17 ^{g-j}	58.54 ^{h-i}	-5.03	-14.52	-22.03
Yalova 28	80.95 ^{a-h}	73.58 ^{d-h}	73.22 ^{c-e}	65.95 ^{b-h}	-9.10	-9.54	-18.54
Bağcı Çarliston	75.28 ^{f-k}	76.80 ^{a-h}	73.23 ^{c-e}	69.01 ^{b-g}	2.03	-2.72	-8.33
C51	81.28 ^{a-h}	76.32 ^{b-h}	69.74 ^{e-i}	68.99 ^{b-g}	-6.10	-14.19	-15.11
Çağırkan Kapyra	74.77 ^{g-l}	73.32 ^{d-h}	70.78 ^{e-g}	67.79 ^{b-g}	-1.94	-5.33	-9.33
2015-9	68.41 ^{k-n}	66.69 ^{i-j}	61.74 ^{i-j}	56.83 ^{i-j}	-2.51	-9.75	-16.93
D52	68.26 ^{l-n}	70.29 ^{h-j}	64.34 ^{f-j}	62.04 ^{f-i}	2.98	-5.74	-9.10
Ortalama	77.28	74.45	69.58	64.07	-3.55	-9.91	-17.07
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.9. TUZ STRESİ ETKİSİYLE YAPRAK HÜCRELERİNDE MEYDANA GELEN MEMBRAN ZARARLANMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmada 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulanmış biber genotiplerinde tuz stresinden kaynaklı oluşan yaprak hücrelerinde membran zararlanması istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve Çizelge 21' de verilmiştir.

Artan tuz dozlarının etkisi ile tüm biber genotiplerinin yaprak hücrelerinde membran zararlanması gerçekleşmiş ancak zararlanmanın derecesi bakımından genotipler arasında önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır. En düşük doz olan 50 mM tuz uygulaması yapılmış bitkiler içerisinde en toleranslı genotipler 2015-10 (% 12.34), Bağcı Çarliston (% 14.26), Çağırkan Kapya (% 16.04), S-65 (% 18.38), Yalova 28 (% 19.10) olurken, en dayanıksız genotipler ise TR69728 (% 37.93), Kandil Dolma (% 34.73), 2015-5 (% 34.21), D-49 (% 32.33) olmuştur. 100 mM tuz uygulaması etkisi altında ise en toleranslı genotipler K-86 (% 25.49), K-80 (% 26.58), 2015-10 (% 27.48), C-51 (% 28.09) olurken, en dayanıksız genotipler Ilıca (% 49.25), D-49 (% 47.50), 2015-1 (% 45.92), C-43 (% 45.71) olarak belirlenmiştir. 150 mM tuzluluk koşullarında ise en toleranslı genotipler D-52 (% 38.73), K-80 (% 40.43), S-67 (% 41.08), S-5 (% 44.35) olurken, en dayanıksız genotiplerde S-64 (% 89.51), TR69728 (% 86.73), C-43 (% 84.79), Demre-8 (% 79.89), C-32 (% 79.14) olarak tespit edilmiştir.

Stresin etkisi ile bütünlüğünü ve seçiciliğini kaybeden hücre membranları, tuz stresinden diğer stres faktörlerine göre daha fazla etkilenmektedirler. Bitkilerin yapraklarında tuz dozlarındaki artışla beraber membran yapıları bozulmakta ve membranlardan elektrolit sızıntıları oluşmaktadır (Leopold ve Willing, 1984). Membran zararlanması, hücre içi ve dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen iyon dengesizliği olarak tanımlanmaktadır (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002).

Munns (2002) ve Ghoulam ve ark. (2002), tuz ve kuraklık stresinin membranlar üzerinde zararlanma gösterdiğini ancak tuz stresinin genotiplerde ortalama % 34.25 oranında zararlanma göstermesine rağmen kuraklık stresinde % 30.60 oranında zararlanma belirlenmiştir. Tuz stresinin etkisiyle bitki hücrelerinde meydana gelen zararlanmanın bir göstergesi olan membran zararlanma indeksi incelenen genotiplerin tolerans durumlarına göre kendi arasında önemli varyasyon göstermiştir.

Tuz stresinin etkisiyle; Kuşvuran (2010), kavun genotiplerinde % 34.25 oranında, Kaya (2011), fasulye genotiplerinde % 38.44 oranında; Küçükkömürçü (2011), bamyada % 16.16 oranında membran zararlanmasının meydana geldiğini bildirmektedir.

Membran zararlanmasına sebep olan tuz önemli bir oksidatif stres türüdür. Bitkiler diğer oksidatif stres faktörlerine karşı olduğu gibi tuz stresi altında da enzim aktivitelerini çalıştırarak veya hücre içi ozmotik basıncı düzenleyerek hücre zararlanmasını daha düşük düzeyde tutmaya çalışmaktadırlar (Bandurska, 1998). Bitkilerin stres koşullarına tolerans sağlamasında hücre bütünlüğünü koruyabilmeleri büyük önem taşımaktadır (Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu, 1997). Bulgularımızda da düşük oranda membran zararlanması gösteren genotipler, diğer incelenen parametrelerde de tuz stresine karşı toleranslı genotipler olarak belirlenmiştir.

Çizelge 21. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında yaprak hücrelerinde meydana gelen membran zararlanması

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları		
	50 mM	100 mM	150 mM
S65	18.38 ^{f-1}	38.51 ^{a-h}	58.90 ^{e-h}
S69	24.49 ^{c-g}	34.72 ^{b-1}	44.37 ^{h-1}
K86	20.32 ^{e-1}	25.49 ¹	46.78 ^{h-1}
S67	26.73 ^{b-f}	31.17 ^{e-1}	41.08 ¹⁻¹
K80	27.63 ^{b-f}	26.58 ^{h-1}	40.43 ¹⁻¹
Kandil Dolma	34.73 ^{a-b}	39.78 ^{a-g}	55.92 ^{f-1}
Çetinel	27.59 ^{b-f}	37.38 ^{a-1}	52.06 ^{g-1}
S5	28.68 ^{b-f}	36.92 ^{a-1}	44.35 ^{h-1}
2015-5	34.21 ^{a-b}	41.19 ^{a-f}	51.31 ^{h-1}
D20	27.15 ^{b-f}	35.18 ^{b-1}	48.43 ^{h-1}
D7	23.40 ^{c-h}	39.74 ^{a-g}	49.41 ^{h-1}
D49	32.33 ^{a-c}	47.50 ^{a-b}	67.51 ^{c-f}
D47	23.90 ^{c-g}	31.35 ^{e-1}	48.43 ^{h-1}
2015-10	12.34 ¹	27.48 ^{g-1}	54.89 ^{f-1}
S64	19.53 ^{e-1}	35.58 ^{b-1}	89.51 ^a
C43	26.59 ^{b-f}	45.71 ^{a-c}	84.79 ^{a-b}
C32	27.77 ^{b-f}	43.12 ^{a-e}	79.14 ^{a-c}
2015-1	30.62 ^{a-d}	45.92 ^{a-c}	50.58 ^{h-1}
S2	28.03 ^{b-f}	43.37 ^{a-e}	55.64 ^{f-1}
TR 69728	37.93 ^a	39.33 ^{a-h}	86.73 ^{a-b}
Ilıca	24.29 ^{c-g}	49.25 ^a	75.03 ^{a-d}
Demre-8	22.85 ^{c-h}	42.54 ^{a-f}	79.89 ^{a-c}
S34	21.09 ^{d-1}	35.83 ^{b-1}	60.55 ^{d-h}
C19	19.88 ^{e-1}	34.19 ^{c-1}	73.92 ^{b-d}
Yalova 28	19.10 ^{e-1}	44.75 ^{a-d}	68.88 ^{c-e}
Bağcı Çarliston	14.26 ^{h-1}	30.03 ^{f-1}	45.59 ^{h-1}
C51	22.28 ^{d-h}	28.09 ^{g-1}	67.91 ^{c-f}
Çağırkan Kapyra	16.04 ^{g-1}	34.92 ^{b-1}	55.88 ^{f-1}
2015-9	24.69 ^{c-g}	43.67 ^{a-e}	58.70 ^{e-h}
D52	22.95 ^{c-h}	32.34 ^{e-1}	38.73 ¹
Ortalama	24.66	37.39	59.17
P Değeri	0.00	0.00	0.00

4.10. TUZ STRESİ ETKİSİYLE KLOOROFİL A MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER

Tuz stresi altındaki bitkilerin klorofil a içerikleri Çizelge 22' de verilmiştir. Kontrol bitkilerinde 2.45 mg/TA olan klorofil a miktarı, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında sırasıyla 2.43, 2.27, 1.96 mg/TA olarak belirlenmiştir.

50 mM tuz uygulamasında en az etkilenen genotiplerin C-43 (% 0.60), D-7 (% 1.85), Bağcı Çarliston (% 2.03), D-52 (% 2.98), S-69 (% 5.54), K-86 (% 5.89) olduğu, en fazla etkilenen genotiplerin ise Ilıca (% -12.70), 2015-10 (% -10.60), C-32 (% -10.16), S-64 (% -9.40), Yalova 28 (% -9.10) olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulaması yapılmış bitkilerde ise en az etkilenen S-69 (% -2.01), Bağcı Çarliston (% -2.72), K-80 (% -3.96), C-43 (% -4.23), Kandil Dolma (% -4.45), en hassas bitkilerin ise Demre-8 (% -26.22), Ilıca (% -24.58), TR69728 (% -23.35), S-34 (% -17.76), S-67 (% -15.75) olarak belirlenmiştir. 150 mM tuz uygulamasında ise en az etkilenen bitkilerin K-86 (% -4.23), S-69 (% -4.34), Bağcı Çarliston (% -8.33), D-52 (% -9.10), Çağırkan Kapyra (% -9.33) olarak belirlenirken, en hassas genotiplerin ise Demre-8 (% -37.48), TR69728 (% -31.86), Ilıca (% -28.96), S-64 (% -26.82) olduğu tespit edilmiştir.

Öncel ve Keleş (2002), tuza toleransta klorofil a'daki artışın klorofil b'ye oranla daha önemli olarak değerlendirilebileceğini bildirmiştir.

NaCl uygulaması yapılmış bitkilerde fotosentez sistemlerin ışık toplayıcı komplekslerinde mevcut olan klorofil ve karotenoid değerlerinin azalmasına sebep olduğu bildirilmiştir (Parida ve Das, 2005).

Tuna ve Eroğlu (2016), 100 mM NaCl uygulamasının biber bitkisinde klorofil a değerini % 49.1 azalttığını bildirmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde 150 mM tuz uygulamasında klorofil a değerinin kontrol bitkilerinde 2.45 iken 150 mM tuz stresi etkisi altında 1.96'ya kadar düştüğü belirlenmiştir.

Hussein ve ark. (2007), bürülcede artan dozlarda tuz stresi uyguladıklarında (kontrol, 3.13, 6.25 ve 9.37 dS/m NaCl) klorofil a/b oranında azalma olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 22. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama klorofil a değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	2.47 ^{b-e}	2.45 ^{b-c}	2.34 ^{a-e}	1.69 ^{e-f}	-0.81	-5.26	-31.58
S69	2.48 ^{b-e}	2.46 ^{b-c}	2.43 ^{a-b}	2.43 ^a	-0.81	-2.02	-2.02
K86	2.53 ^{b-c}	2.47 ^b	2.46 ^a	2.42 ^a	-2.37	-2.77	-4.35
S67	2.43 ^{c-e}	2.39 ^{b-f}	2.30 ^{a-e}	2.16 ^{a-c}	-1.65	-5.35	-11.11
K80	2.44 ^{b-e}	2.43 ^{b-f}	2.29 ^{a-e}	2.25 ^{a-c}	-0.41	-6.15	-7.79
Kandil Dolma	2.52 ^{b-d}	2.47 ^b	2.41 ^{a-d}	2.23 ^{a-c}	-1.98	-4.37	-11.51
Çetinel	2.54 ^b	2.45 ^{b-c}	2.40 ^{a-d}	2.29 ^{a-c}	-3.54	-5.51	-9.84
S5	2.44 ^{b-e}	2.43 ^{b-f}	2.23 ^{b-e}	1.68 ^{e-f}	-0.41	-8.61	-31.15
2015-5	2.47 ^{b-e}	2.46 ^{b-c}	2.03 ^{f-g}	2.03 ^{b-d}	-0.40	-17.81	-17.81
D20	2.30 ^f	2.39 ^{b-f}	2.25 ^{a-e}	2.23 ^{a-c}	3.91	-2.17	-3.04
D7	2.43 ^{c-e}	2.40 ^{b-f}	2.31 ^{a-e}	2.32 ^{a-b}	-1.23	-4.94	-4.53
D49	2.40 ^e	2.35 ^f	2.35 ^{a-e}	2.19 ^{a-c}	-2.08	-2.08	-8.75
D47	2.43 ^{b-e}	2.44 ^{b-e}	2.37 ^{a-e}	2.27 ^{a-c}	0.41	-2.47	-6.58
2015-10	2.44 ^{b-e}	2.46 ^{b-c}	2.36 ^{a-e}	2.20 ^{a-c}	0.82	-3.28	-9.84
S64	2.44 ^{b-e}	2.43 ^{b-f}	2.41 ^{a-c}	0.92 ^g	-0.41	-1.23	-62.30
C43	2.75 ^a	2.64 ^a	2.35 ^{a-e}	2.10 ^{a-d}	-4.00	-14.55	-23.64
C32	2.44 ^{b-e}	2.38 ^{c-f}	2.19 ^{d-f}	1.53 ^f	-2.46	-10.25	-37.30
2015-1	2.39 ^{e-f}	2.45 ^{b-d}	2.35 ^{a-e}	2.34 ^{a-b}	2.51	-1.67	-2.09
S2	2.42 ^{d-e}	2.38 ^{c-f}	1.99 ^g	1.55 ^f	-1.65	-17.77	-35.95
TR 69728	2.40 ^e	2.37 ^{d-f}	2.15 ^{e-g}	1.95 ^{c-e}	-1.25	-10.42	-18.75
Ilıca	2.42 ^{d-e}	2.43 ^{b-f}	2.35 ^{a-e}	1.58 ^f	0.41	-2.89	-34.71
Demre-8	2.45 ^{b-e}	2.43 ^{b-f}	1.52 ^h	0.17 ^h	-0.82	-37.96	-93.06
S34	2.42 ^{d-e}	2.36 ^{e-f}	2.30 ^{a-e}	1.79 ^{d-f}	-2.48	-4.96	-26.03
C19	2.40 ^e	2.41 ^{b-f}	2.37 ^{a-e}	2.27 ^{a-c}	0.42	-1.25	-5.42
Yalova 28	2.41 ^e	2.46 ^{b-c}	2.30 ^{a-e}	2.12 ^{a-d}	2.07	-4.56	-12.03
Bağcı Çarliston	2.43 ^{b-e}	2.44 ^{b-e}	2.29 ^{a-e}	2.03 ^{b-d}	0.41	-5.76	-16.46
C51	2.42 ^{d-e}	2.41 ^{b-f}	2.24 ^{b-e}	2.07 ^{a-d}	-0.41	-7.44	-14.46
Çağırkan Kapya	2.41 ^e	2.41 ^{b-f}	2.22 ^{c-f}	1.99 ^{b-e}	0.00	-7.88	-17.43
2015-9	2.43 ^{c-e}	2.43 ^{b-f}	2.33 ^{a-e}	1.93 ^{c-e}	0.00	-4.12	-20.58
D52	2.47 ^{b-e}	2.34 ^f	2.17 ^{e-g}	2.11 ^{a-d}	-5.26	-12.15	-14.57
Ortalama	2.45	2.43	2.27	1.96	-0.82	-7.35	-20.00
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.11. TUZ STRESİ ETKİSİYLE KLOROFİL B MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER

Farklı tuz dozları uygulanmış biber genotiplerinin klorofil b miktarlarında ki değişim değerleri Çizelge 23' de verilmiştir.

50 mM tuz uygulamasında kontrol bitkilerine kıyasla klorofil b miktarlarında en az etkilenme görülen genotipler D-7 (% 16.60), 2015-5 (% 14.77), 2015-1 (% 10.46), Yalova-28 (% 8.14), D-49 (% 7.37) iken, en fazla olumsuz etkilenen genotipler ise D-52 (% -23.64), C-51 (% -20.59), Bağcı Çarliston (% -17.11), TR69728 (% -15.67) genotiplerinde belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında ise en az etkilenen genotipler D-49 (% 0.00), 2015-1 (% -3.92), Ilıca (% - 4.96), C-19 (% -6.62), D-20 (% -7.76) olarak belirlenirken, en fazla etkilenen genotipler Demre-8 (% -72.19), C-32 (% -47.82), D-52 (% -47.30), S-2 (% -45.51), Bağcı Çarliston (% -43.32) olarak belirlenmiştir. Genotiplerin klorofil b miktarlarının kontrol bitkilerine kıyasla en fazla azaldığı 150 mM tuz dozunda ise en fazla etkilenen genotipler Demre-8 (% -97.63), S-64 (% -87.42), C-32 (% -72.83), S-2 (% -66.21) olarak saptanmıştır. Aynı dozda en az etkilenen genotipler ise D-20 (% -8.62), K-86 (% -16.30), D-7 (% -18.12), 2015-1 (% -22.22) olarak belirlenmiştir.

100 mM tuz uygulanmış olan biber genotiplerinde kontrol bitkilerinde 4.72 olan klorofil b miktarının tuz stresinin etkisiyle 2.78' e düştüğü bildirilmiştir (Tuna ve Eroğlu, 2016).

Topaloğlu (2010), biber bitkisiyle yürüttüğü çalışmasında klorofil b miktarının artan tuzlulukla birlikte tüm çeşitlerde azaldığını bildirmiştir. Çalışmamızda da tuz dozlarının etkisiyle benzer oranlarda klorofil b miktarlarında azalmalar tespit edilmiştir.

Eraslan ve ark. (2008), gübreten kaynaklı 40 mM tuz stresinin, domates ve biber bitkisinde klorofil b miktarında önemli oranlarda azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Akçin ve ark. (2017), *Spergularia marina* (L.) Griseb. türünde farklı tuz konsantrasyonlarında klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, toplam karotenoid ve prolin değerlerindeki değişimleri inceledikleri çalışmalarında, tuzluluk artışıyla klorofil a'nın % 69.4 oranında azalma gösterdiğini, klorofil b'nin ise % 96.8 oranında azaldığını, tuz stresinden klorofil b'nin, en çok etkilenen fotosentetik pigment olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca klorofil b'nin yüksek tuzlulukta ani

düşüşüne bağlı olarak klorofil a/b oranının yükseldiğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde artan tuz dozlarının etkisiyle değişik oranlarda da olsa klorofil a/b oranı artış göstermiştir.



Çizelge 23. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama klorofil b değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	1.34 ^{i-l}	1.36 ^{i-l}	1.03 ^{f-i}	0.57 ⁱ⁻ⁱ	1.49	-23.13	-57.46
S69	1.93 ^{a-b}	1.74 ^{b-f}	1.42 ^{b-e}	1.51 ^a	-9.84	-26.42	-21.76
K86	1.84 ^{a-c}	1.80 ^{a-e}	1.69 ^a	1.54 ^a	-2.17	-8.15	-16.30
S67	1.56 ^{d-i}	1.28 ^{k-l}	1.07 ^{f-h}	0.92 ^{e-g}	-17.95	-31.41	-41.03
K80	1.43 ^{i-k}	1.31 ^{j-l}	1.02 ^{f-i}	0.96 ^{d-g}	-8.39	-28.67	-32.87
Kandil Dolma	1.88 ^{a-c}	1.75 ^{b-f}	1.61 ^{a-b}	1.19 ^{b-d}	-6.91	-14.36	-36.70
Çetinel	1.88 ^{a-c}	1.87 ^{a-c}	1.68 ^a	1.38 ^{a-b}	-0.53	-10.64	-26.60
S5	1.50 ^{f-j}	1.50 ^{f-k}	0.97 ^{g-i}	0.60 ⁱ⁻ⁱ	0.00	-35.33	-60.00
2015-5	1.76 ^{b-e}	2.02 ^a	0.85 ^{h-i}	0.79 ^{g-i}	14.77	-51.70	-55.11
D20	1.16 ^l	1.24 ^{k-l}	1.07 ^{f-h}	1.06 ^{d-f}	6.90	-7.76	-8.62
D7	1.38 ^{i-l}	1.61 ^{c-i}	1.44 ^{b-e}	1.13 ^{c-e}	16.67	4.35	-18.12
D49	1.22 ^{k-l}	1.31 ^{j-l}	1.22 ^{e-g}	0.90 ^{e-h}	7.38	0.00	-26.23
D47	1.76 ^{b-e}	1.66 ^{c-h}	1.51 ^{a-d}	0.92 ^{e-g}	-5.68	-14.20	-47.73
2015-10	1.80 ^{a-d}	1.80 ^{a-e}	1.54 ^{a-c}	1.34 ^{a-c}	0.00	-14.44	-25.56
S64	1.75 ^{b-e}	1.60 ^{d-i}	1.08 ^{f-h}	0.22 ^j	-8.57	-38.29	-87.43
C43	2.02 ^a	1.94 ^{a-b}	1.40 ^{b-e}	0.92 ^{e-g}	-3.96	-30.69	-54.46
C32	1.84 ^{a-c}	1.45 ^{g-k}	0.96 ^{h-i}	0.50 ⁱ	-21.20	-47.83	-72.83
2015-1	1.53 ^{e-j}	1.69 ^{b-g}	1.47 ^{a-d}	1.19 ^{b-d}	10.46	-3.92	-22.22
S2	1.45 ^{h-k}	1.41 ^{h-k}	0.79 ^l	0.49 ⁱ	-2.76	-45.52	-66.21
TR 69728	1.34 ^{i-l}	1.13 ^l	0.86 ^{h-i}	0.72 ^{g-i}	-15.67	-35.82	-46.27
Ilıca	1.41 ^{i-l}	1.43 ^{g-k}	1.34 ^{c-e}	0.52 ⁱ	1.42	-4.96	-63.12
Demre-8	1.69 ^{b-h}	1.47 ^{g-k}	0.47 ⁱ	0.04 ^j	-13.02	-72.19	-97.63
S34	1.46 ^{g-k}	1.41 ^{h-k}	1.31 ^{c-e}	0.65 ^{h-i}	-3.42	-10.27	-55.48
C19	1.36 ^{i-l}	1.33 ^{i-l}	1.27 ^{d-f}	0.87 ^{f-h}	-2.21	-6.62	-36.03
Yalova 28	1.72 ^{b-f}	1.86 ^{a-d}	1.47 ^{a-d}	0.78 ^{g-i}	8.14	-14.53	-54.65
Bağcı Çarliston	1.87 ^{a-c}	1.55 ^{e-j}	1.06 ^{f-h}	0.73 ^{g-i}	-17.11	-43.32	-60.96
C51	1.70 ^{b-g}	1.35 ^{i-l}	1.36 ^{c-e}	0.72 ^{g-i}	-20.59	-20.00	-57.65
Çağırkan Kapyra	1.28 ^{j-l}	1.46 ^{g-k}	0.89 ^{h-i}	0.70 ^{g-i}	14.06	-30.47	-45.31
2015-9	1.66 ^{c-i}	1.41 ^{h-k}	1.06 ^{f-h}	0.70 ^{g-i}	-15.06	-36.14	-57.83
D52	1.48 ^{f-j}	1.13 ^l	0.78 ^l	0.72 ^{g-i}	-23.65	-47.30	-51.35
Ortalama	1.60	1.53	1.19	0.84	-3.91	-24.99	-46.78
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.12. TUZ STRESİ ETKİSİYLE TOPLAM KLOROFİL MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER

Tuz stresi altındaki bitkilerin toplam klorofil içerikleri Çizelge 24' de verilmiştir. Kontrol bitkilerinde 4.05 olan toplam klorofil miktarı, 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında sırasıyla 3.96, 3.47, 2.80 mg/TA olarak belirlenmiştir.

50 mM tuz uygulamasında en az etkilenen genotiplerin 2015-5 (% 5.91), 2015-1 (% 5.88), D-7 (% 5.53), Çağırkan Kapyra (% 4.88), Yalova 28 (% 4.60) olduğu, en fazla etkilenen genotiplerin ise D-52 (% -12.12), C-32 (% -10.51), C-51 (% -8.96), S-67 (% -0.20) olduğu belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulaması yapılmış bitkilerde ise en az etkilenen genotipler D-49 (% -1.10), D-7 (% -1.32), 2015-1 (% -2.05), C-19 (% -3.19), Ilıca (% -3.66) iken, en hassas bitkilerin ise Demre-8 (% -51.93), 2015-5 (% -31.68), S-2 (% -27.72), C-32 (% -26.17) olduğu belirlenmiştir. 150 mM tuz uygulamasında ise en az etkilenen bitkilerin D-20 (% -4.91), D-7 (% -9.21), K-86 (% -9.38), 2015-1 (% -9.97) olarak belirlenirken, en hassas genotiplerin ise Demre-8 (% -94.93), S-64 (% -72.79), C-32 (% -52.34), S-2 (% -47.15), S-5 (% -42.39) olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek tuz dozlarının etkisiyle oluşan kloroz, artan oksijen radikallerinin etkisiyle klorofilin parçalanmasından kaynaklanmaktadır (Özay, 2008). Ayrıca iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizlik klorofil sentezini azaltarak fotosentezin gerilemesine ve dolayısı ile bitki gelişiminin olumsuz etkilemesine neden olmaktadır (Yaşar 2003; Seemann ve Critchley, 1985). Tuz miktarının fotosentetik dokularda artması bitişik grana membranlarında yığılmaya, tilakoidlerin büzülmesine ve klorofillerin parçalanmasına sebep olmaktadır (Ashraf, 2004).

Ancak çalışmamızdaki en düşük tuz dozu olan 50 mM NaCl uygulanmış bazı biber genotiplerinde (2015-5, D-20, D-7, D-49, 2015-10, 2015-1, Yalova-28, Çağırkan Kapyra) klorofil miktarı kontrol bitkilerine göre bir miktar artsa da, artan tuz dozlarının etkisi ile tüm genotiplerde klorofil miktarı azalmıştır. Benzer şekilde Kaya (2011) tuz stresi altındaki fasulye genotiplerinde klorofil miktarının ortalama % 6.05 oranında arttığını, Rastgeldi (2010), klorofil miktarının 50 mM tuz uygulanan biber çeşitlerinde arttığını ancak 100 ve 150 mM dozlarında ise önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Düşük tuz dozlarında klorofil miktarında saptanan bu artış, özellikle yaprak alanının ve su içeriğinin azalması ile birim alana düşen klorofil

miktarındaki artıştan kaynaklanabilir. Çoğunluğu glikofit bitkilerden oluşan kültür bitkilerinin az bir kısmı tuz ve sodikliğe karşı dayanıklılık gösterebilse de, topraktaki düşük dozlardaki tuz bazı glikofitler üzerinde olumlu etki gösterebilmektedir (Özgül, 1974). Düşük tuzluluğun klorofil içeriğini artırdığı, yüksek tuzluluğun ise klorofillerin moleküler yapısını bozduğu bilinmektedir (Ashraf, 2004). Bir türe ait çeşitler arasında bile tuza toleranslık bakımından önemli düzeyde farklılık olabileceği kabul edilmektedir (Mengel, 1984).

Rao ve ark. (1981), 200 mM NaCl uygulaması yapılmış olan ıspanak bitkilerinde klorofili parçalayan klofilaz enzim faaliyetlerinde meydana gelen artış nedeniyle bitkilerde toplam klorofil miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

Tuna ve Eroğlu (2016), tuz stresi altında biber bitkilerinde yapılan çalışmada kontrol bitkilerinin toplam klorofil içeriği 12.51 olarak tespit etmiş, 100 mM NaCl uygulamasından sonra ise toplam klorofil miktarının % 56 oranında azalarak 5.41'e kadar düştüğünü bildirmiştir.

Kuşvuran ve ark., (2010), kavunda tuz stresinin etkisiyle klorofil miktarında azalmaların meydana geldiğini, istatistiksel olarak genotipler arasında azalma oranlarında farklılıklar olduğunu tespit etmiştir.

Tuz stresinin etkisiyle Çelik (2016) kavunda; Yaşar ve ark. (2003) patlıcanda; Kaya ve ark. (2003), kavun ve hıyarda; Rastgeldi (2010), Güneş ve ark., (1996) biberde; Gadallah (1999) baklada; Sairam ve ark. (2002) buğdayda toplam klorofil miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Bulgularımızda da benzer şekilde 50, 100 ve 150 mM tuz dozlarında toplam klorofil miktarlarında sırasıyla % 2.22, % 14.32, % 30.86 oranında azalmalar saptanmıştır.

Çizelge 24. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında toplam klorofil değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	3.81 ^{t-j}	3.81 ^{h-i}	3.37 ^{e-i}	2.26 ^{h-i}	0.00	-11.55	-40.68
S69	4.41 ^b	4.19 ^{b-f}	3.86 ^{a-d}	3.94 ^a	-4.99	-12.47	-10.66
K86	4.37 ^{b-c}	4.27 ^{b-d}	4.15 ^a	3.96 ^a	-2.29	-5.03	-9.38
S67	3.99 ^{d-i}	3.67 ^{i-k}	3.37 ^{e-i}	3.08 ^{c-f}	-8.02	-15.54	-22.81
K80	3.87 ^{h-j}	3.74 ^{t-k}	3.31 ^{g-j}	3.21 ^{c-f}	-3.36	-14.47	-17.05
Kandil Dolma	4.40 ^{b-c}	4.22 ^{b-e}	4.02 ^{a-c}	3.42 ^{a-d}	-4.09	-8.64	-22.27
Çetinel	4.41 ^b	4.33 ^{a-c}	4.09 ^{a-b}	3.67 ^{a-b}	-1.81	-7.26	-16.78
S5	3.94 ^{e-i}	3.94 ^{e-i}	3.21 ^{h-k}	2.27 ^{h-i}	0.00	-18.53	-42.39
2015-5	4.23 ^{b-f}	4.48 ^{a-b}	2.89 ^{k-l}	2.82 ^{e-h}	5.91	-31.68	-33.33
D20	3.46 ^k	3.63 ^{i-k}	3.32 ^{g-j}	3.29 ^{b-e}	4.91	-4.05	-4.91
D7	3.80 ^{t-j}	4.01 ^{d-i}	3.75 ^{a-f}	3.45 ^{a-d}	5.53	-1.32	-9.21
D49	3.62 ^{j-k}	3.66 ^{i-k}	3.58 ^{d-h}	3.08 ^{c-f}	1.10	-1.10	-14.92
D47	4.20 ^{b-f}	4.10 ^{c-h}	3.88 ^{a-d}	3.20 ^{c-f}	-2.38	-7.62	-23.81
2015-10	4.24 ^{b-e}	4.26 ^{b-d}	3.90 ^{a-d}	3.53 ^{a-c}	0.47	-8.02	-16.75
S64	4.19 ^{b-g}	4.03 ^{c-i}	3.50 ^{d-i}	1.14 ⁱ	-3.82	-16.47	-72.79
C43	4.77 ^a	4.58 ^a	3.75 ^{a-f}	3.02 ^{c-f}	-3.98	-21.38	-36.69
C32	4.28 ^{b-d}	3.83 ^{h-i}	3.16 ^{t-l}	2.04 ^t	-10.51	-26.17	-52.34
2015-1	3.91 ^{f-j}	4.14 ^{c-g}	3.83 ^{a-d}	3.52 ^{a-c}	5.88	-2.05	-9.97
S2	3.86 ^{h-j}	3.78 ^{t-j}	2.79 ^l	2.04 ^t	-2.07	-27.72	-47.15
TR 69728	3.74 ^{i-k}	3.50 ^{j-k}	3.01 ^{i-l}	2.66 ^{f-h}	-6.42	-19.52	-28.88
Ilica	3.83 ^{h-j}	3.85 ^{g-i}	3.69 ^{b-g}	2.09 ^l	0.52	-3.66	-45.43
Demre-8	4.14 ^{b-h}	3.90 ^{f-i}	1.99 ^m	0.21 ^j	-5.80	-51.93	-94.93
S34	3.88 ^{g-j}	3.77 ^{t-k}	3.61 ^{c-h}	2.44 ^{g-i}	-2.84	-6.96	-37.11
C19	3.76 ^{i-j}	3.74 ^{t-k}	3.64 ^{c-g}	3.13 ^{c-f}	-0.53	-3.19	-16.76
Yalova 28	4.13 ^{b-i}	4.32 ^{a-c}	3.78 ^{a-e}	2.90 ^{d-g}	4.60	-8.47	-29.78
Bağcı Çarliston	4.30 ^{b-d}	3.99 ^{d-i}	3.36 ^{f-i}	2.76 ^{e-h}	-7.21	-21.86	-35.81
C51	4.13 ^{b-i}	3.76 ^{t-k}	3.61 ^{d-h}	2.79 ^{e-h}	-8.96	-12.59	-32.45
Çağırkan Kapyra	3.69 ^{i-k}	3.87 ^{g-i}	3.11 ^{t-l}	2.70 ^{f-h}	4.88	-15.72	-26.83
2015-9	4.09 ^{c-i}	3.84 ^{g-i}	3.40 ^{e-i}	2.64 ^{f-h}	-6.11	-16.87	-35.45
D52	3.96 ^{e-i}	3.48 ^k	2.95 ^{j-l}	2.82 ^{e-h}	-12.12	-25.51	-28.79
Ortalama	4.05	3.96	3.47	2.80	-2.22	-14.32	-30.86
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.13. TUZ STRESİ ETKİSİYLE KAROTENOİD MİKTARINDAKİ DEĞİŞİMLER

Farklı tuz dozları uygulanmış biber genotiplerinin karotenoid değerleri Çizelge 25' de verilmiştir

50 mM tuz uygulamasında kontrol bitkilerine kıyasla karotenoid miktarlarında en az etkilenme görülen genotipler Ilıca (% 8.67), 2015-1 (% 6.66), Çağırkan Kapyra (% 5.29), D-7 (% 4.67), S-2 (% 4.44) iken, en fazla etkilenen genotipler ise C-32 (% -10.76), S-67 (% -10.03), D-52 (% -9.86) olarak belirlenmiştir. 100 mM tuz uygulamasında ise en az etkilenen genotipler D-7 (% 0.00), D-49 (% 1.60), K-86 (% 1.64), Ilıca (% 2.54), C-19 (% 5.84) olarak belirlenirken, en fazla etkilenen genotipler Demre-8 (% -46.42), 2015-5 (% -25.48), C-32 (% -25.11), S-2 (% -21.09), D-52 (% -20.37) olarak belirlenmiştir. Genotiplerin karotenoid miktarlarının kontrol bitkilerine kıyasla en fazla azaldığı 150 mM tuz dozunda ise en fazla etkilenen genotipler Demre-8 (% -83.09), S-64 (% -65.56), Ilıca (% -41.54), S-65 (% -41.14), S-2 (% -41.07) olarak saptanmıştır. Aynı dozda en az etkilenen genotipler ise 2015-1 (% -6.86), D-7 (% -6.01), C-19 (% -4.76), D-20 (% -4.01), K-86 (% -3.18) olarak belirlenmiştir.

Tuna ve Eroğlu (2016), tuz stresi uyguladıkları biber bitkilerinde karotenoid miktarını kontrol bitkilerinde 3.05 olarak belirlerken, NaCl uygulanmışlarda ise % 40 oranında azalarak 1.81 olduğunu bildirmişlerdir.

Gadallah (1999), NaCl uygulamasının bakla bitkisinde başta Ca ve K olmak üzere N, P ve Mg elementlerinin alınımını azalttığını, klorofil değerini olumsuz şekilde etkilediğini ve bitkilerin karotenoid miktarlarının da önemli derecede azaldığını belirtmiştir. Araştırmacı besin çözeltilisine eklenen Ca, K ve Mg elementlerinin tuz stresinin klorofil ve karotenoid miktarı üzerindeki olumsuz etkiyi hafiflettiğini saptamıştır.

Tuna ve ark. (2017), domateste; Yılmaz ve ark. (2011), hıyarda; El-Tayeb (2005), arpada; Yakıt ve Tuna (2006), mısırdaki; Agastian ve ark. (2000), dutta tuz stresinin etkisiyle karotenoid miktarında azalmaların oluştuğunu bildirmişlerdir.

Bulgularımızda da tuz stresinin etkisiyle karotenoid miktarı 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulamasıyla sırasıyla % 0.85, % 10.54, % 26.53 oranında azalmıştır.

Çizelge 25. Biber genotiplerinin tuz stresi etkisi altında ortalama karotenoid değerleri ve kontrol bitkilerine göre değişimleri (%)

Genotip	Uygulanan NaCl Dozları				Kontrol Çeşitlerine oranla % Değişimler		
	Kontrol	50 mM	100 mM	150 mM	50 mM	100 mM	150 mM
S65	10.16 ^{g-k}	10.13 ^{g-1}	8.99 ^{h-j}	5.98 ^{j-1}	-0.30	-11.52	-41.14
S69	11.37 ^{a-c}	11.44 ^{a-b}	10.37 ^{a-f}	10.31 ^{a-b}	0.62	-8.80	-9.32
K86	11.40 ^{a-b}	11.25 ^{a-b}	11.18 ^a	10.65 ^a	2.27	1.64	-3.18
S67	11.07 ^{a-e}	9.96 ^{h-i}	9.38 ^{f-j}	8.51 ^{c-1}	-10.03	-15.27	-23.13
K80	10.26 ^{f-j}	10.13 ^{g-1}	9.22 ^{g-j}	8.73 ^{b-h}	-1.27	-10.14	-14.91
Kandil Dolma	11.79 ^a	11.47 ^a	11.19 ^a	9.65 ^{a-d}	-2.71	-5.09	-18.15
Çetinel	10.76 ^{b-1}	11.02 ^{a-e}	10.70 ^{a-c}	9.94 ^{a-c}	2.42	-0.56	-7.62
S5	10.56 ^{c-i}	10.74 ^{a-g}	8.86 ^{t-j}	7.03 ^{t-1}	1.70	-16.10	-33.43
2015-5	11.38 ^{a-b}	11.57 ^a	8.48 ^{j-k}	7.85 ^{e-i}	1.67	-25.48	-31.02
D20	9.47 ^{k-1}	9.69 ^{t-i}	9.13 ^{g-j}	9.09 ^{a-f}	2.32	-3.59	-4.01
D7	10.49 ^{d-i}	10.98 ^{a-f}	10.49 ^{a-e}	9.86 ^{a-c}	4.67	0.00	-6.01
D49	10.02 ^{t-k}	10.12 ^{g-1}	10.18 ^{a-g}	8.49 ^{c-1}	1.00	1.60	-15.27
D47	11.23 ^{a-d}	11.54 ^a	10.93 ^{a-b}	8.56 ^{c-1}	2.76	-2.67	-23.78
2015-10	11.51 ^{a-b}	11.16 ^{a-c}	10.49 ^{a-e}	10.06 ^{a-c}	-3.04	-8.86	-12.60
S64	11.18 ^{a-d}	10.52 ^{c-h}	9.61 ^{d-1}	3.85 ^m	-5.90	-14.04	-65.56
C43	11.12 ^{a-d}	11.09 ^{a-d}	9.93 ^{b-h}	8.10 ^{d-1}	-0.27	-10.70	-27.16
C32	11.15 ^{a-d}	9.95 ^{h-i}	8.35 ^{j-k}	6.25 ⁱ⁻¹	-10.76	-25.11	-43.95
2015-1	10.06 ^{h-k}	10.73 ^{b-g}	9.98 ^{b-h}	9.37 ^{a-e}	6.66	-0.80	-6.86
S2	9.91 ⁱ⁻¹	10.35 ^{e-1}	7.82 ^k	5.84 ^{k-1}	4.44	-21.09	-41.07
TR 69728	9.95 ⁱ⁻¹	9.33 ⁱ	8.34 ^{j-k}	7.42 ^{g-k}	-6.23	-16.18	-25.43
Ilıca	9.46 ^{k-1}	10.28 ^{f-1}	9.70 ^{c-1}	5.53 ^l	8.67	2.54	-41.54
Demre-8	10.88 ^{b-g}	10.51 ^{c-h}	5.83 ^l	1.84 ⁿ	-3.40	-46.42	-83.09
S34	10.32 ^{e-j}	10.18 ^{g-1}	9.57 ^{e-i}	7.12 ^{h-1}	-1.36	-7.27	-31.01
C19	9.25 ^l	9.38 ⁱ	9.79 ^{c-1}	8.81 ^{b-g}	1.41	5.84	-4.76
Yalova 28	11.36 ^{a-c}	11.49 ^a	10.66 ^{a-d}	8.13 ^{d-1}	1.14	-6.16	-28.43
Bağcı Çarliston	11.01 ^{a-f}	10.43 ^{d-1}	9.17 ^{g-j}	7.33 ^{g-k}	-5.27	-16.71	-33.42
C51	10.81 ^{b-h}	10.31 ^{e-1}	10.54 ^{a-e}	7.53 ^{f-j}	-4.63	-2.50	-30.34
Çağırkan Kapya	9.65 ^{j-1}	10.16 ^{g-1}	8.50 ^{j-k}	7.02 ^{t-1}	5.28	-11.92	-27.25
2015-9	10.73 ^{b-1}	10.45 ^{d-h}	9.24 ^{g-j}	7.59 ^{f-j}	-2.61	-13.89	-29.26
D52	10.75 ^{b-1}	9.69 ^{t-i}	8.56 ^{i-k}	7.97 ^{e-1}	-9.86	-20.37	-25.86
Ortalama	10.63	10.54	9.51	7.81	-0.85	-10.54	-26.53
P Değeri	0.00	0.00	0.00	0.00			

4.14. TUZ STRESİ KOŞULLARINDA DAYANIKLI VE HASSAS GENOTİPLERİN BELİRLENMESİ

Biber genotiplerine farklı dozlarda tuz uygulaması yapılmış ve tuz stresine karşı biber genotiplerinin dayanıklılık seviyelerinin de farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Genotipler her bir dozda ayrı ayrı tolerant, orta tolerant ve hassas olarak ayrılmış, bu sınıflandırma esnasında çalışmada yer alan bütün parametrelerin kontrol bitkilerine göre % değişim oranları dikkate alınmıştır.

Tuz uygulaması yapılmış biber genotiplerinde yukarıda belirtilen parametreler incelenmiş ve her bir dozda ayrı ayrı ortalamaları alınarak genotipler sıralanmış ve Çizelge 26'da verilen bir sınıflandırma hazırlanmıştır.

Çizelge 26. NaCl uygulaması sonucunda biber genotiplerinin toleranslık seviyeleri

50 mM NaCl			100 mM NaCl			150 mM NaCl		
Hassas	Orta Tolera nt	Tolerant	Hassas	Orta Tolera nt	Tolerant	Hassas	Orta Tolera nt	Tolerant
TR 69728	S67	C43	Demre 8	Yalova 28	S67	S64	C51	Bağcı Çarliston
Kandil Dolma	Çetinel	S64	C32	2015-1	2015-10	Demre 8	2015-9	D47
C32	C51	D7	C43	S5	D20	C32	Yalova 28	D52
D52	S34	D47	S2	Ilıca	C19	Ilıca	S34	Çetinel
S69	2015-9	Yalova 28	TR 69728	S65	Kandil Dolma	C43	2015-5	Kandil Dolma
S2	2015-1	Bağcı Çarliston	2015-5	Çetinel	Çağırkan Kapy	TR 69728	2015-10	S67
Demre 8	K80	K86	C51	S64	Bağcı Çarliston	S2	2015-1	K80
D49	Ilıca	2015-10	D49	S34	D47	S65	Çağırkan Kapy	D20
S5	C19	Çağırkan Kapy	D52	D7	K80	C19	S5	S69
2015-5	D20	S65	2015-9	S69	K86	D49	D7	K86

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya nüfusunun her geçen gün artması, sanayileşme ve sera gazlarının olumsuz etkileri ile küresel ısınma giderek artmaktadır. Yeryüzünün ısınması ile gittikçe artan kuraklık tuzluluk problemini de tetiklemektedir.

Çalışmada, Kırşehir İli merkez ve köylerinden surveyler sonucu toplanıp morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yapılmış biber genotipleri içerisinde seçilmiş 30 adet biber genotipinin farklı tuz dozlarına tepkileri araştırılmıştır. Uygulanan tuz dozları karşısında genotiplerin incelenen her bir parametrede farklı dayanıklılık ve duyarlılık seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir.

Tuz stresine karşı genotiplerin derecelendirilmesinde birçok araştırmacı tarafından önemli bir parametre olarak kabul edilen 0-5 skalasında; K-86, D-52, S-65, 2015-10 ve S-69 genotipleri tuza dayanıklı olarak kabul edilen Ilıca, Demre-8, Bağcı Çarliston ve Yalova-28 ticari çeşitlerden tüm tuz dozlarında daha fazla tolerans göstermişlerdir.

Artan tuz dozlarının etkisiyle çiçeklenmenin geciktiği, özellikle 100 ve 150 mM tuz dozlarında çiçeklenmenin istatistiksel olarak önemli düzeyde geciktiği belirlenmiştir. Ancak 50 mM tuz dozunda kontrol bitkilerinin ortalamasına kıyasla % 50, çiçeklenme zamanı % 3,47 gibi çok düşük bir oranda gecikmiş, S-65, K-86, D-7, D-49, S-2 genotiplerinde çiçeklenme daha erken dönemde oluşmuştur. Bu etkinin düşük dozdaki tuzun nispeten tuza tolerant olan bu genotiplerde oluşturduğu stresin olumlu bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Zira aşırı olmamak koşuluyla tuz stresinin bitkilerin şeker, organik asit, kuru madde ve antioksidan içeriğini de arttırdığı bilinmektedir.

Artan dozda tuz stresinin etkisiyle genotiplerde bitki boyunda, çapında ve yaprak sayısında ciddi oranda azalmalar meydana geldiği, ancak yaprak sayısının tüm tuz dozlarında bitki boyu ve çapından daha fazla olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Tuz stresinin en belirgin simptonları bitki yapraklarında meydana geldiğinden dolayı yapraklar stresten en fazla etkilenen organlardır. Ancak tuz stresine genel anlamda dayanımı daha fazla olan genotiplerin (K-86, S-65, K-80, C-43, C-51) yaprak sayılarında diğer genotiplere kıyasla stresten daha az etkilendiği belirlenmiştir.

Tuz stresinin etkisiyle bitkilerin gövde, kök, yaş ve kuru ağırlıklarında da önemli düzeyde azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak gövde ağırlıklarının kök ağırlıklarından tüm tuz dozlarında daha fazla olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Fotosentez başta olmak üzere büyüme ve gelişme ile ilgili fizyolojik olayların birçoğunu olumsuz yönde etkileyen tuz stresi bitkilerde toprak üstü aksamın gelişimini, kök gelişiminden daha fazla baskılamaktadır. Bitkilerin bu olumsuz etkiyi azaltmak amacıyla geliştirdikleri tolerans ve sakınma mekanizmaları tuz stresine dayanımda belirleyici olmaktadır. İncelenen parametrelerde diğer genotiplerden tuz stresine daha dayanıklı olarak belirlenen genotiplerde (S-65, S-67, K-86, S-64, Bağcı Çarliston) kök ve gövde ağırlıklarının tuz stresinin etkisiyle daha düşük düzeylerde azaldığı belirlenmiştir.

Bitkilerde ki fotosentez kazancının kuru ağırlık oluşturabilme etkinliği olarak da kabul edilen nisbi büyüme oranı bitkilerin verimiyle önemli düzeyde ilişkili kabul edilmektedir. Çalışmamızda artan tuz dozlarının etkisiyle nisbi büyüme oranı S-65, K-86, 2015-10, Bağcı Çarliston, C-43 ve Çağırkan Kapya genotiplerinde diğer genotiplerden daha az olumsuz etkilenmiştir. Bu genotiplerin incelenen parametrelerde de diğer genotiplere göre daha toleran olmaları sonuçlarımızın güvenilirliğini arttırmaktadır.

Tuz stresinin etkisiyle bitki su alımının engellenmesi yaprak oransal su içeriğinin azalmasında etkili olmaktadır. Transpirasyon oranıyla yaprağa sağlanan su oranı arasındaki dengenin sağlanabilmesinin bir göstergesi olan YOSİ değerinin korunması tuza toleranlığın önemli bir göstergesidir. Çalışmamızda da toleran olan (S-69, K-86, D-7, C-43, Bağcı Çarliston, D-52) genotiplerin bünyelerindeki suyu koruyabilmelerine karşı hassas olan (C-32, Ilıca, Yalova-28, 2015-10) genotiplerinin bu suyu koruyamadıkları belirlenmiştir. Yaprak oransal su içeriğinin azalması hücre büyümesi için gerekli suyun kısıtlanması anlamına geldiğinden dolayı, YOSİ miktarındaki azalma büyüme ile ilgili diğer parametreleri de olumsuz etkilemektedir.

Hücre içi ve dışı ozmotik uyumsuzluğa bağlı olarak gelişen bir iyon dengesizliği olarak kabul edilen membran zararlanması, artan tuz dozlarının etkisiyle tüm genotiplerde değişik oranlarda zararlanmaya neden olmuştur. Ancak diğer parametrelerde de tuz stresine karşı toleran olarak saptanan (S-65, K-86, 2015-10, S-

64, C-19, Yalova-28, Bağcı Çarliston, Çağırkan Kapya) genotipleri daha düşük miktarda membran zararlanması değerleri göstermiştir.

Çalışmamızda kullanılan tüm genotiplerde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarı 50 mM tuz dozundaki bazı genotipler haricinde değişen düzeyde azalma göstermiştir. Ancak klorofil a miktarında meydana gelen azalma klorofil b miktarındakinden daha düşük oranda oluşmuştur. Dolayısıyla klorofil a/b oranında genotipler arasında değişen oranlarda da olsa bir artış meydana gelmiştir. Klorofil a/b oranındaki artışın yüksek olması tuza toleranlığın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Çalışmamızda da S-65, D-52, S-64, S-5, D-47, 2015-9, Çağırkan Kapya, S-2 genotipleri diğer genotiplerden daha yüksek klorofil a/b değerine sahip olmuştur.

Bitkilerin fotosentez ile ilgili sistemleri için önemli bir bileşen olan karotenoidler, biyotik ve abiyotik stres altındaki bitki gelişiminde sinyal vermede öncü olarak rol oynarlar. Strese tolerant olan genotiplerde karotenoid miktarının daha az etkilenmesi beklenen bir sonuçtur. Çalışmamızda da artan tuz dozlarının etkisiyle tüm genotiplerde karotenoid miktarında bir azalma saptansada, tuza nispeten tolerant olan genotiplerde bu azalışın çok daha düşük miktarlarda olduğu hatta 50 mM dozunda bazı genotiplerde karotenoid miktarının kontrol bitkilerine kıyasla artış gösterdiği saptanmıştır.

Tuza dayanım derecelerini belirlemek amacıyla 16 değişik parametre yönünden incelenen 30 adet biber genotipinin 50, 100 ve 150 mM NaCl dozları için hassas, orta tolerant ve tolerant sınıflandırılması yapılmıştır. Genel bir değerlendirme yapıldığında K-86, K-80, D-47, D-52, S-65, S-67, S-69, D-20, 2015-10 genotiplerinin diğer genotiplerden tuz stresine karşı daha tolerant olduğu görülmektedir.

Çalışma sonucunda tuz stresinden daha az etkilenen veya tolerant olarak belirlenen genotiplerden elde edilecek saf hatlar elde ileride yapılabilecek ıslah çalışmalarında materyal olarak kullanılabilir. Islah çalışmalarına bu materyallerle başlamak hem zaman hem de ekonomik kayıpların önlenmesini sağlayacaktır.

Ayrıca tolerant olarak belirlenen biber genotiplerinin toprak koşullarında da çok daha fazla sayıda parametreler yönünden yeniden incelenmesi çalışma sonuçlarımızın güvenilirliğine katkı sağlayacaktır. Belirlenen tolerant genotiplerin

diğer abiyotik ve biyotik stres faktörleri yönünden de taranması ileride yapılacak ıslah çalışmalarından daha kısa sürede sonuç alınmasını sağlayacaktır.

Tuz stresine tolerant olarak belirlenen biber genotipleri tuzluluk problemi yaşanan yerlerde doğrudan üreticilere yetiştiricilikte kullanmaları için tavsiye edilebileceği gibi, bu genotipler yeni geliştirilecek çeşitler için ıslah materyali olarak da kullanılabilir.



6. KAYNAKLAR

- Abdalla, M.M., El-Khoshiban, N.H., **2002**. *The Influence Of Water Stress On Growth, Relative Water Content, Photosynthetic Pigments, Some Metabolic And Hormonal Contents Of Two Triticum Aestivum Cultivars*. Journal Of Applied Sciences Research, 3(12), 2062-2074. Acedemic Pres, New York, Pp: 607.
- Agastian, P., Kingsley, S.J. ve Vivekanandan, M., **2000**. *Effect of Salinity on Photosynthesis and Biochemical Characteristics in Mulberry Genotypes*. Photosynthetica, 38: 287-290.
- Akçin, A., Yalçın, E., Akçin, A.T., **2017**. *Spergularia marina (L.) Griseb. (Caryophyllaceae)' da Tuzluluğun Prolin ve Klorofil Pigmentleri Üzerine Etkisi*. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Araştırma Makalesi. 2(1): 80 – 92.
- Akin, T., Kaya, H., Batmaz G., Özkan, F., Demirtaş, I., **2011**. *Tuzlu Sulama Suyu Uygulamalarının Bazı Biber Saf Hatlarının Verimleri Üzerine Etkisi*, Bati Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1):1-11.
- Aktaş, H., Daşgan, H.Y., Abak, K., Çakmak, I., **2002**. *Determination Of Screening Techniques To Salinity Tolerance İn Tomatoes And Investigation Of Genotype Responses*. Plant Science, 163: 695-703.
- Anonim, **2000**. *Land and Plant Nutrition Management Service, Prosoil Problem Soils Database*. <http://apps.fao.org>.
- Anonim, **2008**. *FAO Agricultural Statistical Database*. <http://faostat.org>.
- Ashraf, M., **2004**. *Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants*. Flora, 199: 361-376.
- Aydınşakir, K., Ulukapı, K., Kurum, R., Tetik, N.,Kulcan A., **2015**. *Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı kabak anaçlarının büyüme ve klorofil içerikleri üzerine etkisi*. Araştırma Makalesi . 32 (2):187-200.
- Ayers, R., ve Westcot W.D., **1989**. *Water Quality For Agriculture*. FAO Irrigaion and Drainage Paper No.29.
- Ayoub, A.T., Ishag, H.M., **1974**. *Sodium Toxicity And Cartion Imbalance In Dry Beans (Phaseolous Vulgaris L)*. J. Agric. Scr. Comb. 82:339-342.

- Azuma, R., Ito, N., Nakayama, N., Suwa, R., Nguyen, N.T., Larrinaga- Mayoral, J.A., Esaka, M., Fujiyama, H. And Saneoka, H., **2010**. *Fruits Are More Sensitive To Salinity Than Leaves And Stems In Pepper Plants (Capsicum Annuum L.)*, *Scientia Horticulturae*, 171-178.
- Balasubramanian, V., Sinha, S.K., **2006**. *Effects of Salt Stress on Growth, Nodulation and Nitrogen Fixation in Cowpea and Mung Beans. Physiologia Plantarum*, 36 (2): 197 – 200.
- Bayuelo-Jimenez, J.S., Debouck, D.G., Lynch, P.J., **2002**. *Salinity Tolerance In Phaseolus Species During Early Vegetative Growth. Crop Sci.* 42. 2184–2192.
- Bergmann, W., **1992**. *Plant Analysis-Purpose Evolution And Table Showing “Adequate Ranges” Of Mineral Plant Nutrients, Nutritional Disorders Of Plants- Development, Visual And Analytical Diagnosis.* Gutv Fisher. Stuttgart. New York. (Ed: W. Bergmann), 333-371.
- Borsani, O., Valpuesta, V., Botella, M.A., **2003**. *Developing Salt Tolerant Plants In A New Century: A Molecular Biology Approach.* *Plant Cell, Tissue And Organ Culture*, 73: 101-115.
- Casenave, E.C., Degano, M.E., Toselli ve E.A. Catan., **1999**. *Statistical Studies on anatomical modifications in the radicle and hypocotyl of cotton induced by NaCl.* *Biological Research* 32 (4): 289-295.
- Chartzoulakis, K., Klapaki, G., **2000**. *Response of two different greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages.* *Scientia Hort.*, 86: 247– 260.
- Chen, C.T., Kao, C.H., **1991**. *Senescence of rice leaves. Ethylene production, polyamine level and polyamine biosynthetic enzyme activity during senescence.* *Plant Science*, 78:193-198.
- Cruz, V., Cuartero, J., **1990**. *Effects of salinity at several developmental stages of six genotypes of tomato (Lycopersicon spp.).* In: Cuartero J., Gomez-Guillamon, M.L., Fernandez-Munoz, R. (eds.). *Eucarpia Tomato 90, Proc. XIth Eucarpia Meeting on Tomato Genetics and Breeding*, 81-86.
- Çağırğan, Ç., **2015**. *Yerel Karpuz Genotiplerinin Tuz Stresine Toleranslarının Belirlenmesi.* Ordu Üniveristesi. Yüksek Lisans Tezi. 52s.

- Çakır, R., **2004**. *Effect of Water Stress at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn*. Field Crop Research, 89, 1-16.
- Çelik, Z., **2013**. *Tarimsal Biyoçeşitliliğin Korunmasında Yerel Tohum Bankalarının Rolü Üzerine Bir Araştırma*. Ege Üniversitesi. Doktora Tezi. 221s.
- Çelik Z., **2016**. *Kavunda Tuz Stresi Koşullarında Silisyum Uygulamalarının Fide Gelişimi ve Bazı Besin Elementi İçeriklerine Etkileri*. Selçuk Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi. 54s.
- Çiftçi, V., Türkmen, Ö., Doğan, Y., Erdinç, Ç., Şensoy, S., **2011**. *Variation Of Salinity Tolerance Bean Genotypes*. African Journal Of Agricultural Research 6(9): 4.
- Çulha, Ş. ve Çakırlar, H., **2011**. *Tuzluluğun Bitkiler Üzerine ve Tuz Tolerans Mekanizmaları*, A.K.U. J. Sci. 11, 021002 (11-34).
- Daşgan, H.Y., Koç, S., Ekici, B., Aktaş, H., Abak, K., **2006**. *Bazı Fasulye ve Börülce Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri* Alatarım 2006, 5 (1): 23-31.
- Debouba, M., Gouia, H., Suzuki, A., Ghorbel, M.H., **2006**. *NaCl Stress Effects On Enzymes Involved In Nitrogen Assimilation Pathway In Tomato "Lycopersicon Esculentum" Seedling*. Journal Of Plant Physiology. 163: 1247-1258.
- Demir, E., Ellialtıoğlu, Ğ., Yaşar, F., Kuşvuran, Ğ., Yücer, M. ve Türközü, D., **2013**. *Tuz Stresi Uygulanmış Yerli Kavun Aksesyonlarına Ait Fidelerde İyon Dağılımının İncelenmesi*, Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30-45.
- Deveci, M., Bora, M., **2016**. *Değişik Vejetasyon Dönemlerine Kadar Uygulanan Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Biberde Meydana Getirdiği Fizyolojik Değişiklikler*, Electronic Journal Of Vocational Colleges, 59-68.
- Dhanda, S., ve Sethi S., **2002**. *Tolerance to drought stress among selected Indian wheat cultivars*. J. Agric. Sci., 139: 319-326.
- Dlugokecka, E., Kacperska-Palacz A., **1978**. *Re-Examination Of electrical Conductivity Method For Estimation Of Drought In-Jury*. Biologia Plantarum (Prague), 20, 262–267.

- Doğan, M., Kılıç, H., Aktan, A., Can, N., **2009**. *Tuz Stresi altındaki Domates (Lycopersicon sp.) Fidelerinde Kalsiyum Miktarı Değişimleri*. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, 21 (2), 103-108.
- Dölek, M.N., **2009**. *Değişik Karpuz Genotiplerinin Tuz Stresine Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi*. Çukurova Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi. 71s.
- El-Tayeb, M.A., **2005**. *Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid*. Plant Growth Regul. 45, 215–224.
- Epstein, E., **1985**. *Salt-Tolerant Crops: Origin, Development, And Prospects Of The Concept*. Plant And Soil 89: 187-198.
- Eraslan, F., Güneş, A., Ünal, A., Çiçek, N. ve Alpaslan, M., **2008**. *Gübrelerden Kaynaklanan Tuzluluğun Domates ve Biber Bitkisinde Bazı Fizyolojik Özellikler Ve Mineral Beslenme Üzerine Etkisi*. 4. Ulusal Bitki Besleme Ve Gübre Kongresi, Konya, S. 641-649.
- Essa, T. A., **2002**. *Effects Of Salinity Stress On Growth And Nutrient Composition Of The Soybean (Glycine Max L. Merrill) Cultivars*. Journal Of Agronomy And Crop Science. 188. 86-93.
- Fan, S., Blake, T. G., **1994**. *Abscisic Acid Induced Electrolyte Leakage In Woody Species With Contrasting Ecological Requirements*. Plant Physiol., 89, 817- 823.
- Franco, J.A., Esteban, C. And Rodriguez, C., **1993**. *Effect Of Salinity On Various Growth Stages Of Muskmelon Cv. Revigal*. J. Hort. Sci. 68, 899-904.
- Gadallah, M.A.A., **1999**. *Effect of Proline and Glycinebetaine on Vicia faba Responses to Salt Stress*. Biologia Plantarum. 42(2):249–257.
- Gama, P. B. S., Tanaka, K., Eneji, A. E., Eltayeb, A. E., Siddig, K. E., **2009**. *Salt-induced stress effects on biomass, photosynthetic rate, and reactive oxygen species-scavenging enzyme accumulation in common bean*. Journal of Plant Nutrition, 32: 837–854.
- Greenway, H. and Munns, R., **1980**. *Mechanisms of salt tolerance in nonhallophytes*. Ann. Rev. Plant Physiol. 31, 149-190.

- Gönülşen, N., **1986**. *Türkiye Bitki Genetik Kaynakları Meyve-Bağ Envanteri*. EBZAE Yayınları, No: 73.
- Güneş, A. Inal, A. Alpaslan, M., **1996**. *Effect Of Salinity On Stomatal Resistance, Proline And Mineral Composition Of Pepper*. J. Of Plant Nutrition, 19(2): 389-396.
- Güngör, Y. ve Erözel, Z., **1994**. *Drenaj ve Arazi Islahı*. Ankara Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232s.
- Hasegawa, P.M. Bressan, R.A. Handa, A.V., **1986**. *Cellular Mechanisms Of Salinity Tolerance*. Hort. Sci. 21: 1317-1324.
- Hasni, I., Ben Ahmed, H., Bizid, E., Raies, A., Samson, G, E., **2009**. *Physiological Characteristics Of Salt Tolerance In Fenugreek (Trigonella Foenum Graecum L.)*. Uc Davis, The Proceedings Of The International Plant Nutrition Colloquium Xvi, International Plant Nutrition Colloquium.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.J., **1950**. *The water-culture method for growing plants without soil*. California agricultural experiment sitation. 347 (2) 32s.
- Hu, Y. Ve Schmidhalter, U., **2005**. *Drought And Salinity: A Comparison Of Their Effects On Mineral Nutrition Of Plants*, Journal Of Plant Nutrient And Soil Science, 168, 541-549.
- Hussein, M.M., Balbaa, L.K. ve Gaballah, M.S., **2007**. *Developing a salt tolerant cowpea using alpha tocopherol*. J. App. Sci. Res. 3, 1234–1239.
- Irshad, M.; Yamamoto, S.; Enerji, A. E.; Honna, T., **2002**. *Influence Of Composted Manure And Salinity On Growth And Nutrient Content Of Maize Tissue*. Symposium No: 58 Paper No. 96. 17th Wcss, 14-21.
- Johnson, H. E. ve Ark., **2003**. *Metabolic Fingerprinting Of Salt-Stressed Tomatoes*. Phytochemistry Vol. 62, Number 6, March Pp.919-928: 10.
- Kalaji, M.H., Pietkiewicz, S., **1993**. *Salinity Effects On Plant Growth And Other Physiological Processes*. Acta Physiol Plant. 143, 89–124.
- Kanber, R. ve Ünlü, M., **2010**. *Tarimda Su ve Toprak Tuzluluğu*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:281 Kitap Yayın No: A-84 S: 3-17.

- Karanlık, S., **2001**. *Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması*. Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 123s.
- Kautgen, A., Pawelzik, E., **2009**. *Impacts Of Nacl Stress On Plant Growth And Mineral Nutrient Assimilation In Two Cultivars Of Strawberry*. Environmental And Experimental Botany, 65: 170–176.
- Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D., Saltali, K., **2002**. *Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity*. Scientia Horticulturae, 93(1): 65-74.
- Kaya, E., **2011**. *Erken Bitki Gelişme Aşamasında Kuraklık ve Tuzluluk Streslerine Tolerans Bakiminden Fasulye Genotiplerinin Taranması*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. - Yüksek Lisans Tezi 230s.
- Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çikili, Y., Kolsarıci Kuşvuran, Ş., **2010**. *Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 356s.
- Kaymakanova, M., Stoeva, N., **2008**. *Physiological Reaction Of Bean Plants (Phaseolus Vulg. L.) To Salt Stres*. Gen. Appl. Plant Physiol, 34 (3-4): 177- 188.
- Khalid Mn, Iqbal Hf, Tahir A, Ahmad A., **2001**. *Germination Potential Of Chickpeas (Cicer Arietinum L.) Under Saline Conditions*. Pakistan Journal Of Biological Sciences 4 (4): 395-396.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu Ş., **2014**. *Tuz Stresine Tolerans Seviyesi Farklı Domates Genotiplerinin Kuraklık Stresi Koşullarında Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41-48.
- Kıpçak, S., Erdinç, Ç., **2016**. *Van Gölü Havzası'nda Yetiştirilen Bazı Fasulye (Phaseolus Vulgaris L.) Genotiplerinin Tuza Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarbil Dergisi*, 421-429.
- Koç, S., **2005**. *Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakiminden Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi 87s.

- Konak, C., Akça, M., ve Turgut, İ., **1999**. *Aydın İli Koşullarına Uyumlu Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi*. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, Cilt I, 87-90.
- Köşkeroğlu, S., **2006**. *Tuz Ve Su Stresi Altındaki Misir (Zea Mays) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 106.
- Kumar, S. G.; Reddy, A. M.; Sudhakar, C., **2003**. *Nacl Effects On Prolin Metabolism İn Two High Yielding Genotypes Of Mulberry (Morus Alba L.) With Contrasting Salt Tolerance*. Plant Science, Vol. 165, Issue 6, Pages 1245-1251.
- Kuşvuran, Ş., **2011**. *Bamyada Tuz Stresine Tolerans Bakimından Genotipsel Farklılıklar ve Tarama Parametrelerinin Araştırılması*. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2011, 28 (2): 55 – 70.
- Kuşvuran, Ş., **2010**. *Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 356s.
- Küçük, A., **1996**. *Plant Genetic resources Activities in Turkey*. European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks (ECP/GR), Third Meeting, Rome, Italy. 69-75.
- Kreji, C., **1999**. *Production, Bloosom-End Wet and Uptake Of Sweet Papper As Affect By Sodium, Cation Ration And Ec Of The Nutrition Solution*. Graterbauwissenschaft, 64-4: 158-164.
- Küçükkömürcü, S., **2011**. *Tuzluluk ve Kuraklık Streslerine Tolerans Bakımından Bamy Genotiplerinin Taranması*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 194s.
- Larcher, W., **1995**. *Physiological Plant Ecology*. Springer Verlag, 506p.
- Levitt J., **1980**. *Responses Of Plants To Environmental Stresses*, Vol 1, Academic Press, New York
- Lycoskoufis, I.H., Savvas, D., Mavrogianopoulos, G., **2005**. *Growth, Gas Exchange, And Nutrient Status In Pepper (Capsicum Annuum L) Grown In Recirculating Nutrient*

- Solution As Affected By Salinity Imposed To Half Of The Root System*. Scientia Horticulturae, 106: 147-161.
- Mahdavi F, Esmail M A, Pirdashti H & Fallah A., **2004**. *Study On The Physiological And Morphological Indices Among The Modern And Old Rice (Oriza Sativa L.) Genotypes*. 4th International Crop Science Congress, 26 September-01 October, Australia.
- Marschner, H., **1995**. *Mineral Nutrition Of Higher Plants*. Academic Press, 657- 680.
- Mckersie, B.D. And Leshem, Y.Y., **1994**. *Stress And Stress Cooping In Cultivated Plants*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 256s.
- Meloni, D.A., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., Martinez, C.A., **2001**. *Contribution Of Proline And Inorganic Solutes To Osmotic Adjustment In Cotton Under Salt Stress*. J. Plant Nutr. 24. 599–612.
- Mendlinger, S., Pasternak, D., **1992**. *Screening for Salt Tolerance in Melons*. *Journal of Horticultural Science*, 27 (8), 905-907.
- Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H., Pandey, A.N., **2000**. *Effect Of Salt On Germination Of Seeds And Growth Young Plants Of Hordeum Vulgare, Triticum Aestivum, Cicer Arietinum And Brassica Juncea*. *J. Agron. Crop. Sci.*, 185:209-217.
- Mizrahi. Y. Pasternak. D., **1985**. *Effect Of Salinity On Quality Of Various Agricultural Crops*. *Plant Soil* 89. 301-307.
- Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M. ve Nimri, L., **1998**. *Tomato Root And Shoot Responses to Salt Stress Under Different Levels Of Phosphorus Nutrition*. *J. Plant Nutr.* 21, 1667–1680.
- Munns, R. Ve Termatt, A., **1986**. *Whole Plant Responses To Salinity*. *Aust. J. Plant Physiol.* 13, 143–160.
- Munns, R., **2000**. *Salinity*. Growth And Phytohormones. Chapter 13. Pp.305. In: A.Lauchli ve U. Luttge (Eds.). *Salinity: Environment – Plants – Molecules*. Secaucus. Nj. Usa: Kluwer Academic Publishers.

- Neves, O.S.C., Carvalho, J.G., Rodrigues, C.R., **2004**. *Growth and Mineral Nutrition of Umbuzeiro Seedlings (Spondias Tuberosa Arr. Cam.) under Salt Stress in Nutrient Solution*. CiEnc. Agrotec., 28: 997–1006.
- Nubihiro, S., Rivero, R. M., Shulaev, V. B., Blumwald, E. Ve Mittler, R., **2014**. *Abiotic, Biotic Stres Combinations*, New Phytologist, 203, 32-43.
- Öncel, I., ve Keleş, Y., **2002**. *Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonunda değişmeler*. Cumhuriye Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi 23(2): 8-16.
- Özalp, R., Çelik, Coşkun, A., **2006**. *Bati Akdeniz Tarimsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Örtüaltı Biber Yetiştiriciliği*, Tarimin Sesi. Tmmob Ziraat Mühendisleri Odası, Antalya Şubesi, Mart Sayı 9. S.18 - 21.
- Özgül, Ş., **1974**. *Tuzlu ve Sodik Toprakların Bitkilerle İlişkileri. Tuzluluk ve Sodiklik Teknik Rehberi*. D.S.İ. yayın no: 2. s:25.
- Öztekin, G. B., **2009**. *Aşılı Domates Bitkilerinde Tuz Stresine Karşı Anaçların Etkisi*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 342s.
- Öztürk, A., **2002**. *Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Tuzlu ve Normal Suların Patlıcan (Solanum Melongena L.) Bitkisinin Bazı Özelliklerine Ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi*, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 16 (30): 14-20.
- Parida, A.K. ve Das, A.B., **2005**. *Salt Tolerance And Salinity Effects On Plants*. A Review, Ecotoxicology And Environmental Safety, 60, 324-349.
- Porgalı, Z.B., **2001**. *Tuza Hassas Ve Dayanıklı İki Domates Türünde Nacl Tipi Tuz Stresinin Bazı Metabolik Olaylar Üzerine Etkisi*. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 98s.
- Rahnama, H., ve Ebrahimzadeh, H., **2005**. *The Effect Of Nacl On Antioxidant Enzyme Activities In Potato Seedlings*. Biologia Plantarum, 49 (1):93-97.
- Rastgeldi, Z.H.A., **2010**. *Biberde Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Fizyolojik Parametreler Ile Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi).Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 67s.

- Richards, L.A., **1954**. *Diagnosis And Improvement Of Saline And Alkali Soils*. U.S. Agriculture Handbook, No: 60, 159s.
- Romero-Aranda, R., T. Soria and J. Cuartero., **2001**. *Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions*. Plant Sci., 160:265- 272.
- Ruiz Lozano, J.M., Azcon, R., ve Gomez, M., **1996**. *Alleviation Of Salt Stress By Arbuscular-Mycorrhizal Glomus Species In Lactuca Sativa Plants*. Physiol Plant. 98:767–772.
- Sahu, A.C., Mishra, D., **1987**. *Changes in some enzyme activities during excised rice leaf senescence under NaCl-stress*. Biochemie und Physiol. der Pflanzen, 182:501-505.
- Sairam, R.K., Veerabhadra Rao, K., Srivastava, G.C., **2002**. *Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity*. Plant Sci., 163: 1037-1046.
- Sanchez D. H., Lippold F., Redestig H., Hannah M. A., Erban A., Krämer U., Kopka J. ve Udvardi M. K., **2008**. *Integrative Functional Genomics Of Salt Acclimatization In The Model Legume Lotus Japonicus*. The Plant Journal, 53: 973-987.
- Seymen, B., Önder, M., **2015**. *Kuru Fasulye (Phaseolus Vulgaris L.) Genotiplerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi*. Selçuk Tar. Bil Der, 2(2): 109-115.
- Shalhevet, J., Hsiao, Th.C., **1986**. *Salinity And Drought: A Comparison Of Their Effects On Osmotic Adjustment, Assimilation, Transpiration And Growth*. Irrig. Sci., 7: 249-264.
- Sivritepe, N. Ve Eris, A., **1996**. *Tuz Stresi*. Uludag Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 12:209-222.
- Smit-Spinks, B., Swanson, B.T., Markhart, A.H., **1984**. *Changes In Water Relations, Water Flux, And Root Exudate Abscisic Acid Content With Cold Acclimation Of Pinus Sylvestris L*. Aust. J. Plant Physiol., 11, 431.
- Solmaz, I., Sari, N., Dasgan, Y., Aktas, H., Yetişir, H. Ve Unlu, H., **2011**. *The Effect Of Salinity On Stomata And Leaf Characteristics Of Dihaploid Melon Lines And Their Hybrids*, , Journal Of Food, Agriculture & Environment, 9 (3&4) 172-176.

- Süyüm, K., **2011**. *Karpuz Genetik Kaynaklarının Tuzluluk ve Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi 160s.
- Şalk, A., Arin, L., Deveci, M., Polat, S., **2008**. *Özel Sebzeçilik Kitabı*. Namik Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 317-318.
- Taban, S. ve Kankat A.V., **2000**. *Effect Of Salt Stress On Growth And Mineral Elements Concentrations In Shoots And Roots Of Maize Plants*. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(2): 119-122.
- Tadesse, T., Nicholas, M.A., Fisher, K.J., **1999**. *Nutrient Conductivity Effects On Sweet Pepper Plants Grown Using A Nutrient Film Technique I. Yield And Fruit Quality*, New Zealand Journal Of Crop And Horticultural Science, 27: 229-237.
- Takagi, H., Domon, E., Hirose, S., Sugita, K., Kasahara, S., Ebinuma, H., Takaiwa, F., **2009**. *Week oral safety study in macaques for transgenic rice containing major human t-cell epitope peptides from japanese cedar pollen allergens*. J. Agric. Food Chem. 57: 5633-5638.
- Tank, N. And Saraf, M., **2009**. *Salinity-Resistant Plant Growth Promoting, Rhizobacteria Ameliorates Sodium Chloride Stres On Tomato Plants*, Journal Of Plant Interactions, 5(1), 51-58s.
- Tepe, A., Kaya, H., Batmaz, G., Özkan, F., Demirtaş, I., **2011**. *Tuzlu Sulama Suyu Uygulamalarının Bazı Biber Saf Hatlarının Verimleri Üzerine Etkisi*. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28(1):1-11.
- Tıprıdamaz, R., Ellialtıoğlu, Ş., **1997**. *Some Physiological and Biochemical Changes in Solanum melongena L. Genotypes Grown Under 350 Salt Conditions*. Progress in Botanical Research, 377-380.
- Topaloğlu, K., **2010**. *Tuz Stresinin Chili Biberlerinin Pigment ve Kapsaisinoid Değişimi Ile Peroksidaz Aktivitesi Arasındaki İlişki*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi,144s.
- Trajkova, F., Papadantonakis N. ve Savvas D., **2006**. *Comparative effects of NaCl and CaCl2 salinity on cucumber grown in a closed hydroponics system*. Hort. Sci., 41(2): 437-441.

- Tuna, A., Erođlu, Būşra., **2016**. *Tuz Stresi Altındaki Biber (Capsicum Annuum L.) Bitkisinde Bazı Organik ve İnorganik Bileşiklerin Antioksidatif Sisteme Etkileri*, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 122-130.
- Tuna A., Yıldıztekin M., Köşkeröğlu S., Yokaş İ., **2017**. *Tuz Etkisi Altındaki Domates Bitkisinde Potasyum ve Kalsiyum Antioksidatif Sistemi Etkileri mi?*, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 71-78.
- Turan, M., **2000**. *Türkiye’de Kültürü Yapılan Bazı Patates Çeşitlerinin İn Vitroda Tuza Dayanıklılığının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 123s.
- Turhan, A., Seniz, V., Kuşçu, H., **2009**. *Genotypic Variation İn The Response Of Tomato To Salinity*. African Journal Of Biotechnology Vol. 8 (6): 1062- 1068.
- Villora, G., Moreno, A., Pulgar, G. and Romero, L., **2000**. *Yield İmprovement in Zucchini Under Salt Stre*. Determining Micronutrient Balance, Sci. Hort., 86:175-183s.
- Vural, H., Eşiyok, D., ve Duman, İ., **2000**. *Kültür Sebzeleri*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 440s.
- Yakıt, S., Tuna, A.L., **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*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri, Doktora Tezi 139s.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu Ş., **2009**. *Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Patlıcan Genotiplerinde Meydana Gelen Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 13 (1), 51-68.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu. Ş., Özpaya. T., Uzal. Ö., **2008**. *Tuz Stresinin Karpuzda (Citrullus Lanatus (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (Sod. Cat. Apx Ve Gr) Aktivitesi Üzerine Etkisi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.). 18 (1): 61-65.

- Yetişir, H., Uygur, V., **2009**. *Plant Growth And Mineral Element Content Of Different Gourd Species And Watermelon Under Salinity Stres*. Turk J Agric For., 33, 65-77.
- Yılmaz, E., Tuna, A.L., Brn, B., **2011**. *Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri*. Celal Bayar niversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(1): 47-66.
- Yu S., Wang W. Ve Wang B., **2012**. *Recent Progress Of Salinity Tolerance Research In Plants*. Russian Journal Of Genetics, 48 (5): 497-505.
- Yurtseven, E., Kesmez, G.D., nlkara, A., **2005**. *The Effects of Water Salinity and Potassium Levels on Yield, Fruit Quality and Water Consumption of a Native Central Anatolian Tomato Species (Lycopersicon esculentum)*. Agricultural Water Management, 78: 128–135.
- Zhiping, H., Shirong, G., Yansheng, J., Huaifu, F., Jun, L., **2008**. *Effect Of Nacl Stress On Growth And Photosynthetic Gas Exchange Of Watermelon Seedlings*. 28 (4) Beijing: Science Press, 745-751.

ÖZGEÇMİŞ

23.11.1987 tarihinde Zonguldak İlinin Kozlu ilçesinde doğan Cem EMİRZEOĞLU, ilköğretimini Kozlu İlköğretim okulunda, ortaöğretimini Kozlu Lisesinde tamamladıktan sonra 2006 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği bölümünü kazanmıştır. 2010 yılında Bitki Koruma bölümünü başarıyla bitiren EMİRZEOĞLU, 2010 yılında Zonguldak Kozlu Belediyesi Park ve Bahçeler sorumlusu olarak görev yapmıştır. 2011 yılında Muğla Kavaklıdere İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'ne ziraat mühendisi olarak atanmıştır. 2014 yılında ise Kırşehir ili Boztepe ilçesine tayin olan EMİRZEOĞLU, aynı yıl içerisinde Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başlamış olup halen bu programa devam etmektedir.