



Tarım Bilimleri Dergisi  
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:  
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:  
www.agri.ankara.edu.tr/journal

## Mercimeğe (*Lens esculanta* Moench) Uygulanan Farklı Klor Tuzu ve Dozlarının Kimi İlk Gelişme Özelliklerine Etkisi

Ruziye KARAMAN<sup>a</sup>, Muharrem KAYA<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

### ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Sorumlu Yazar: Muharrem KAYA, E-posta: muharremkaya@sdu.edu.tr, Tel: +90 (246) 211 85 62

Geliş Tarihi: 21 Nisan 2014, Düzeltmelerin Gelişi: 27 Mart 2015, Kabul: 02 Ekim 2015

### ÖZET

Bu çalışmada, mercimekte (*Lens esculanta* Moench) farklı klor tuzlarının çimlenme ve fide gelişimi ile fide mineral içeriklerine etkileri araştırılmıştır. Denemede 3'ü yeşil (Ankara Yeşili, Ceren ve Meyveci 2001) ve 3'ü kırmızı (Çiftçi, Kafkas ve Özbek) olmak üzere toplam 6 mercimek çeşidi kullanılmış olup, bunlara CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> ve NaCl tuzlarının 0, 5, 10 ve 20 dS m<sup>-1</sup> EC'lik dozları uygulanmıştır. Laboratuvar ve saksı denemeleri, tesadüf parselleri deneme deseninde üç tekrürlü olarak 20±1 °C'de karanlık koşullarda çimlendirme dolabında yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre; hem çimlendirme testlerinde hem de saksı denemesinde kök uzunluğu dışında ele alınan tüm özelliklerde (çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, fide boyu, fide kuru ağırlığı ile fide N, Na, K, Ca, Mg ve Cl içeriği) uygulamalar arası farklılıklar ile interaksiyonlar istatistiki yönden P≤0.01 düzeyinde önemli bulunurken; farklı klor tuzlarındaki doz artışı ile çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ), fide boyu (FB), kök uzunluğu (KU), fide kuru ağırlığı (FKA) ile fidelerin azot (N), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve potasyum (K) içerikleri azalmış; ortalama çimlenme süresi (OÇS), sodyum (Na) ve klor (Cl) içerikleri artmıştır. Sonuç olarak, Meyveci 2001 ve Çiftçi çeşitlerinin tuz toleransları daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mercimek (*Lens esculanta* Moench); Tuz stresi; İlk gelişme faktörleri; Besin maddesi konsantrasyonu

## Effect of Different Chloride Salts and Doses on Early Growth Characters in Lentil (*Lens esculanta* Moench)

### ARTICLE INFO

Research Article

Corresponding Author: Muharrem KAYA, E-mail: muharremkaya@sdu.edu.tr, Tel: +90 (246) 211 85 62

Received: 21 April 2014, Received in Revised Form: 27 March 2015, Accepted: 02 October 2015

### ABSTRACT

In this study, effects of different chloride salts applied to lentil (*Lens esculanta* Moench) on germination ratio and seedling growth with seedling mineral nutrient contents were investigated. In the experiment, three cultivars of green lentils (Ankara Yeşili, Ceren and Meyveci 2001) and three cultivars of red lentils (Çiftçi, Kafkas and Özbek) were tested. Different chloride salts (CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> and NaCl), and 0, 5, 10 and 20 dS m<sup>-1</sup> EC doses of these salts were applied to

the lentil cultivars. Laboratory and pot experiments were conducted according to completely randomized plots design in a darkened growth cabinet at 20±1 °C with three replications. Differences between applications with interactions of all the characteristics apart from root length in the pot experiments was found statistically significant. Analysis of the data showed that; germination rate, germination index, shoot length, root length, shoot dry weight, nitrogen, calcium, magnesium and potassium content of seedlings decreased with the increasing dose of the different salts of chloride while the mean germination times, concentrations of sodium and chloride in seedling increased.

Keywords: Lentil (*Lens esculanta* Moench); Salt stress; First growth characters; Nutrient concentrations

## 1. Giriş

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış azlığı nedeniyle tuzların yıkanması yok denecek kadar az olup, buharlaşmanın yüksek olduğu bu tip bölgelerde toprakta ve toprak yüzeyinde tuzlar birikmektedir (Tursun 2008; Anonim 2010). Ülkemizde yapılan arazi etütlerine göre sulanabilir özellikteki 12.5 milyon ha arazinin yaklaşık 1.5 milyon hektarında tuzlu ve sodyumlu topraklar, 2.8 milyon hektarında ise yaş topraklar oluşmuştur (Taş & Öztürk 2011; Öztürk 2015). Bitki yetiştiriciliği yönünden ele alındığında, tuzlu koşullardaki çimlenme ve fide gelişimi dönemi, bitkinin toplam yaşam döngüsündeki en kritik dönem olup (Wang & Shannon 1999; Almansouri et al 2001), bu aşamada topraktaki tuzlar, suyun osmotik basıncını yükselterek tohumlara alınmasını engellemekte veya Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının zehir etkisinden dolayı tohumun çimlenmesi son derece olumsuz etkilenmektedir (Sadeghian & Yavari 2004). Öte yandan aşırı tuz stresinde büyüyen bitkilerde vejetatif gelişme ile kök büyümesi gerilemekte, solunum ve fotosentez olayları kesintiye uğramakta, enzimlerin etkinliği ile protein sentezinde aksama olmakta, kloroplastlar ve diğer hücrel yapılar zarar görmektedir. İyonik denge bozulduğundan tuz iyonları ile diğer elementler arasındaki rekabete bağlı olarak bitkiler kendileri için gerekli elementleri yeterli miktarda alamamaktadırlar. Yapılan araştırmalarda, tuz stresinden etkilenmeyen ya da göreceli olarak daha az etkilenen bitkilerin dokularında biriken Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının daha az, prolin miktarının ise daha çok olduğu (Malkoç & Aydın 2003; Karakullukçu & Adak 2008; Tursun 2008); tuz stresi besin maddelerinin alınımına, rekabetine ve dokular arasında taşınmasına da

etki etmekte olduğu belirlenmiştir. Tuz stresine bağlı fosfor (P) alınımındaki azalmaya paralel olarak kalsiyum (Ca) alımı, bitkideki taşınması ve hareketliliğinin de etkilediği azalma bu etkileşime örnek verilebilir (Kuşvuran 2010). Sodyum klorür (NaCl) kaynaklı tuzluluk stresinde sodyum, potasyum (K) iyonlarının alınımını; klor ise nitrat (NO<sub>3</sub>) iyonlarının alınımını önemli ölçüde kısıtlamaktadır. Bitki tür ve çeşitlerinin çimlenme ve gelişmeleri yönünden toprak tuzluluğu ile farklı tuz tiplerine karşı fizyolojik-metabolik olarak gösterdikleri tepkilerinde çok büyük değişimler olabilmektedir (Özcan et al 2000). Nitekim Yıldız & Terzi (2011)'de arpada yaptıkları tuzluluk çalışmasında; bitkinin kök ve gövde dokusunda NaCl konsantrasyonunun artmasıyla Na<sup>+</sup> içeriğinin önemli düzeyde arttığını, K<sup>+</sup> içeriğinin önemli düzeyde azaldığını ve kuru ağırlık ve Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> oranının bir genotipin tuza toleransında güvenilir bir indeks olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Türkiye kurak ve yarıkurak iklim koşullarına bağlı doğal etmenler ile tuzluluk, erozyon ve çölleşme sorunlarıyla çok fazla ve yaygın olarak karşılaşmaktadır. Yıllık yağış, gerek toplam miktar gerekse yıl içerisinde dağılımı nedeniyle topraktaki tuzların yıkanmasında yeterli olmadığından tuzluluk ve çoraklaşma artmaktadır. Çoraklaşma ile toprak yüzeyini kaplayan bitki örtüsü sınırlanmakta, organik madde azalmakta, suyun ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri kötüleşmektedir. Artan osmotik basınç etkisiyle suyun yararıslılığı ve bitki besin maddelerinin alımı olumsuz etkilenmektedir. Ülkesel toprak etütlerine göre 2775115 ha arazide tuzluluk ve drenaj sorunu vardır. Bu toprakların tarımsal üretim maksadıyla kullanılabilmesi tuzlu toprakların ıslahı veya dayanıklı bitki türlerinin ıslah

ve kullanımına bağlıdır. Bu bağlamda bitki tür ve çeşitlerinin de tuza verdikleri tepkiler ile (Sönmez & Beyazgül 2014) tuza dayanıklı tür ve/veya çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Tarla bitkileri içerisinde mercimek, tuzluluğa hassas bitkiler içerisinde değerlendirilmektedir (Yaşar 2003). Bu çalışmada tuzluluğa oldukça fazla duyarlı ve tuz stresinden zarar gören bir baklagil cinsi olan mercimeğin farklı çeşitlerinde değişik klorür tuzları ve dozlarının çimlenme ve bazı fide gelişim özelliklerine etkileri ile fidede Ca, Mg, Na, Cl, K ve N konsantrasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada deneme materyali olarak 3'ü kırmızı (Kafkas, Çiftçi, Özbek) ve 3'ü yeşil (Meyveci 2001, Ankara yeşili, Ceren) olmak üzere toplam 6 mercimek çeşidi ile 3 farklı klorür tuzunun (NaCl, MgCl<sub>2</sub> ve CaCl<sub>2</sub>) 4 farklı konsantrasyonu (0, 5, 10 ve 20 dS m<sup>-1</sup> EC) kullanılmıştır. Tuz konsantrasyonlarının hazırlanmasında EC metre (Cond 330i WTW marka) kullanılmış olup, hem çimlendirme hem de saksı denemeleri 2012-2013 yıllarında yürütülmüştür. Çimlendirme testlerinde çimlenme oranı (ÇO), çimlenme indeksi (Çİ) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) incelenmiştir. Çimlendirme denemeleri ISTA (2012)'ya göre 21x21 cm boyutlarındaki üç adet çimlendirme kâğıdı arasında ve 20±1 °C'de tamamen karanlık çimlendirme dolabında yürütülmüş olup, deneme 3 tekrarlamalı ve her tekrarlama 50 adet tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme deseninde kurulmuştur. Her parselde hazırlanan tuz çözeltilerinden her bir çimlendirme kâğıdı başına 10 mL eklenmiş ve rulo kâğıtlar buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli poşetlere konulmuştur. Deneme 10 gün sürmüş ve tuz birikimi olmaması için kâğıtlar 2 günde bir değiştirilmiş, gerektiğinde çimlendirme kâğıtlarına 10'ar mL test solüsyonu eklenmiştir. Her gün yapılan sayımlarda 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak sayılmıştır (Murillo-Amador et al 2002). Çimlendirme denemesinde 10. gün sonunda, Akıncı & Çalışkan (2010)'ın yöntemine göre çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranı çimlenme oranı (ÇO) olarak;

Wang et al (2004)'ün bildirdiği yöntemle göre her gün çimlenen tohum oranının sayım günlerine bölünmesiyle çimlenme indeksi (Çİ) ve Ellis & Robert (1980)'in belirttiği yöntem ve eşitliğe göre, her gün yeni çimlenen tohum sayısı x çimlenme gün sayısı toplamının toplam çimlenen tohum sayılarına bölünmesiyle ortalama çimlenme süresi (OÇS) hesaplanmıştır. Çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresi için hergün çimlenen tohumlar sayılmış olup, çimlenmenin sabitlendiği gün son sayım günü olarak değerlendirilmiştir. Deneme sonunda tesadüf olarak seçilen 10 bitkinin fide ve kökleri milimetrik cetvelle ölçülerek fide boyu ve kök uzunluğu mm olarak ve fideler 65 °C'de bir gün etüvde kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak fide kuru ağırlıkları g olarak belirlenmiştir (Kaya et al 2008).

Saksı denemeleri 2.8 L'lik saksılarda torf kullanılarak yapılmıştır. Her saksıya, tuza karşı duyarlı bitkilerin çimlendirme denemeleri için üretilmiş olan 1100 g torf (Mikkskaar) doldurulmuştur. Ortam sıcaklığı 25±3 °C'ye ayarlanmış, denemeler 3 tekrarlamalı ve her tekerrürde 25 tohum olacak şekilde yürütülmüştür. Yirmi (20) gün süreyle ihtiyaç duyulduğunda (biri gün arayla her saksıya 100 mL) her saksıya test solüsyonlarından eşit miktarda uygulanmıştır. Saksı denemesi şeklinde yürütülen fide gelişim testlerinde 20. gün sonunda her saksıdan tesadüfen seçilip köklü olarak sökülen 10'ar bitkinin kökleri musluk suyunda dikkatlice yıkanmıştır. Bu işlemden sonra yüzey kurulaması yapıp; fide boyu, kök uzunluğu ve fide kuru ağırlığı belirlenmiştir. Saksı denemelerinden elde edilen bitki örneklerinde, AOAC (1990)'da belirtilen yöntem ve esaslara göre: Azot mikro Kjeldahl yöntemiyle; Na, K, Ca ve Mg Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında (Perkin-Elmer); P vanadomolibdat sarı renk yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar & Katkat 2010). Klor (Cl) ise Johnson & Ulrich (1959)'in bildirdiği Mohr metodu ile belirlenmiştir. Denemede elde edilen verilere varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve uygulamalar arasındaki farklılıklar P≤0.05 önemlilik düzeyinde Duncan testi ile belirlenmiştir (Düzgüneş et al 1987).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Denemede elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ÇO, OÇS, fide boyu, fide kuru ağırlığı özellikleri ile bitkide N, K, Na, Ca, Mg ve Cl içeriği bakımından çeşit x tuz x doz etkileşimini 0.01 düzeyinde; Çİ özelliğinde 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kök uzunluğu özelliğinde ise çeşit ve dozlar ile tuz x tuz dozu etkileşimini  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli olmuştur. Çizelge 1 ve Çizelge 2’de görüldüğü gibi, üç klor tuzunda da tüm çeşitlerde en yüksek çimlenme oranları kontrol uygulamasından elde edilmekle birlikte; 5 dS m<sup>-1</sup> ve 10 dS m<sup>-1</sup> tuz dozlarıyla aynı grupta yer almıştır.

Genel ortalamalar yönünden tuz dozlarındaki artışlara paralel olarak ÇO azalma göstermiş, en düşük oranlar 20 dS m<sup>-1</sup> uygulamalarından alınmıştır. Artan tuz dozlarına göre ÇO azalışları NaCl tuzunda MgCl<sub>2</sub> ve CaCl<sub>2</sub> tuzlarına göre çok daha belirgin olmuştur (Çizelge 1). Çeşitler yönünden incelendiğinde, yeşil mercimeklerde Meyveci 2001 ve Ceren çeşitleri; kırmızı mercimeklerde ise Çiftçi çeşidinin ÇO yönünden her üç tuz tipinde de artan tuz konsantrasyonlarına toleranslarının daha yüksek olduğu söylenebilir. CaCl<sub>2</sub> ve NaCl tuzlarında Ankara Yeşili ile MgCl<sub>2</sub> tuzunda ise Özbek çeşidindeki ÇO artan dozlardan önemli düzeyde etkilenmiş ve en düşük ortalamalara sahip olmuşlardır (Çizelge 1). Birçok araştırmada da; artan tuz stresine bağlı olarak bitki tohumlarında ÇO, çimlenme süresi ve tohum

**Çizelge 1- Farklı klor tuzu ve dozları uygulanan mercimekte çimlenme oranı (%) ve çimlenme indeksi ortalamaları**

*Table 1- Mean germination rates and germination index of lentil cultivars exposed to different chloride salts and doses*

Tuzlar	Çeşitler	Çimlenme oranı (%)					Çimlenme indeksi				
		Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )					Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )				
		0	5	10	20	Ort.	0	5	10	20	Ort.
CaCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	99.3 a	100.0 a	99.3 a	94.7 a	98.3	22.3 a	20.8 ab	19.7 b	17.1 c	20.0
	Ankara Yeşili	97.3 a	93.3 a	95.3 a	49.3 b	83.8	20.8 a	17.0 b	15.5 b	4.7 c	14.5
	Ceren	100.0 a	100.0 a	99.3 a	97.3 a	99.2	22.1 a	21.5 a	19.1 b	13.0 c	18.9
	Kafkas	99.3 a	98.7 a	98.7 a	90.7 b	96.8	20.8 a	19.9 a	18.5 a	8.1 b	16.8
	Çiftçi	100.0 a	100.0 a	100.0 a	97.3 a	99.3	20.7 a	20.1 a	16.4 b	14.1 b	17.8
	Özbek	98.0 a	97.3 a	96.7 a	66.0 b	89.5	16.2 a	12.3 b	10.3 b	4.2 c	10.8
Ortalama		99.0	98.2	98.2	82.6	94.5	20.5	18.6	16.6	10.2	16.5
MgCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	99.3 a	99.3 a	100.0 a	98.0 a	99.2	23.9 a	22.5 ab	21.2 b	17.2 c	21.2
	Ankara Yeşili	96.7 a	100.0 a	96.7 a	71.3 b	91.2	19.4 a	17.9 ab	16.8 b	8.9 c	15.7
	Ceren	99.3 a	99.3 a	98.7 a	98.7 a	99.0	22.4 a	19.8 b	16.6 c	12.6 d	17.9
	Kafkas	100.0 a	98.7 a	98.0 a	84.0 b	95.2	22.7 a	19.3 b	18.3 a	10.4 c	17.7
	Çiftçi	100.0 a	100.0 a	100.0 a	97.3 a	99.3	21.1 a	20.5 a	18.8 a	14.8 b	18.8
	Özbek	98.7 a	97.3 a	97.3 a	55.3 b	87.2	18.3 a	15.5 b	12.9 c	5.2 d	13.0
Ortalama		99.0	99.1	98.5	84.1	95.2	21.3	19.2	17.4	11.5	17.4
NaCl	Meyveci 2001	99.3 a	100.0 a	97.3 a	66.7 b	90.8	21.7 a	20.6 a	19.2	9.9 b	17.9
	Ankara Yeşili	98.0 a	98.0 a	92.7 a	47.3 b	84.0	17.8 a	16.0 ab	14.2	4.8 c	13.2
	Ceren	99.3 a	100.0 a	98.0 a	86.7 b	96.0	19.7 a	17.0 b	14.4	8.7 d	14.9
	Kafkas	100.0 a	100.0 a	98.7 a	87.3 b	96.5	17.3 a	15.9 ab	14.4	7.5 c	13.8
	Çiftçi	99.3 a	98.7 a	98.0 a	88.0 b	96.0	17.8 a	16.8 a	15.4	11.0 b	15.3
	Özbek	98.0 a	96.7 a	95.3 a	76.7 b	91.7	16.7 a	15.3 a	11.5 b	6.2 c	12.4
Ortalama		99.0	98.9	96.7	75.5	92.5	18.5	17.0	14.8	8.0	14.6

**Çizelge 2- Farklı klor tuzu ve dozları uygulanan mercimekte ortalama çimlenme süresi (gün) ve fide boyu (cm) ortalamaları**

Table 2- Mean shoot length and mean germination time of lentil cultivars exposed to different chloride salts and doses

Tuzlar	Çeşitler	Ortalama çimlenme süresi (gün)					Fide boyu (cm)				
		Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )					Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )				
		0	5	10	20	Ort.	0	5	10	20	Ort.
CaCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	2.31 a	2.51 ab	2.65 ab	2.85 a	2.58	29.9 a	29.6 a	29.2 a	19.7 b	27.1
	Ankara Yeşili	2.39 b	2.73 ab	3.02 a	2.71 ab	2.71	27.2 a	27.1 a	24.5 b	24.3 b	25.8
	Ceren	2.35 b	2.44 b	2.71 b	3.91 a	2.85	21.1 a	18.1 b	18.4 b	16.9 b	18.6
	Kafkas	2.49 b	2.55 b	2.71 b	5.45 a	3.30	23.1 a	23.1 a	23.1 a	16.7 b	21.5
	Çiftçi	2.55 b	2.56 b	2.82 b	4.25 a	3.05	27.9 a	27.3 a	26.6 a	19.6 b	25.3
	Özbek	2.74 c	3.75 b	3.85 b	4.97 a	3.83	25.1 a	24.5 a	23.9 a	14.7 b	22.1
Ortalama		2.47	2.76	2.96	4.02	3.05	25.7	25.0	24.3	18.7	23.4
MgCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	2.11 b	2.27 b	2.49 ab	2.96 a	2.46	29.8 a	27.9 ab	27.7 b	19.3 c	26.2
	Ankara Yeşili	2.56 a	2.84 a	2.87 a	2.94 a	2.80	25.7 a	24.5 a	24.4 a	16.4 b	22.7
	Ceren	2.28 c	2.61 bc	2.97 b	3.95 a	2.95	19.7 a	19.3 a	18.8 a	15.2 b	18.3
	Kafkas	2.28 b	2.62 b	2.72 b	3.57 a	2.80	24.2 a	23.1 a	22.8 a	18.2 b	22.1
	Çiftçi	2.49 b	2.55 b	2.78 b	3.51 a	2.83	26.7 a	26.4 a	26.2 a	18.9 b	24.6
	Özbek	2.75 b	3.09 b	3.75 a	3.03 b	3.16	24.2 a	24.1 a	22.7 a	12.8 b	20.9
Ortalama		2.41	2.66	2.93	3.33	2.83	25.0	24.2	23.8	16.8	22.5
NaCl	Meyveci 2001	2.37 a	2.54 a	2.69 a	2.38 a	2.50	28.5 a	28.3 a	28.6 a	14.9 b	25.1
	Ankara Yeşili	2.85 ab	3.07 ab	3.15 a	2.59 b	2.92	27.1 a	26.3 a	25.3 a	18.6 b	24.3
	Ceren	2.64 c	2.99 bc	3.41 b	4.49 a	3.38	22.4 a	20.1 b	21.2 ab	11.0 c	18.7
	Kafkas	2.95 c	3.18 bc	3.47 b	5.27 a	3.72	24.0 a	23.8 a	23.0 a	15.9 b	21.7
	Çiftçi	2.85 b	2.97 b	3.19 b	3.83 a	3.21	26.8 a	26.3 a	26.1 a	16.7 b	24.0
	Özbek	2.85 b	2.97 b	3.19 b	3.83 a	3.21	25.2 a	24.9 a	24.1 a	19.6 b	23.5
Ortalama		2.75	2.95	3.18	3.73	3.16	25.7	24.9	24.7	16.1	22.9

canlılığı gibi özelliklerin olumsuz yönde etkilendiği, tohum çimlenmesi ve bitki gelişmesi üzerine farklı tuz tiplerinin etkilerinin değişken olabileceği ve tuz dozlarına toleransın bitki türlerinde hatta aynı tür içindeki çeşitlerde bile değişebileceği belirtilmiştir (Kuşvuran 2010; Sözen et al 2010; Asgharipour & Rafiei 2011; Islam et al 2012; Güldüren & Elkoca 2012).

Çİ yönünden de en yüksek ortalamalar tüm mercimek çeşitlerinde kontrol parsellerinden elde edilmiş olup, artan tuz dozlarına bağlı olarak indeks değerleri önemli ölçüde azalmıştır (Çizelge 1). NaCl tuzunun tüm çeşitlerde çimlenme indeksine olumsuz etkilerinin diğer iki tuz tipinden daha çok olduğu görülmüş, genotipler bakımından

değerlendirildiğinde; Meyveci 2001, Ceren ve Çiftçi'nin Ankara Yeşili, Kafkas ve Özbek'e göre artan tuz stresine karşı daha toleranslı oldukları kanısına varılmıştır. Çalışmamızda kullanılan tuzlar, çözeltinin osmotik basıncını artırmış olup, çoktan aza doğru MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> ve NaCl şeklinde sıralanmışlardır. Bu sonuçlar; kimi bitkilerde çözeltideki tuzların tohumlar tarafından alınmasını engellediğini veya Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> gibi iyonların zehir etkisinden dolayı çimlenmeyi olumsuz etkilediğini, tuzlar ve dozları bakımından çeşitler arasında da önemli değişimlerin olabileceğini bildiren Kaya et al (2008) ve Güldüren & Elkoca (2012)'nin sonuçlarıyla benzerlik içindedir. Ortalama çimlenme süresi tohum gücü (vigor)'nün bir ifadesi olup, özellikle stres koşullarında hızlı bir çimlenme potansiyeline sahip

tohumlar, bitkisel üretimde verimi artırma ve bitki sağlığı yönünden önemlidir (Mavi & Demir 2010). Denemede üç tuz tipindeki dozaj artışına bağlı olarak incelenen çeşitlerin ortalama çimlenme süreleri kontrol uygulamasına göre önemli düzeylerde gecikmiş (Çizelge 2), genelde tüm uygulamalarda en geç çimlenme süreleri 20 dS m<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir. CaCl<sub>2</sub> tuzunda Ankara Yeşili, MgCl<sub>2</sub> tuzunda Özbek ve NaCl tuzunda ise Meyveci 2001 ve Ankara Yeşili çeşitlerinde en geç OÇS 10 dS m<sup>-1</sup> dozunda belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi testinde, çimlenen tohumlar deneme sonuna kadar günlük olarak sayılmaktadır. Özellikle yukarıda belirlenen çeşitlerin tohumlarında az da olsa çimlenme problemleri çıkmıştır. Bu sorun tuz ile ilgili olmayıp, tohum materyali kaynaklıdır. Çizelge 2'nin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, OÇS üzerine en çok olumsuz etkinin NaCl tuzunda belirlendiği ve genellikle kırmızı mercimek çeşitlerinin yeşil mercimeklere göre daha geç sürede çimlendiği; yeşil mercimeklerden de tane yapısı küçük olan Ceren çeşidinin diğer yeşil mercimek çeşitlerine göre daha geç çimlendiği saptanmıştır. Kaya et al (2008), yaptıkları çalışmalarında; küçük tohumlu nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin daha çabuk su aldığı ve çimlenme süresinin daha kısa olduğunu, ancak artan tuz dozları ile çimlenme süresinin uzadığını saptamışlardır. Nitekim su alma oranı en yüksek çeşit olan Meyveci 2001 çeşidi ortalama çimlenme süresi yönünden en toleranslı çeşit olmuştur. Okçu et al (2005), bezelyede (*Pisum sativum* L.) artan tuz düzeylerinin, ortalama çimlenme süresini uzattığını ve bu sürelerin çeşitlere göre değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Denemede kullanılan üç tuz tipinde de artan tuz dozlarına bağlı olarak tüm çeşitlerde ortalama FB ve KU önemli düzeyde azalmış ve en düşük FB ve KU 20 dS m<sup>-1</sup> tuz dozlarından elde edilmiştir. FB bakımından, çeşitlerin ortalaması olarak en yüksek tuz dozunda kontrole göre CaCl<sub>2</sub>'de % 27, MgCl<sub>2</sub>'de % 33 ve NaCl'de ise % 38'e yaklaşan oranlarda azalmalar görülmüştür. FB yönünden NaCl tuzunun olumsuz etkisi diğer tuzlara göre daha yüksek olmuştur. Tüm klor tuzları için FB, Meyveci 2001 çeşidinde en fazla; Ceren çeşidinde en az olmuştur (Çizelge 2).

KU, çeşitlerin ortalaması olarak 20 dS m<sup>-1</sup> tuz dozunda kontrol parsellerine göre CaCl<sub>2</sub>'de % 41, MgCl<sub>2</sub>'de % 48 ve NaCl ise % 29'u bulan oranlarda azalmış olup, MgCl<sub>2</sub> tuzu en yüksek olumsuz etkiyi göstermiştir (Çizelge 3).

Tuz stresi bitkilerde vejetatif ve generatif büyümeyi farklı şekillerde etkilemektedir (Saab et al 1990). Bitkilerdeki gövde gelişmesi, kök gelişmesine göre tuzluluğa daha fazla duyarlı olup, Delane et al (1982) ve Weimberg et al (1984)'e göre bu tepki, tuz stresi veya su stresi için morfolojik bir adaptasyon şeklinde düşünülmektedir (Saab et al 1990). Çalışma sonuçlarına göre artan tuz dozları ile FB, KU'na göre tuz dozlarından daha fazla etkilenmiştir. Yokoi & Bresson (2002), çalışmalarında, tuz stresinde bitkilerin konsantrasyon artışıyla birlikte, FB'ndaki azalmaların daha önemli olduğunu bildirmişlerdir. Genel olarak kontrol ve 5 dS m<sup>-1</sup> dozları birbirine yakın değerler göstermiştir. Bu durum, bitkinin tuz stresine belli bir düzeye kadar karşı koyabildiği ve bu düzeyden sonra direncinin azaldığını bildiren Egeh & Zamora (1992) ve Özdemir & Engin (1994)'in sonuçlarına uyumludur. Öte yandan fide kuru ağırlığı (FKA) yönünden her üç tuz türünde de tüm çeşitlerde tuz uygulanmamış kontrol parselleri ile 5 dS m<sup>-1</sup> ve 10 dS m<sup>-1</sup> tuz dozu uygulamaları birbirine benzer sonuçlar vermiş ve ortalamalar istatistiksel olarak aynı grupta yer almış; 20 dS m<sup>-1</sup> tuz dozunda ise en düşük FKA ortalamaları saptanmıştır (Çizelge 3). Tuz stresinde toprağın su potansiyeli düşmekte ve bitki köklerinin su alımı engellenmekte ya da iyon zehirlenmesi ortaya çıkmaktadır. Özellikle sodyum iyonları tuza hassas bitkilerde zehirlenme etkisi oluşturmada, ayrıca klor da toksik etki yapmaktadır. Buna bağlı olarak, mitoz bölünme ve enzim aktivasyonunun olumsuz etkilenmesiyle bitki gelişimi ve büyümesi önemli derecede sınırlanmakta; ayrıca, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma, klorofil miktarında azalmaya, hücre zarında parçalanmaya neden olmaktadır (Demir & Kocaçalışkan 2001; Kuşvuran 2010). Çizelge 4'te verildiği gibi, üç tuz çeşidinde de artan dozlarla birlikte mercimek genotiplerinde erken fide döneminde bitki azot içeriklerinde sırasıyla %

**Çizelge 3- Farklı klor tuzu ve dozları uygulanan mercimekte kök uzunluğu (cm) ve fide kuru ağırlığı (g) ortalamaları**

Table 3- Mean root length and shoot dry weight of lentil cultivars exposed to different chloride salts and doses

Tuzlar	Çeşitler	Kök uzunluğu (cm)					Fide kuru ağırlığı (g)				
		Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )					Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )				
		0	5	10	20	Ort.	0	5	10	20	Ort.
CaCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	16.79	13.77	12.69	9.68	13.23	0.34 ab	0.36 a	0.33 b	0.22 c	0.31
	Ankara Yeşili	16.05	13.03	12.79	9.76	12.91	0.32 b	0.35 a	0.33 ab	0.23 c	0.31
	Ceren	15.07	12.79	11.06	6.78	11.43	0.18 a	0.19 a	0.17 a	0.11 b	0.16
	Kafkas	17.62	17.00	11.58	11.57	14.44	0.23 a	0.22 a	0.21 a	0.14 b	0.20
	Çiftçi	15.50	13.72	13.81	11.63	13.67	0.21 a	0.22 a	0.21 a	0.14 b	0.20
	Özbek	16.47	14.12	13.01	8.43	13.01	0.21 a	0.20 a	0.20 a	0.12 b	0.18
	Ortalama	16.25 a	14.07 b	12.49 b	9.64 c	13.11	0.25	0.26	0.24	0.16	0.23
MgCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	14.39	14.05	9.53	9.13	11.78	0.34 a	0.34 a	0.33 a	0.21 b	0.31
	Ankara Yeşili	18.50	17.93	17.29	10.23	15.99	0.34 a	0.34 a	0.35 a	0.18 b	0.30
	Ceren	13.69	13.54	13.24	6.31	11.70	0.19 a	0.19 a	0.19 a	0.10 b	0.17
	Kafkas	16.16	14.36	13.96	8.91	13.35	0.23 a	0.22 a	0.22 a	0.15 b	0.21
	Çiftçi	18.27	16.51	15.68	9.50	14.99	0.22 a	0.23 a	0.22 a	0.14 b	0.20
	Özbek	17.69	12.07	12.20	7.05	12.25	0.19 a	0.22 a	0.21 a	0.12 b	0.19
	Ortalama	16.45 a	14.74 b	13.65 b	8.52 c	13.34	0.25	0.26	0.25	0.15	0.23
NaCl	Meyveci 2001	15.02	13.84	11.61	9.31	12.45	0.36 a	0.37 a	0.34 a	0.17 b	0.31
	Ankara Yeşili	16.95	16.23	13.35	12.41	14.74	0.35 a	0.35 a	0.33 a	0.20 b	0.31
	Ceren	11.08	10.61	9.72	8.79	10.05	0.20 a	0.19 a	0.19 a	0.10 b	0.17
	Kafkas	13.43	13.44	11.24	10.88	12.25	0.21 a	0.22 a	0.21 a	0.13 b	0.19
	Çiftçi	16.68	15.23	13.54	11.57	14.26	0.23 a	0.22 a	0.21 a	0.14 b	0.20
	Özbek	12.83	11.72	10.32	8.41	10.82	0.21 a	0.21 ab	0.18 bc	0.17 c	0.19
	Ortalama	14.33 a	13.51 a	11.63 b	10.23 b	12.43	0.26	0.26	0.24	0.15	0.23

10.0, % 11.4 ve % 16.3 oranında azalma olmuştur. Demir & Kocaçalışkan (2001), tuza duyarlı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)’de kök ve yaprak dokularında protein miktarının NaCl uygulaması ile azaldığını; Rai & Singh (1999) ise mercimek çeşidini kullandıkları denemelerinde genotip x tuz interaksiyonlarını önemli bularak, genotiplere göre azot içeriğinin değiştiğini belirlemişlerdir ki elde ettikleri bu sonuçlar, bulgularımızla uyum içindedir. Tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarda biriken Na, K alımını Cl ise özellikle NO<sub>3</sub> alımını engelleyerek ve P alımında kontrol kaybına neden olarak bitkilerde iyon dengesizliğine neden olmaktadır. Tuz stresinden etkilenmeyen ya da göreceli olarak az etkilenen bitkilerin dokularında daha az klor iyonu birikmektedir. Tuzluluğa hassas çeşitlerde ise özellikle Na ve Cl iyonlarının yüksek

olduğu ve K iyonunun konsantrasyonunun azaldığı bildirilmektedir (Turan et al 2007; Kuşvuran et al 2008).

CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> uygulamalarında bitkideki Na içeriği, tuz dozlarındaki artışla azalmakta ancak, incelenen tuz dozları ile kontrol uygulaması arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önem düzeyinde bulunmamaktadır. NaCl tuzu uygulamasında ise Na miktarı kontrole göre % 97.7 oranında önemli artışlar göstermiştir. Ceren ve Kafkas çeşitleri bünyelerine daha az Na almışlardır (Çizelge 4).

Kacar & Katkat (2010), arpa (*Hordeum vulgare* L.)’daki çalışmalarında artan NaCl tuz düzeyinin bitkideki Na konsantrasyonunu artırdığını bulmuş; Dabuxilatu & Motoki (2005), soya fasulyesi

**Çizelge 4- Farklı klor tuzu ve dozları uygulanan mercimekte azot ve sodyum içeriği (%) ortalamaları**

Table 4- Mean nitrogen and sodium concentrations of lentil cultivars exposed to different chloride salt and doses

Tuzlar	Çeşitler	Azot içeriği (%)					Sodyum içeriği (%)				
		Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )					Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )				
		0	5	10	20	Ort.	0	5	10	20	Ort.
CaCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	4.48 a	4.51 a	4.42 a	4.11 b	4.38	0.044 a	0.042 a	0.039 a	0.041 a	0.042
	Ankara Yeşili	3.95 a	3.72 b	3.54 c	3.47 c	3.67	0.048 a	0.046 a	0.044 a	0.044 a	0.046
	Ceren	4.04 ab	4.11 a	4.16 a	3.90 b	4.05	0.046 a	0.044 a	0.040 a	0.040 a	0.043
	Kafkas	4.38 a	4.39 a	4.16 b	4.16 b	4.27	0.043 a	0.039 a	0.038 a	0.038 a	0.040
	Çiftçi	4.57 a	4.35 b	4.23 b	4.07 c	4.31	0.044 a	0.042 a	0.039 a	0.040 a	0.041
	Özbek	4.33 a	3.90 b	3.62 c	3.47 d	3.83	0.045 a	0.044 a	0.042 a	0.042 a	0.043
Ortalama	4.29	4.16	4.02	3.86	4.09	0.045	0.043	0.040	0.041	0.042	
MgCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	4.48 a	4.58 a	4.56 a	4.12 b	4.44	0.044 a	0.041 a	0.039 a	0.039 a	0.041
	Ankara Yeşili	3.95 a	3.88 ab	3.80 ab	3.42 c	3.76	0.048 a	0.044 a	0.042 a	0.042 a	0.044
	Ceren	4.04 a	4.09 a	3.80 a	3.65 c	3.90	0.046 a	0.041 a	0.041 a	0.038 a	0.042
	Kafkas	4.38 a	4.37 a	4.20 a	3.72 c	4.17	0.043 a	0.040 a	0.036 a	0.036 a	0.039
	Çiftçi	4.57 a	4.23 b	4.16 b	3.96 c	4.23	0.044 a	0.040 a	0.040 a	0.037 a	0.040
	Özbek	4.33 a	4.33 a	3.97 a	3.93 b	4.14	0.045 a	0.041 a	0.042 a	0.041 a	0.042
Ortalama	4.29	4.25	4.08	3.80	4.13	0.045	0.041	0.040	0.039	0.041	
NaCl	Meyveci 2001	4.48 a	4.31 b	4.00 b	3.81 d	4.15	0.044 d	1.750 c	1.800 b	2.000 a	1.399
	Ankara Yeşili	3.95 a	3.83 a	3.39 a	3.19 c	3.59	0.048 d	1.715 c	1.965 b	2.290 a	1.505
	Ceren	4.04 a	3.92 a	3.58 a	3.44 c	3.75	0.046 d	1.770 c	1.965 b	1.085 a	1.217
	Kafkas	4.38 a	4.12 b	3.78 b	3.64 d	3.98	0.043 d	1.595 c	1.845 b	2.000 a	1.371
	Çiftçi	4.57 a	4.40 b	4.28 b	3.97 c	4.31	0.044 d	1.815 c	1.970 b	2.045 a	1.469
	Özbek	4.33 a	3.80 b	3.69 b	3.46 c	3.82	0.045 d	1.885 c	2.135 b	2.290 a	1.589
Ortalama	4.29	4.06	3.79	3.59	3.94	0.045	1.755	1.947	1.952	1.425	

(*Glycine max* Merrill)'ndeki tuz zararına, yaprak ve kök hücrelerinde biriken Cl<sup>-</sup>'nin; hiyardaki tuz zararının başlıca nedeninin bitkide Na birikimi olduğunu belirtmişlerdir. Kuşvuran et al (2007), Na<sup>+</sup> iyonunu toleranslı genotiplerin bünyelerine daha az, duyarlı olanların ise daha çok aldıklarını bildirmişlerdir. Denememizde, tuz stresıyla birlikte mercimek fidesinin potasyum içeriğinde önemli azalmalar ortaya çıkmış, en yüksek K içeriği tüm çeşitlerde, tuz uygulamasının yapılmadığı kontrol parsellerinden alınmıştır. CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> ve NaCl dozlarındaki artışlara paralel olarak mercimek fidelerinin potasyum içeriği (sırasıyla % 29.6, % 28.9 ve % 31.9) azalmış; tuz stresine uğrayan kök ve gövdelerdeki tuz iyonlarında (Na ve Cl başta olmak üzere) artışlar saptanmış, ancak K ve Ca iyon konsantrasyonlarında belirgin azalmalar olmuştur

(Çizelge 5). Öte yandan artan Na konsantrasyonunun yapraklardaki fotosentez ve transpirasyonu olumsuz yönde etkilediği, Na ve K iyonlarının antagonistik etkisi nedeniyle K eksikliklerinin de ortaya çıktığı gözlenmiş olup, genel olarak Ca ve K, tuz stresinden olumsuz etkilenecek iyon konsantrasyonlarında azalmanın meydana geldiği (Kuşvuran 2010) görüşüne varılmıştır. Kuşkusuz, denemede kullanılan her üç klor tuzunda da doz artışıyla birlikte ve genelde bitki bünyesindeki Ca miktarında azalma ortaya çıkmış; bu bakımdan diğer tuzlara göre NaCl'deki (% 13) Ca konsantrasyonu daha çok olmuş ve bu içerik tüm tuzlarda % 0.997-1.397 şeklinde değişmiştir ve bu bakımdan elde edilen bulgular genel olarak en çok Meyveci 2001 ile en az Özbek çeşitlerinde saptanmıştır (Çizelge 5).



**Çizelge 5- Farklı klor tuzu ve dozları uygulanan mercimekte potasyum ve kalsiyum içeriği (%) ortalamaları**

Table 5- Mean potassium and calcium concentrations (%) of lentil cultivars exposed to different chloride salt and doses

Tuzlar	Çeşitler	Potasyum içeriği (%)					Kalsiyum içeriği (%)				
		Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )					Tuz dozları (dS m <sup>-1</sup> )				
		0	5	10	20	Ort.	0	5	10	20	Ort.
CaCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	2.79 a	2.34 b	2.27 b	2.08 c	2.37	1.357 ab	1.367 a	1.357 a	1.320 b	1.350
	Ankara Yeşili	2.69 a	2.40 b	1.98 c	1.78 d	2.21	1.397 a	1.380 a	1.397 a	1.380 a	1.389
	Ceren	2.72 a	2.27 b	2.11 c	2.06 c	2.29	1.327 bc	1.360 ab	1.370 a	1.310 c	1.342
	Kafkas	2.65 a	2.16 b	2.07 c	1.93 d	2.20	1.377 a	1.360 ab	1.367 a	1.327 b	1.358
	Çiftçi	2.74 a	2.48 b	2.19 c	1.92 d	2.33	1.397 a	1.377 a	1.360 a	1.277 b	1.353
	Özbek	2.61 a	2.57 a	2.01 b	1.61 c	2.20	1.310 a	1.277 a	1.280 a	1.220 b	1.272
Ortalama		2.70	2.37	2.11	1.90	2.27	1.361	1.354	1.355	1.306	1.344
MgCl <sub>2</sub>	Meyveci 2001	2.79 a	2.41 b	2.18 c	2.00 d	2.35	1.357 a	1.357 a	1.360 a	1.350 a	1.356
	Ankara Yeşili	2.69 a	2.41 b	2.15 c	1.97 d	2.31	1.397 a	1.257 b	1.207 c	1.150 d	1.253
	Ceren	2.72 a	2.31 b	2.10 c	1.95 d	2.27	1.327 a	1.290 b	1.227 c	1.210 c	1.264
	Kafkas	2.65 a	2.19 b	2.04 c	1.97 c	2.21	1.377 a	1.250 b	1.220 b	1.060 c	1.227
	Çiftçi	2.74 a	2.29 b	2.04 c	1.91 d	2.25	1.397 a	1.357 b	1.350 b	1.350 b	1.364
	Özbek	2.61 a	2.23 b	1.93 c	1.74 d	2.13	1.310 a	1.100 b	1.077 b	1.010 c	1.124
Ortalama		2.70	2.31	2.07	1.92	2.25	1.361	1.269	1.240	1.188	1.264
NaCl	Meyveci 2001	2.79 a	2.68 b	2.60 c	1.92 d	2.50	1.357 a	1.257 b	1.240 b	1.120 c	1.244
	Ankara Yeşili	2.69 a	2.33 b	2.30 b	2.06 c	2.35	1.397 a	1.370 ab	1.337 b	1.190 c	1.324
	Ceren	2.72 a	2.33 b	2.14 c	1.98 d	2.29	1.327 a	1.317 a	1.307 a	1.300 a	1.313
	Kafkas	2.65 a	2.14 b	2.10 b	1.86 c	2.19	1.377 a	1.320 b	1.330 b	1.230 c	1.314
	Çiftçi	2.74 a	2.25 b	2.10 c	1.78 d	2.22	1.397 a	1.380 a	1.360 a	1.267 b	1.351
	Özbek	2.61 a	2.03 b	1.78 c	1.43 d	1.96	1.310 a	1.117 b	1.070 c	0.997 d	1.124
Ortalama		2.70	2.29	2.17	1.84	2.25	1.361	1.294	1.274	1.184	1.278

CaCl<sub>2</sub> uygulamasında Ankara Yeşili, MgCl<sub>2</sub> uygulamasında ise Meyveci 2001, NaCl uygulamasında ise Ceren'deki Ca konsantrasyonu bakımından tuz dozları arasındaki farklılıklar önemsiz olarak bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre, tuz uygulaması ile bitkilerdeki Ca içeriğinin azaldığı, tuz stresindeki bitkilere dışarıdan verilen özellikle kalsiyum ve potasyumun koruyucu etkisi olduğu belirlenmiştir (Reid & Smith 2000; Cramer 2002; Vicente et al 2004). Yine, Malkoç & Aydın (2003), mısır (*Zea mays* L.) ve fasulye bitkilerinde artan tuz dozunun çeşide bağlı olarak bitki gelişmesini yavaşlattığı, bitkideki kuru madde miktarı ile N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin genelde azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Nitekim denememizde de tüm tuz çeşitlerinde artan tuz dozları ile bitkideki Mg içeriğinde azalma belirlenmiş; CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> ve NaCl tuzlarındaki Mg içeriğinde azalmaların sırasıyla

% 36.4, % 24.4 ve % 35.9 şeklinde olduğu, bunlardan en çok olanının Mg içeriğinde ve Ceren çeşidinde, en az olanının ise Ankara Yeşili'nde gerçekleştiği bulunmuştur (Çizelge 6). Öte yandan, bunların bitkide kök içi bölgesine aynı taşıyıcılarla (iyonoforlarla) taşınmalarından dolayı, Mg<sup>+2</sup> ile çeşitli katyonlar (K<sup>+</sup> ve Ca<sup>+2</sup>) arasında şiddetli bir rekabet olmakta, ayrıca bunlar, K ve Ca, Mg alımını engelledikleri gibi bitki kökünden diğer organlarına taşınmasını da olumsuz yönde etkilemektedirler. Magnezyumun kökte iç yöreye taşınmasında birçok katyonla aynı taşıyıcıların kullanılması nedeniyle katyonlarla bir rekabet oluşmaktadır. Bu da magnezyum alımında olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bunun dışında magnezyum alımı üzerine bitkinin transpirasyon oranı, bitkinin gelişme durumu, ortam pH'sı ve sıcaklık farkları gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Ayrıca bitkilerde klorun aktif absorpsiyon yöntemiyle alınması

nedeniyle Cl alımı ve birikimi daha hızlı olmaktadır. Bu nedenle klorun toksik etkisi de bulunabilir (Schimansky 1981; Kacar & Katkat 2010). Nitekim, Yakıt & Tuna (2006), mısırdaki yaptıkları çalışmalarında, tuzlu ortamlara  $Mg(NO_3)_2$  ve  $MgCl_2$  içeren besin çözeltilerini eklemişler ve kontrol uygulamasına (% 0.34) göre bitkinin Mg içeriğinin ortama  $Mg(NO_3)_2$  uygulamasından (% 0.34) etkilenmediğini, ancak  $MgCl_2$  eklenmesiyle Mg içeriğinin (% 0.20) çok önemli oranda azaldığını belirtmişlerdir. Cl tuzunda da tüm çeşitlerde en düşük Cl konsantrasyonu tuz uygulanmayan parsellerden elde edilmiş, tuz dozlarındaki artışlarla birlikte mercimek çeşitlerinde Cl konsantrasyonu da önemli düzeyde artmıştır. En düşük Cl konsantrasyonu, dozların ortalaması olarak  $CaCl_2$  ve  $NaCl$ 'de Meyveci 2001 ve Çiftçi'de;  $MgCl_2$ 'de ise yine Meyveci 2001'de belirlenmiştir (Çizelge 6).

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada farklı klor tuzlarındaki tuz konsantrasyonu artışına bağlı olarak, ÇO, Çİ, FB, KU, FKA ile fidedeki N, Ca, Mg ve K içerikleri azalırken; OÇS, Na ve Cl içerikleri artmıştır. Yeşil mercimeklerden Meyveci 2001, kırmızı mercimeklerden ise Çiftçi çeşidi diğer genotiplere göre tuz tiplerine daha fazla tolerans göstermiştir. Tuzluluk problemlerinin yoğun olduğu tarım topraklarında ekonomik kayıpların azaltılabilmesi için tuzlu topraklarda yetiştirilebilecek uygun bitki tür ve çeşitlerinin seçimi önemlidir. Çalışmada ele alınan özellikler yönünden çeşitlerin tuz tiplerine ve dozlarına tepkileri farklılık göstermiştir. Tuz stresine toleransın belirlenmesinde kullanılabilecek en az 200 kadar parametre bulunduğu (Kuşvuran 2010) göz önüne alınırsa; daha kesin sonuçlar ve genotipler

**Çizelge 6- Farklı klor tuzu ve dozları uygulanan mercimekte magnezyum ve klor içeriği (%) ortalamaları**  
Table 6- Mean magnesium and chloride concentrations (%) of lentil cultivars exposed to different chloride salt and doses

Tuzlar	Çeşitler	Magnezyum içeriği (%)					Klor içeriği (%)				
		Tuz dozları ( $dS\ m^{-1}$ )					Tuz dozları ( $dS\ m^{-1}$ )				
		0	5	10	20	Ort.	0	5	10	20	Ort.
$CaCl_2$	Meyveci 2001	0.425 a	0.415 a	0.415 a	0.275 b	0.383	0.19 d	2.53 c	2.68 b	2.92 a	2.08
	Ankara Yeşili	0.320 a	0.215 b	0.200 bc	0.185 c	0.230	0.23 d	2.54 c	2.78 b	3.09 a	2.16
	Ceren	0.455 a	0.440 a	0.415 b	0.375 c	0.421	0.24 d	2.50 c	2.92 b	3.03 a	2.17
	Kafkas	0.425 a	0.320 b	0.285 c	0.235 d	0.316	0.20 c	2.77 b	2.84 a	2.89 a	2.18
	Çiftçi	0.325 a	0.310 ab	0.300 b	0.260 c	0.299	0.22 c	2.48 b	2.50 b	2.82 a	2.01
	Özbek	0.455 a	0.305 b	0.285 b	0.200 c	0.311	0.24 d	2.65 c	2.93 b	3.11 a	2.23
Ortalama		0.401	0.334	0.317	0.255	0.327	0.22	2.58	2.78	2.98	2.14
$MgCl_2$	Meyveci 2001	0.425 a	0.445 a	0.395 b	0.370 c	0.409	0.19 c	2.61 b	2.63 b	3.02 a	2.11
	Ankara Yeşili	0.320 a	0.305 ab	0.290 b	0.285 b	0.300	0.23 d	2.80 c	2.94 b	3.23 a	2.30
	Ceren	0.455 a	0.370 b	0.375 b	0.310 c	0.378	0.24 d	2.76 c	2.85 b	3.16 a	2.25
	Kafkas	0.425 a	0.360 b	0.340 b	0.265 c	0.348	0.20 c	2.68 b	2.72 b	3.15 a	2.19
	Çiftçi	0.325 a	0.345 a	0.280 b	0.260 b	0.303	0.22 d	2.51 c	2.79 b	3.22 a	2.19
	Özbek	0.455 a	0.370 b	0.365 b	0.325 c	0.379	0.24 d	2.98 c	3.05 b	3.17 a	2.36
Ortalama		0.401	0.366	0.341	0.303	0.354	0.22	2.72	2.83	3.16	2.23
$NaCl$	Meyveci 2001	0.425 a	0.410 a	0.355 b	0.300 c	0.373	0.19 d	2.34 c	2.44 b	2.52 a	1.87
	Ankara Yeşili	0.320 a	0.310 a	0.235 b	0.160 c	0.256	0.23 d	2.81 c	3.00 b	3.08 a	2.28
	Ceren	0.455 a	0.370 b	0.350 b	0.350 b	0.381	0.24 d	2.62 c	2.78 b	2.94 a	2.15
	Kafkas	0.425 a	0.335 b	0.255 c	0.255 c	0.318	0.20 d	2.53 c	2.66 b	2.92 a	2.08
	Çiftçi	0.325 a	0.280 b	0.260 b	0.235 c	0.275	0.22 d	2.46 c	2.56 b	2.84 a	2.02
	Özbek	0.455 a	0.280 b	0.260 bc	0.240 c	0.309	0.24 d	3.07 c	3.16 b	3.41 a	2.47
Ortalama		0.401	0.331	0.286	0.257	0.319	0.22	2.64	2.77	2.95	2.14

arasındaki farklılıkları daha net ortaya koyabilmek için yeni özellikler ve verim denemelerinin de eklenerek çalışmanın devam ettirilmesinde yarar vardır. Tuz tipleri yönünden değerlendirildiğinde; çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresi yönünden en fazla olumsuz etkinin NaCl tuzunda, bunu sırasıyla CaCl<sub>2</sub> ve MgCl<sub>2</sub> tuzlarının izlediğini söyleyebiliriz. Fide boyunda MgCl<sub>2</sub>, kök uzunluğunda ise NaCl tuzunun olumsuz etkileri diğer tuz tiplerine göre daha fazla olmuştur. Fide kuru ağırlığı yönünden ise artan tuz dozları fide ağırlığını azaltmakla birlikte tuz tipleri yönünden belirgin bir farklılık oluşmamıştır. Denemede ele alınan üç tuzda da bitkinin mineral içeriği olumsuz yönde etkilenmiştir.

## Kaynaklar

- Akıncı I E & Çalışkan U (2010). Effect of lead on seed germination and tolerance levels in some summer vegetables. *Ekoloji Dergisi* **19**: 164-172
- Almansouri M, Kinet J M & Lutts S (2001). Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil* **231**: 243-254
- Anonim (2010). Toprakta tuzluluk. <http://www.bahce.biz/toprak/tuzluluk.htm>. (Erişim tarihi: 14.10.2011)
- AOAC (1990). Helrich K (Ed.) Official Method of Analysis (15th ed.) Arlington, VA, USA
- Asgharipour M R & Rafiei M (2011). Effect of salinity on germination and seedling growth of lentils. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* **5**(11): 2002-2004
- Cramer G R (2002). Sodium-calcium interactions under salinity stress. In: A Läubli & U Lütge (Eds), *Salinity: Environment-Plants-Molecules*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 205-228
- Dabuxilatı & Motoki I (2005). Distribution of K, Na and Cl in root and leaf cells of soybean and cucumber plants grown under salinity conditions. *Soil Science and Plant Nutrition* **51**(7): 1053-1057
- Delane R, Greenway H, Munns R & Gibbs J (1982). Ion concentration and carbohydrate status of elongating leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl. I. Relationship between solute concentration and growth. *Journal of Experimental Botany* **33**: 557-573
- Demir Y & Kocaçalışkan İ (2001). Effects of NaCl and proline on polyphenoloxidase activity in bean seedlings. *Biologia Plantarum* **44**(4): 607-609
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O & Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1021, Ders Kitabı: 295, Ankara
- Egeh A O & Zamora O B (1992). Growth and nutrient content of mungbean, cowpea and soybean. *Journal of Agronomy and Crop Science* **13**(2): 90-93
- Ellis R H & Roberts E H (1980). Towards a rational basis for testing seed quality. (Ed: P.D. Hebblethwaite), In seed production, Butterworths, London, pp. 605-635
- Güldüren Ş & Elkoca E (2012). Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh vadisi'nden toplanan bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **43**(1): 29-41
- İslam M T, Jahan N A, Sen A K & Pramanik M H R (2012). Effects of salinity on morpho-physiological attribute and yield of lentil genotypes. *International Journal of Sustainable Crop Production* **7**(1): 12-18
- ISTA (2012). International Rules for Seed Testing. Edition 2012, International Seed Testing Association (ISTA), Zurich
- Johnson C M & Ulrich A (1959). Analytical methods for use in plants analysis. California Agricultural Experiment Station Bulletin 776, 2, pp. 54
- Kacar B & Katkat V (2010). Bitki Besleme. Nobel Yayınevi: 1241, Ankara
- Karakullukçu E & Adak M S (2008). Bazı nohut (*Cicer arietinum*) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* **14**: 313-319
- Kaya M, Kaya G, Kaya M D, Atak M, Sağlam S, Khawar K & Çiftçi C Y (2008). Interaction between seed size and NaCl on germination and early seedling growth of some Turkish cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Zhejiang University Science* **9**(5): 371-377
- Kuşvuran Ş (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Adana
- Kuşvuran Ş, Yaşar F & Abak K (2007). Utilizing some of screening methods in order to determine of tolerance of salt stress in the melon (*Cucumis melo* L.). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* **3**(1): 40-45
- Kuşvuran Ş, Yaşar F, Abak K & Ellialtıoğlu Ş (2008). Tuz stresi altında yetiştirilen tuza toleran ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Science)* **18**(1): 11-18
- Malkoç M & Aydın A (2003). Mısır (*Zea mays* L.) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin gelişimi ve bitki

- besin maddeleri içeriğine farklı tuz uygulamalarının etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **34**(3): 211-216
- Mavi K & Demir İ (2010). Soğuk testin karpuz tohum partilerinde güç testi olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Dergisi* **24**(2): 1-5
- Murillo-Amador B, Lopez-Aguilar R, Kaya C, Larrinaga-Mayoral J & Flores-Hernandez A (2002). Comparative effects of NaCl and polyethyleneglycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Journal of Agronomy Crop Science* **188**: 235-247
- Okçu G, Kaya M D & Atak M (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* **29**: 237-242
- Özcan H, Turan M A, Koç Ö, Çıkkılı Y & Taban S (2000). Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* **24**: 649-654
- Özdemir S & Engin M (1994). Nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin çimlenme ve fide büyümesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* **18**: 323-328
- Öztürk A (2015). Sulamada Tuzlu Atık Suların Kullanımı ve Yönetimi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu s. 39
- Rai R & Singh R P (1999). Effect of salt stress on interaction between lentil (*Lens culinaris* L.) genotypes and *Rhizobium* spp. strains: Symbiotic N<sub>2</sub> fixation in normal and sodic soils. *Biology and Fertility of Soils* **29**(2): 187-195
- Reid R J & Smith A (2000). The limits of sodium/calcium interactions in plant growth. *Australian Journal of Plant Physiology* **27**(7): 709-715
- Saab I N, Sharp R E, Pritchard J & Voetberg G S (1990). Increased endogenous abscisic acid maintains primary root growth and inhibits shoot growth of maize seedlings at low water potentials. *Plant Physiology* **93**: 1329-1336
- Sadeghian S Y & Yavari N (2004). Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Sciences* **190**: 138-144
- Schimansky C (1981). The influence of certain experimental parameters on the flux characteristics of <sup>28</sup>Mg in the case of barley seedling grown in hydroculture. *Land Wirtschafliche Forschung* **34**: 154-165
- Sönmez B & Beyazgül M (2014). Türkiye’de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve yönetimi. [http://makinecim.com/bilgi\\_56262\\_turkiye8217de-tuzlu-ve-sodyumlu-toprakların-ıslahı-ve-yonetimi](http://makinecim.com/bilgi_56262_turkiye8217de-tuzlu-ve-sodyumlu-toprakların-ıslahı-ve-yonetimi) (Erişim tarihi: 06.06.2014)
- Sözen E, Yılmaz M, Çolak G & Yücel E (2010). Ecotoxicological effects of alkaline metal salts (NaCl, KNO<sub>3</sub>), strong acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and some heavy metals (CuCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, MgCl<sub>2</sub> ve ZnCl<sub>2</sub>) on the germination of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. *Biological Diversity and Conservation* **3**(3): 64-71
- Taş İ & Öztürk A (2011). Karaman-Ayrancı tuzlu alkali topraklarının ıslahında jips kullanımı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi* **14**(1): 1-15
- Turan M A, Türkmen N & Taban N (2007). Effect of NaCl on stomatal resistance and proline, chlorophyll, Na, Cl and K concentrations of lentil plants. *Journal of Agronomy* **6**(2): 378-381
- Tursun T (2008). Bitkilerde stres. [http://biyoloji.ataturkfenlisesi.com/ders\\_notlari/bitkilerde-stres.html](http://biyoloji.ataturkfenlisesi.com/ders_notlari/bitkilerde-stres.html) (Erişim tarihi: 14.10.2011)
- Vicente O, Boscaiu M, Naranjo M A, Estrelles E, Belles J M & Sorino P (2004). Responses to salt stress in the halophyte *Plantagocrossifolia* (*Plantaginaceae*). *Journal of Arid Environment* **58**: 463-48
- Wang D & Shannon M C (1999). Emergence and seedling growth of soybean cultivars and maturity groups under salinity. *Plant and Soil* **214**: 117-124
- Wang Y R, Yu L, Nan Z B & Liu Y L (2004). Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Science* **44**(2): 535-541
- Weimberg R, Lerner H R & Poljakoff-Mayber A (1984). Changes in growth and water-soluble solute concentrations in *Sorghum bicolor* stressed with sodium and potassium salts. *Physiologia Plantarum* **62**: 472-480
- 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 incelenmesi. Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Van
- Yıldız M & Terzi H (2011). Türkiye’de ekimi yapılan tuza toleranslı ve tuza hassas arpa çeşitlerinin karakteristikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences* **17**(1): 1-9
- Yokoi S & Bresson R A (2002). Salt stress tolerance of plant. *Japan International Research Center for Agricultural Science (JIRCAS) Working Report* **23**: 25-33