

Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Ozmotik Strese TepkisiEmine UYGUR GÖÇER<sup>1\*</sup> Adnan AYDIN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır,  
Türkiye

<sup>2</sup> Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü,  
Iğdır, Türkiye

**Correspondence**

Emine UYGUR GÖÇER, Iğdır  
Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla  
Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye  
E-mail: [uyrgocer@gmail.com](mailto:uyrgocer@gmail.com)

Bu makalede etik kurulu onayına  
gerek yoktur.

Makale daha önce herhangi bir yerde  
sunulmamıştır.

**Özet**

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gıda üzerine birçok alanda kullanılır, ancak kurak ve tuzlu şartlara son derece hassastır. Kuraklık ve tuzluluk kültürü yapılan bitkilerin gelişimini ve üründen alınan verimi etkileyen önemli çevresel faktördür. Bu çalışma da amaçlanan fasulye genotiplerinde farklı tuz konsantrasyonları ve kuraklık dozunun tohum çimlenmesi, büyüme parametreleri üzerine etkilerini araştırmaktır. Çalışmada tuz olarak kontrol, 100 mM, 200 mM dozları NaCl uygulanırken kuraklık olarak %15 PEG 6000 uygulanmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulan bu araştırmada NaCl dozlarına göre çimlenme oranı %20-100, Radikula ağırlığı, 0.024-0.486 g, plumula ağırlıkları 0.061-0.611 g, radikula uzunlukları 0.663-5.100 cm arasında değişmektedir. %15 PEG uygulamasına göre ise çimlenme oranı %20-100 arasında radikula ağırlıkları 0.007-0.276 g, plumula ağırlıkları 0.012 -0.125 g ve radikula uzunlukları 1.523-5.162 cm arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda PN055 genotipinin çalışmada kullanılan diğer genotiplere göre tuzluluk ve kuraklığa daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kuraklık, Tuzluluk, Abiyotik stres, Çimlenme performansı

Response of some Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes to osmotic stress**Abstract**

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is used in many areas as food, but is extremely sensitive to arid and salty conditions. Drought and salinity are important environmental factors affecting the development of crops and the yield of the product. The aim of this study is to investigate the effects of different salt concentrations and osmotic stress created on seed germination and growth parameters in bean genotypes. In the study, control, 100 mM, 200 mM doses of NaCl and 15% PEG 6000 as drought were used. In this study, according to the NaCl doses which was established in three replications according to the randomized plots trial design, the germination rate was 20-100%, the radicular weight was 0.024-0.486 g, the plumule weight was 0.061-0.611 g and the radicular length was 0.663-5.100 cm. According to 15% PEG application, the germination rate was between 20-100%, radicular weights ranged from 0.007 to 0.276 g, plumule weights ranged from 0.012 to 0.125g, and radicular lengths ranged from 1.523 to 5.162 cm. As a result of the study, it was determined that the PN055 genotype was more resistant to salinity and drought than the other genotypes used in the study.

**Key words:** Drought, Salinity, Abiotic stress, Germination performance

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışı yanında tarım alanlarının bilinçsiz kullanılması tarımsal üretimde önemli sorunlara neden olmuştur. Toprağın yapısı bozulmakta ve bitkilerin çeşitli streslere maruz kalması, birim alan veriminde azalmaya neden olmaktadır (Wang ve ark., 2000). Aşırı tuzluluk bitkide ozmotik stres sonucunda su alımını kısıtlarken hücrede yarattığı iyonik etki nedeniyle hücre içerisindeki iyon dengesini bozmakta ve toksik etkiye neden olmaktadır. Abiyotik stresler arasında yer alan tuz stresi, osmotik etkisi ile kullanılabilir su içeriğini kısıtlarken, aynı zamanda iyon içeriğinin toksik düzeye ulaşmasına neden olmaktadır (Çulha ve Çakırlar, 2011). Diğer bir abiyotik stres ise kuraklıktır. Kuraklık stresi ile suyun bitki bünyesine taşınmaması dokular arası su dengesini bozar ve turgor kaybı nedeniyle hücre büyümesini olumsuz etkilemektedir (Zengin, 2007; Amira, 2011).

Yemelik tane baklagiller, dünya ve Türkiye için bitkisel proteinin ana kaynağını oluşturan ekonomik değeri yüksek önemli kültür bitkileridir (Eren ve Keskin, 2021). Besin değerleri açısından zengin olmalarının yanında yetiştirildikleri toprağa havanın serbest azotunu bağlama özellikleri bulunduğu için sürdürülebilir tarımı teşvik etmesi ve tuzluluk oranı yüksek olan tropik ve subtropikal bölgelerde toprak verimliliğinin iyileştirilmesine katkıda bulunması ve insan beslenmesinde hayvansal kaynaklı proteinlerin yerine geçmesi yemelik tane baklagillerin önemini arttırmaktadır (Adak, 2014; Fidan ve Ekinçialp, 2017; Şakiroğlu ve ark., 2011). Baklagiller arasında en fazla yetiştirilme unvanına sahip fasulyenin anavatanı Meksika, Kolombiya, Orta ve Güney Amerika ülkeleri olduğu bilinmektedir (Şalk ve ark., 2008). Türkiye'ye ne zaman ve kimin tarafından getirildiği bilinmemekle birlikte 17. yy ülkemizde yetiştirildiği tahmin edilmektedir. Türkiye'de tarımı yapılan fasulyeler *Phaseolus vulgaris* türüne dahildir.

Tuzluluk, dünya çapında tarımsal verimliliği etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Türkiye'de toplam üretim alanın % 1.7'si yani 1.5 milyon hektar alanda tuzluluk problemi bulunmaktadır (Kaplan ve Kara, 2014; Çakmakçı ve ark., 2016). Kurak ve yarı kurak alanlarda, yetersiz ya da aşırı sulama ve denize yakınlık toprağın üzerinde aşırı miktarda tuz birikmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, düşük yağış, yüksek buharlaşma oranı ve kötü su yönetimi bu alanlarda tuzlulukla ilgili sorunlara neden olabilir. Tuzluluk, bitkilerin suyu kullanma kabiliyetini azaltır ve büyüme hızının yanı sıra bitki metabolik süreçlerinde değişikliklere neden olur (Munns, 1993 ve 2002). Tuzlu koşullarda büyüyen bitkiler temel olarak üç şekilde strese maruz kalırlar; (1) kök bölgesinde su eksikliğine neden olan su potansiyelinin azalması, (2) Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> gibi iyonların fitotoksitesi ve (3) sürgün taşınımının da stres nedeniyle besin dengesizliği (Munns ve Termaat, 1986; Lauchli, 1986; Marschner, 1995; Doğru ve Çanavar, 2020). Bunların yanı sıra hormonal dengesizlikler, stoma açılımının azalması, transpirasyon kaybı, CO<sub>2</sub> alımının azalması, kloroz, büyüme ve gelişmenin azalmasına neden olmaktadır (Edreva, 1998; McKersie ve Leshem, 1994). Fasulye genel olarak tuzluluğa duyarlı bir kültür bitkisidir ve 2 dSm'nin altındaki toprak tuzluluk seviyelerinde verim kayıplarına uğraması nedeniyle verimin düşük olması beklenir (Läuchli, 1984). Bu şartlarda üretim yapabilmenin en önemli pratik ve ucuz yolu tuz stesine daha az duyarlı genotiplerin belirlenmesi ve kullanılması olacaktır.

Kuraklık, toprakta su miktarının düşmesi ve buna bağlı olarak ürün miktarının azaldığı bir dönem olarak tanımlanır. Bitkiler üzerindeki kuraklık stresi, hücre büyümesini olumsuz etkileyerek hücrelerin küçük kalmasına sebep olur ve bu durumda hücre çeperi sentezinde değişik durumlara neden olmaktadır (Ünal, 2019). Protein ve klorofil olumsuz etkilenirken tohumların çimlenme kabiliyetlerinin ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Kurak koşullarda bitkiler terleme ile su kaybını en aza indirmek için stomalarını kapatırlar ve bunun sonucunda fotosentez düzeyinde önemli düşüşler ortaya çıkar (Tindaş, 2015).

Fasulye yetiştiriciliğinde 2 ds/m'in altında dahi önemli verim kayıpları gözlemlendiği bildirilmiştir (Gama ve ark., 2007). Kuraklığın fasulye bitkisinde yaprak alanı, yaprak, gövde ve kök yaş ağırlığı ile

yaprak, gövde ve kök kuru ağırlığı üzerine önemli derecede olumsuz etkisinin olduğu bilinmektedir (Caşka Kılıçaslan ve ark., 2020). Türkiye fasulyede genetik çeşitliliği yüksek olan ülkeler arasındadır. Bu genetik çeşitlilik arasında tuzluluğa ve kuraklığa dayanıklı fasulye genotiplerini tespit etmek, kuraklık ve tuzluluktan dolayı oluşacak verim ve kalite kayıplarının azalmasına yönelik bilimsel çalışmalara katkı sağlayacaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Iğdır Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Kullanılan genotipler yerel çeşitlerdir. Çalışmada kullanılan fasulye genotiplerine ait bilgiler tablo 1’de verilmiştir.

*Tablo 1. Çalışmada kullanılan fasulye genotiplerine ait bilgiler*  
*Table 1. Identity information of bean genotypes used in the study*

Genotip No	Temin Edildiği Yer	
1	PN001	Edirne-Uzunköprü
2	PN007	Edirne-Uzunköprü
3	PN010	Pazar-Rize
4	PN025	Ovacık-Tunceli
5	PN031	Senir köyü-Gündoğmuş-Antalya
6	PN035	Kızıllöz yaylası-Kumluca-Antalya
7	PN038	Akman 98
8	PN040	Düdenköy-Elmalı-Antalya
9	PN041	Çobanise-Elmalı-Antalya
10	PN042	Elmalı-Antalya
11	PN055	Simav-Kütahya
12	PN059	Gürcistan

Araştırmada kontrol olarak saf su ve 100 ve 200 mM NaCl iki farklı tuz konsantrasyonu ve %15 PEG 6000 konsantrasyonu kullanılmıştır. Her petride 5 adet tohum kullanılmıştır. Tohumlar %5’lik sodyum hidroksit çözeltisinde 5 dakika sterilize edilmiş ve ardından steril saf su ile durulanmıştır. 11 cm çapında petri içersine iki adet çimlendirme kağıdı yerleştirilmiştir. Her petri kabına 5 ml ilgili çözeltisi eklenmiştir. Tohumlar yerleştirildikten sonra petri streç film ile sarılarak  $27\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık, karanlık ve sabit nem içeren iklimlendirme kabineye yerleştirilmiştir.

Çimlenen tohumları tespit etmek ve ölçümlerini yapmak için altı gün sonra çimlenme oranı (%), radikula ağırlığı (g), plumula ağırlığı (g), radikula uzunluğu (cm) belirlenmiştir. Petri kabından alınarak radikula, plumula ağırlıkları tartılmış ve radikula uzunlukları ölçülmüştür. Ölçümlerde 5 mm’nin üstündeki değerle dikkate alınarak belirlenmiştir. Çimlenme yüzdesi ise herhangi bir petri kabındaki çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına bölünmesi ile elde edilmiş bu da 100 ile çarpılarak hesaplanmıştır (Cokkizgin, 2010; Tanveer ve ark., 2010).

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen verilerin varyans analizi XLSTAT istatistik paket programında yapılmıştır. Ortalamalar post-hoc karşılaştırma testlerinden Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

#### 3.1. Çimlenme Oranı

Çimlenme oranları % 20 ile % 100 arasında bulunmuş olup en yüksek değer kontrol grubunda ve 100 mM tuz uygulamasında olduğu, en düşük değer ise % 15 PEG 6000 uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Tuz uygulamalarının çimlenme oranı üzerine istatistiki olarak önemli etkisinin olduğu ve uygulanan tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranının düştüğü belirlenmiştir. Araştırmacılar, çimlenme döneminin bir bitki için önemli olduğunu ve bu dönemde bitkinin maruz kaldığı stres ve stres şartlarına verdiği tepkilerin türlere ve uygulama dozlarına göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Ünlükara ve ark., 2008; Özkorkmaz ve Yılmaz, 2017). Wignarajah (1990) tuz konsantrasyonunun artması osmatik basıncın azalmasına neden olduğunu ve osmatik basıncın azalmasının ise fasulye tohumlarına su girişini engellediğini belirtmiştir. Bazı fasulye genotiplerinde yapılan tuz konsantrasyonu çalışmasında, tuz stresinin çimlenme oranını, hızını ve indeksini azaltmasına karşılık çimlenme süresini arttırdığını kaydetmişlerdir (Kouam ve ark., 2017). Turhan ve Şeniz (2010) domates tohumlarına uyguladıkları tuz dozlarının çimlenme üzerine olumsuz etki yaptıklarını ve yine Turhan ve ark (2011) ıspanak tohumlarında yaptıkları tuz stresi çalışmasında çimlenmenin azaldığını gözlemlemişlerdir. Eroğlu 2007 yılında fasulye bitkisinde çimlenme oranını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada fasulye tohumlarına 4 ayrı tuz dozu (0-50-100-150-200 mM) uygulamış ve incelenen bütün genotiplerde çimlenme oranının azaldığını ortaya koymuştur.

Çalışmada %15 PEG 6000 uygulamasına maruz bırakılan fasulye tohumları kontrol grubu ile kıyaslandığında kuraklık stresi artışıyla birlikte su alma oranı azaldığından dolayı çimlenme oranında düşüş gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar mısır ile çalışan Achakzai (2009) tarafından tespit edilirken farklı bitki tohumlarında çalışan başka araştırmacılar tarafından da kuraklık seviyelerinin tohumda çimlenme oranını düşürdüğü tespit edilmiştir (Toosi ve ark., 2014; Avcı ve ark., 2018).

Bu denemede çimlenme yüzdesi kuraklık ve tuzluluk düzeylerinden etkilenmiş ve stres düzeyinin artmasıyla çimlenme azalmıştır.

**Tablo 2.** Fasulye genotiplerine ait çimlenme oranları  
**Table 2.** Germination percentage of bean genotypes

Genotipler	Çimlenme Oranı (%)			
	Kontrol	100mM NaCl	200mM NaCl	%15 PEG
PN001	80.0 abc	33.3 e	73.3 a-d	0.0 f
PN007	100.0 a	93.3 ab	100.0 a	60.0 cd
PN010	100.0 a	93.3 ab	100.0 a	100.0 a
PN025	93.3 ab	86.7 abc	73.3 a-d	33.3 e
PN031	100.0 a	80.0 abc	86.7 abc	66.7 bc
PN035	100.0 a	86.7 abc	100.0 a	86.7 abc
PN038	100.0 a	100.0 a	66.7 bc	26.7 e
PN040	100.0 a	80.0 abc	80.0 abc	86.7 abc
PN041	100.0 a	86.7 abc	100.0 a	60.0 cd
PN042	100.0 a	100.0 a	86.7 abc	93.3 ab
PN055	93.3 ab	100.0 a	100.0 a	100.0 a
PN059	100.0 a	73.3 a-d	40.0 de	0.0 f

Harflendirmeler, ortalama farklılıklarının P< 0,05 düzeyinde önemli olduğunu ifade etmektedir.

### 3.2. Radikula Ağırlığı

Fasulye genotiplerine uygulanan kuraklık ve farklı dozlardaki tuz uygulamaları sonucu hem uygulamalar arasında hem de genotipler arasında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz uygulamaları (0, 100 ve 200 mM NaCl) ve %15 PEG 6000 uygulamaları altında çimlendirilen fasulye genotiplerinde kuraklık ve tuz uygulamalarının olumsuz etkilerinin olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamızda radikula ağırlıklarının 0.007 g ile 0.605 g arasında değiştiği bulunmuş olup en düşük ağırlığa kuraklık uygulaması gerçekleştirilen genotiplerden PN038 sahip iken en yüksek ağırlığı ise kontrol grubundan PN055 genotipinin sahip olduğu belirlenmiştir. Tuz konsantrasyon miktarı yükseldikçe bitki su alım miktarını düşürmektedir bu da radikula yaş ağırlıklarının düşüşüne sebep olduğu ortaya konmuştur (Kızılgöçer ve ark., 2010; Oral ve ark., 2020). Tuz uygulaması altında çimlendirilen fasulyede (Kaya, 2011), kavunda (Kuşvuran, 2010), yem börülcesinde (Okçu, 2020) ve farklı diğer bitki türlerinde tuz uygulamasının radikula yaş ağırlığı üzerine olumsuz etkileri tespit edilmiştir.

Kibar ve ark. (2020) yılında yaptıkları çalışmada 4 farklı tuz dozunun (Kontrol, 50, 100, 200 mM NaCl) fasulyede çimlenme özelliklerine etkilerini gözlemlemiştir. Çalışma sonucunda radikula ağırlıkları 0.08-0.32 g arasında bulunmuştur. Artan tuz uygulamaları ile azalan radikula ağırlıkları bizim çalışmamız ile uyum göstermektedir.

Radikula ağırlıkları bakımından genotiplerin kontrol uygulamasında 0.315-0.605 g arasında, PEG 6000 uygulamasında ise 0.007-0.276 g arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 3). Fasulyede radikula ağırlığının çevresel özelliklerden etkilenen bir özellik olduğu bildirilmiştir (Fidan ve Ekinicialp, 2017). Kurağa dayanıklılığın kök uzunluğu ve kök taze ağırlığı ile ilişkili olduğu, kurağa dayanıklı genotiplerin daha uzun köklere ve daha fazla kök taze ağırlığına sahip oldukları bildirilmiştir (Fidan ve Ekinicialp, 2017).

**Tablo 3.** Fasulye genotiplerinin taze radikula ağırlıkları

**Table 3.** Radicle fresh weights of bean genotypes

Genotipler	Radikula Ağırlığı (g)			
	Kontrol	100 mM NaCl	200 mM NaCl	%15 PEG 6000
PN001	0.315 f-i	0.037 tuv	0.110 p-t	0.000 v
PN007	0.394 bc	0.274 g-k	0.096 q-t	0.069 r-v
PN010	0.512 ab	0.254 h-l	0.132 n-r	0.129 n-r
PN025	0.545 a	0.321 e-h	0.205 k-n	0.230 jkl
PN031	0.500 ab	0.380 ef	0.130 n-r	0.036 tuv
PN035	0.497 ab	0.302 g-j	0.192 l-o	0.176 l-q
PN038	0.497 ab	0.240 i-l	0.040 s-v	0.009 uv
PN040	0.344 cde	0.289 g-j	0.073 r-v	0.132 n-r
PN041	0.500 ab	0.184 l-p	0.119 o-s	0.095 q-t
PN042	0.595 a	0.226 j-m	0.086 r-u	0.151 m-r
PN055	0.565 a	0.486 ab	0.140 n-r	0.130 n-r
PN059	0.593 a	0.235 jkl	0.046 s-v	0.000 v

Harflendirmeler, ortalama farklılıklarının  $P < 0,05$  düzeyinde önemli olduğunu ifade etmektedir

### 3.3. Plumula Ağırlığı

Plumula ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksiyonu  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 4). Fasulye genotiplerinin kontrol uygulamasında 0.302-1.634 g arasında tuz uygulamalarında 0.061- 0.611 g ve PEG 6000 uygulamasında ise 0.03-0.125 g ağırlıkları arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmamızda en düşük plumula ağırlığına PEG uygulaması gerçekleştirilen PN007 genotipi sahip iken en yüksek plumula ağırlığına ise kontrol grubundan PN025 genotipi sahip olduğu tespit edilmiştir.

Okçu 2020 yılında yaptığı çalışmada yem bürölgesi tohumlarına farklı tuz seviyelerinin plumula gelişimine etkilerini incelemiştir. Çalışmadan elde ettiği sonuçlar 30 mM tuz uygulaması plumula uzunluğunu kayda değer anlamda artırmış ve bu seviyeden sonra giderek artan tuz uygulamalarının plumula uzunluğunu azalttığı belirlenmiştir. Radikula, plumula yaş ve kuru ağırlığı üzerine farklı seviyelerin sonuçları kontrol ile kıyaslandığında tüm parametrelerde ilk stresin 90 mM seviyesinde başladığı belirlenmiştir. Ortamda bulunan tuz seviyesine bağlı olarak incelenen parametrelerde artışlar ve azalışlar söz konusu olmuştur. Artan tuz seviyelerine bağlı olarak plumula ağırlıklarının azaldığına dair araştırmacı bulguları ile çalışma sonuçlarımız benzerdir. Çiftci ve ark. (2013) tarafından tuz konsantrasyonu arttıkça yaş sap ağırlıklarının etkilendiğini ve benzer sonuçları Ghoulam ve Fores (2001) ve Akbarimoghaddam ve ark. (2011)'nin çalışmalarında da görülmüştür. Tuz stresine maruz bırakılan pek çok bitkide, plumula yaş ağırlıklarında önemli azalmalar olduğu değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Irshad ve ark., 2002).

**Tablo 4.** Fasulye genotiplerine ait plumula ağırlıkları

**Table 4.** Plumule weights of bean genotypes

Genotipler	Plumula Ağırlığı (g)			
	Kontrol	100 mM NaCl	200 mM NaCl	% 15 PEG 6000
PN001	0.469 hij	0.139 r-w	0.178 q-u	0.000 y
PN007	0.407 jkl	0.269 n-q	0.232 o-r	0.090 u-y
PN010	1.336 b	0.434 g-l	0.267 n-q	0.099 t-x
PN025	1.525 a	0.477 hij	0.312 mno	0.208 p-s
PN031	0.655 f	0.258 n-q	0.137 r-w	0.057 v-y
PN035	1.359 b	0.529 ghi	0.149 r-v	0.095 t-y
PN038	1.185 c	0.591 fg	0.114 s-w	0.016 xy
PN040	0.746 e	0.446 ijk	0.229 o-r	0.049 wxy
PN041	0.747 e	0.351 lmn	0.270 n-q	0.055 v-y
PN042	1.120 cd	0.366 klm	0.161 r-u	0.109 t-x
PN055	1.056 d	0.551 gh	0.272 n-q	0.106 t-x
PN059	0.302 m-p	0.192 qrst	0.041 wxy	0.000 y

Harflendirmeler, ortalama farklılıklarının  $P < 0,05$  düzeyinde önemli olduğunu ifade etmektedir

### 3.4. Radikula Uzunluğu

Tablo 5'de incelendiğinde fasulye tohumlarına uygulanan farklı tuz dozları ve kuraklık uygulamasının radikula uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ( $p \leq 0.01$ ) bulunmuştur.

Çalışmada en uzun kök uzunluğu 10.00 cm ile kontrol grubundan PN038 genotipi en düşük kök uzunluğu ise 0.663 cm ile 200 mM tuz dozu uygulamasında PN007 genotipinde tespit edilmiştir.

Özdemir Dirik ve ark. 2018, tuzluluk seviyelerini değerlendirmek için kullanılan en önemli iki parametrenin radikula ve plumula uzunlukları olduğunu ve köklerin topraktan suyu alarak diğer bölgelerde kullanmak üzere tedarik ettiğini belirtmiştir. Bundan dolayı kök ve sürgün uzunluklarının tuzluluk ve kuraklık streslerine karşı davranışlarını ortaya koymada önemli bilgiler verebilmektedir. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda artan tuz seviyesinin hücre bölünme ve büyümesini negatif olarak etkilediği için kök uzunluğunun düşmesine sebep olduğu belirtilmiştir (Kaya ve Daşgan 2013; Özdemir Dirik ve ark. 2018). Çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre genotiplerin kök uzunlukları %15 PEG 6000 ve 200mM tuz uygulamalarında önemli bir düşüş göstermiştir. Benzer bir araştırmada buğday genotiplerine uygulanan PEG 6000 (-5.0 bar) sonucunda kontrol uygulamasına göre kök uzunluklarında artış tespit etmişlerdir (Özdemir Dirik ve ark., 2018). Bu çalışmadan elde edilen bulgular ile çalışmamız sonucu elde ettiğimiz bulgular benzerlik göstermemiştir.

**Tablo 5. Fasulye genotiplerine ait plumula uzunlukları**

**Table 5. Plumule lengths of bean genotypes**

Genotipler	Radikula Uzunluğu (cm)			
	Kontrol	100 mM NaCl	200 mM NaCl	% 15 PEG 6000
PN001	5.375 f	1.000 t	0.944 t	0.000 u
PN007	6.233 e	2.107 lmn	0.933 t	2.167 lm
PN010	9.267 bc	3.091 ij	1.367 p-t	5.133 fg
PN025	9.107 c	1.154 rst	1.333 qrst	2.100 i-n
PN031	8.400 d	2.625 k	1.550 o-s	1.643 n-r
PN035	1.165 qrst	3.308 i	1.667 n-q	5.042 fg
PN038	10.000 a	2.833 jk	1.250 qrst	1.667 n-q
PN040	4.733 g	1.923 mno	1.300 qrst	5.313 f
PN041	8.500 d	1.846 m-p	1.067 st	5.333 f
PN042	9.533 bc	1.444 l-t	1.115 st	4.214 h
PN055	9.714 ab	4.900 fg	1.385 p-t	5.115 fg
PN059	6.533 e	2.500 kl	0.000 u	0.000 u

Harflendirmeler, ortalama farklılıklarının P< 0,05 düzeyinde önemli olduğunu ifade etmektedir

#### 4. SONUÇ

Kuraklık ve tuzluluk bitkilerin karşılaşılabileceği oldukça önemli stres faktörleridir. Bu faktörler tohumun çimlenmesine engel olabilecek ya da tohum çimlenmesini geciktirebilecek önemli bir kısıttır. Çalışmada genotiplere uygulanan % 15 PEG 6000 ve tuz konsantrasyonlarının incelenen tüm özellikler açısından olumsuz etki ettiği tespit edilmiştir. Çimlenme gelişimi açısından 12 farklı fasulye genotipinin birbirinden farklı olduğu ve uygulamalara farklı tepkiler gösterdikleri tespit edilmiştir. Çimlenme yüzdeleri göz önünde bulundurularak incelenen genotipler arasında PN055 genotipi kuraklık ve tuzluluk stresine toleranslı PN001 genotipinin ise duyarlı olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda tuzluluk ve kuraklığa toleranslı fasulye genotipleri belirlenmiş ve bunu belirlemek amacıyla kullanılan parametrelerin uygunluğu ispatlanmıştır.

## 5. TEŞEKKÜRLER

Makaleyi geliştirmek için yaptıkları katkılardan dolayı isimsiz hakemlere teşekkür ederiz.

## 6. YAZAR KATKILARI

Yazarlar bu çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

## 7. ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Achakzai, A. K. K. (2009). Effect of water stress on imbibition, germination and seedling growth of maize cultivars. *Sarhad Journal of Agriculture*, 25(2), 165-172.
- Adak, M. (2014). Türkiye’de yemeklik baklagillerin önemi, üretimi ve izlenen politikalar. *Tarım ve Mühendislik*, 103, 24-30.
- Qados, A. M. A. (2011). Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10(1), 7-15.
- Avcı, S., Şahan, S., & Kaya, M. D. (2018, April). Determination of salt-stress response in forage pea cultivars during germination and early seedling growth. In *2nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOT)*. Çeşme/İzmir, Turkey (pp. 88-94).
- Bayuelo-Jiménez, J. S., Debouck, D. G., & Lynch, J. P. (2002). Salinity tolerance in *Phaseolus* species during early vegetative growth. *Crop Science*, 42(6), 2184-2192.
- Kılıçaslan, S., Yıldırım, E., Ekinci, M., & Kul, R. (2020). Kuraklık stresinin fasulyede bitki gelişimi, bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Erciyes University Journal of Institute Of Science and Technology*, 36(2).
- Cokkizgin, A., & Cokkizgin, H. (2010). Effects of lead (PbCl<sub>2</sub>) stress on germination of lentil (*Lens culinaris* Medic.) lines. *African Journal of Biotechnology*, 9(50), 8608-8612.
- Çakmakcı, T., Şahin, Ü., Kuşlu, Y., Kızıloğlu, F. M., Tüfenkçi, Ş., & Okuroğlu, M. (2016). Van ili tarım alanlarında temiz ve atık su kaynaklarının yönetimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 662-667.
- Çifci, E. A., Kurt, P. Ö., & Yağdı, K. (2013). Farklı tuz konsantrasyonlarının tritikale çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-12.
- Çulha, Ş., & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 11-34.
- Doğru, A., & Canavar, S. (2020). Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 8(1), 155-174.
- Edreva, A., Yordanov, I., Kardjieva, R., & Gesheva, E. (1998). Heat shock responses of bean plants: involvement of free radicals, antioxidants and free radical/active oxygen scavenging systems. *Biologia plantarum*, 41(2), 185-191.
- Eren, B., & Keskin, B. (2021). Iğdır Ekolojik Koşullarında Yetişen Doğal Yonca (*Medicago Sativa* L.) Genotiplerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 19-26.
- Eroğlu, İ. (2007). *Tuz stresinin bazı fasulye (Phaseolus vulgaris L.) kültür çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkileri* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Fidan, E., & Ekincialp, A. (2017). Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Farklı Seviyelerdeki Tuz Stresine Gösterdikleri Tepkilerin İncelenmesi. *Yuzuncu Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences (YYU J Agr Sci)*, 27(4).
- Gama, J., & Gaber, M. M. (Eds.). (2007). *Learning from data streams: processing techniques in sensor networks*. Springer Science & Business Media.



- Ghoulam, C., & Fares, K. (2001). Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed science and technology*, 29(2), 357-364.
- Irshad, M., Yamamoto, S., Eneji, A. E., Endo, T., & Honna, T. (2002). Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. *Journal of Plant nutrition*, 25(1), 189-200.
- Kaplan, M., & Kara, R. (2014). Silaj Sorgum'da Bazı Fizyolojik Özelliklerin Verim Uzerine Etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(3), 20-31.
- Kaya, E. (2011). Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotipinin taranması. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, 212.
- Kızılgöçü, F., Yıldırım, M., & Akıncı, C. (2010). Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tuzluluğa tepkilerinin belirlenmesi 1. *Diyarbakır*, 1, 24-26.
- Kibar, B., Şahin, B., & Kıemde, O. (2020). Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Farklı Tuz ve Putresin Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4), 2315-2327.
- Kouam, E. B., Ndo, S. M., Mandou, M. S., Chotangui, A. H., & Tankou, C. M. (2017). Genotypic variation in tolerance to salinity of common beans cultivated in Western Cameroon as assessed at germination and during early seedling growth. *Open Agriculture*, 2(1), 600-610.
- Kuşvuran, Ş. (2010). Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana*.
- Läuchli, A. (1984, December). Responses and adaptations of crops to salinity. In *Symposium on Tomato Production on Arid Land 190* (pp. 243-246).
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd (eds) Academic Press. *New York*, 15-22.
- Mekersie, B. D., & Ya'acov, Y. L. (1994). Oxidative stress. Stress and stress coping in cultivated plants.
- Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment*, 16(1), 15-24.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, cell & environment*, 25(2), 239-250.
- Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole-plant responses to salinity. *Functional Plant Biology*, 13(1), 143-160.
- Melih, O. K. C. U. Yemlik Börülce (*Vigna unguiculata* L. Walp)'de Tuzluluk Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(1), 669-676.
- Oral, E., Altuner, F., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2019). The impact of salt (NaCl) stress on germination characteristics of gibberellic acid pretreated wheat (*Triticum Durum* Desf.) seeds. *Applied Ecology And Environmental Research*, 17(5), 12057-12071.
- Dirik, K. Ö., Saygılı, İ., Özkurt, M., & Sakin, M. A. (2018). Bazı Yerel Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Ozmotik Stres Altında Erken Gelişme Dönemindeki Kuraklık Toleransının Belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(2), 95-101.
- Özkorkmaz, F., & YILMAZ, N. (2017). Farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve börülcede (*Vigna unguiculata* L.) çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 196-200.
- Moghaddam, P. R., Feizi, H., & Mondani, F. (2011). Evaluation of tomato production systems in terms of energy use efficiency and economical analysis in Iran. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(4), 58-65.
- Şakiroğlu, M., İlhan, D., Kaya, M. M., Demirözoğlu, O., Uluçay, O., & Eren, B. (2011). Moleküler Veriler Işığında *Medicago sativa* L. Tür Kompleksinin Mevcut Durumu. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 32-42.
- Salk, A., Arin, L., Deveci, M., & Polat, S. (2008). Bean Growing., Special Vegetable'da. Namık Kemal Üniversitesi, Agric. Fac., Depart. *Horticulture*, 164.
- Tanveer, A., Rehman, A., JAVAID, M., Abbas, R. N., Sibtain, M., Ahmad, A. U. H., ... & Aziz, A. (2010). Allelopathic potential of *Euphorbia helioscopia* L. against wheat (*Triticum aestivum* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medic.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34(1), 75-81.
- Tındaş, İ. (2015). *Patatesin kuraklık toleransının düzenlenmesinde rol alan MiRNA'ların belirlenmesi* (Master's thesis, Niğde Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Toosi, A. F., Bakar, B. B., & Azizi, M. (2014). Effect of drought stress by using PEG 6000 on germination and early seedling growth of *Brassica juncea* Var. Ensabi. *Sci P Ser A Agron*, 360-363.
- Turhan, A., & Şeniz, V. (2010). Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Domates Genotiplerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 11-22.
- Turhan, A., Kuşçu, H., & Şeniz, V. (2011). Effects of different salt concentrations (NaCl) on germination of some spinach cultivars. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 65-77.
- Ünal, Z. (2019). Bazı abiyotik streslerin prolinle desteklenen turuğgil anacı çöğürleri üzerine morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkileri.
- Ünlükara, A., & Öztürk, Y. Ç. A. (2008). Farklı Yıkama Oranlarında Sulama Uygulamalarının Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris*) Gelişimine ve Besin Maddesi İçeriğine Etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2008(2), 51-60.
- Wang, W. X., Vinocur, B., Shoseyov, O., & Altman, A. (2000, July). Biotechnology of plant osmotic stress tolerance physiological and molecular considerations. In *IV International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding 560* (pp. 285-292).
- Wignarajah, K. (1990). Growth response of *Phaseolus vulgaris* to varying salinity regimes. *Environmental and Experimental Botany*, 30(2), 141-147.
- Zengin, F. K. (2007). Fasulye fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) pigment içeriği üzerine bazı ağır metallerin etkileri. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(2), 6-12.