

Değişik NaCl Konsantrasyonlarının Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişmesine Etkileri

Erdal ELKOCA Faik KANTAR

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 25240 Erzurum

İsmail GÜVENÇ

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 25240 Erzurum

Geliş Tarihi : 08.06.2001

ÖZET: Sulu alanlarda yetiştirilen fasulyede bitki gelişmesi ve verim, tuzluluğa çok hassas olması dolayısıyla olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu çalışma, fasulye genotiplerinin tuzlu ortamda çimlenme ve bitki gelişmesini test etmek amacıyla, iki aşamalı olarak 1996 ve 1997 yıllarında laboratuvarda yürütülmüştür. I. aşamada 95 genotipin 1995 ve 1996 yılında üretilen tohumlarının çimlenmeleri, laboratuvarda 25 ± 0.5 °C'de 0.0, -0.9 ve -1.5 MPa NaCl solüsyonlarında üç tekerrürlü olarak test edilmiştir. II. aşamada ise çimlenme denemesinden seçilen 5 dayanıklı, 4 orta derecede dayanıklı ve 2 hassas genotipin, 25 ± 0.5 °C'de bitki gelişme kabini içinde 0.0, -0.6, -0.9 ve -1.5 MPa NaCl ilave edilmiş tuz ortamında fide çıkışı ve gelişmesi incelenmiştir. Çimlenme ve fide gelişmesi tuzlulukta artışa bağlı olarak azalmıştır. Ancak, çimlenme ve çıkış açısından test edilen 95 genotip arasında tuza tolerans bakımından varyasyonun bulunduğu; özellikle 460, 521 ve 421 nolu genotiplerin ümitvar olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Kuru fasulye, tuza tolerans, çimlenme, fide gelişmesi

The Effects of Different NaCl Concentrations on Germination and Seedling Growth of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes

ABSTRACT: Plant growth and yield of dry beans, which are grown in irrigated fields, are negatively affected by salt problem. This study was conducted in order to test germination and seedling growth of phaseolus bean genotypes in laboratory at two stages in 1996 and 1997. At the first stage seeds of 95 genotypes produced in 1995 and 1996 growth season were tested for germination at NaCl concentrations of 0.0, -0.9 and -1.5 MPa at 25 ± 0.5 °C in three replicates. At the second stage seedling emergence and growth were investigated of 5 tolerant, 4 mediocre and 2 susceptible genotypes selected in the germination test at NaCl concentrations of 0.0, -0.6, -0.9 and -1.5 MPa at 25 ± 0.5 °C. Germination and seedling growth decreased as salt concentrations increased. However, variation was present among 95 genotypes tested, with promising results from 460, 521 and 421.

Key words: Dry beans, salt tolerance, germination, seedling growth

GİRİŞ

Kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyu kalitesinin düşük olması (Taiz ve Zeiger, 1991) ve yıllık yağışın topraktaki tuzların yıkanması için yeterli olmaması (Pessarakli, 1991) nedeniyle tuzluluk, sulanan alanlarda önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır (Cachorro vd., 1994; Özdemir ve Engin, 1994). Yer yer tuzluluğu yüksek suların kullanıldığı ve bilinçsiz sulamanın yapıldığı Türkiye'de de halen 1.5 milyon ha arazide çeşitli seviyelerde tuzluluk sorunu bulunmaktadır (Anonim, 1978).

Tuzlu toprakların ıslahı zaman alıcı ve pahalı olduğundan, tuzluluğa dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin ıslah edilmesi gerekmektedir (Epstein, 1985; Kırtok vd., 1994). Diğer türlerle kıyaslandığında, baklagiller tuzluluğa en hassas grup içerisinde yer almakta ve sulu alanlarda yetiştirilen fasulyenin tuzluluğa en hassas bitki türlerinden birisi olduğu bilinmektedir (Abbas vd., 1991; Ashraf, 1994). Tuza dayanıklı türlerde Na^+ ve Cl^- iyonları seçici olarak vakuolde depolanmakta, böylece sitoplazmada fizyolojik reaksiyonlar etkilenmeden devam edebilmektedir. Fasulye gibi hassas bitkilerde ise bu iyonların vakuolde depolanması engellenmekte, sitoplazmada yükselen Na^+ ve Cl^- seviyeleri enzim aktivitesini durdurmaktadır (Seemann ve Critchley, 1985). Çeşide, çevre faktörleri ve gelişme dönemine göre

değişmekle birlikte (Pessarakli, 1991), tuzlu şartlarda çimlenme engellenmekte, bitkiler su ve gübreden yeterince yararlanamamakta (Wagenet vd., 1983), fotosentez ve verim düşmektedir (Brignoli ve Lauteri, 1991).

Önceki çalışmalar, fasulyenin çimlenme (Goertz ve Coons, 1989) ve çıkış (Goertz ve Coons, 1991) sırasında tuza hassas olduğunu, -1.5 MPa'dan daha yüksek NaCl solüsyonlarında su alımının ve çimlenmenin engellendiğini göstermiştir (Kocaçalışkan ve Kabar, 1990; Gucci vd., 1994). Tuzlu ortamda yüksek çimlenme yeteneğine sahip fasulye genotiplerini saptamak amacıyla yapılan bir çalışmada, -1.5 MPa NaCl solüsyonunda test edilen 92 hattan sadece 4'ü %50'nin üzerinde çimlenme göstermiştir (Güvenç ve Kantar, 1996).

Tuza dayanıklı fasulye genotiplerinin geliştirilmesi, sulanan alanlarda yüksek bir protein bitkisi olan fasulye tarımının güvenlikle yapılabilmesi için önem arz etmektedir. Dolayısıyla, bu araştırma çimlenme ve fide gelişimi döneminde tuza dayanıklı fasulye genotiplerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 1996 ve 1997 yıllarında, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında çimlendirme denemesi ve saksı denemesi

olmak üzere iki aşamalı olarak yürütülmüştür. Her iki denemede de fungus patojenlerinin gelişmesini engellemek için solüsyonlara 0.5 g/lit benlate (Benomyl, Dupont Inc.) ilavesi yapılmıştır.

Denemede bitkisel materyal olarak yerli ve yabancı kaynaklardan temin edilmiş olan 95 fasulye çeşit/hattına ait tohumlar kullanılmıştır (Tablo 1).

Çimlendirme Denemesi

Çimlendirme denemesi faktöriyel düzenlemede Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Toplam 95 genotip, çeşit ve hattın 1995 ve 1996 yılı ürünü olan tohumları ayrı ayrı test edilmiştir. Çimlendirme ortamı olarak, içerisine filtre kağıdı yerleştirilmiş 10 cm çapında cam petri kutuları kullanılmıştır. Çimlendirme denemesinde NaCl'ün 0.0 (kontrol), -0.9 ve -1.5 MPa osmotik potansiyele sahip solüsyonları uygulanmıştır. Bu solüsyonlar, 1 litre damıtık suya sırasıyla 0.0, 10.6 ve 17.7 g NaCl ilave edilerek hazırlanmıştır (Goertz ve Coons, 1991). Her bir petri kutusuna 20 adet tohum ve 10 ml solüsyon konulmuş daha sonra gerektiğinde petri kutularına eşit miktarda solüsyon ilave edilmiştir (Güvenç ve Kantar, 1996). Denemeler 25 ± 0.5 °C'lik sabit ortam sıcaklığında, etüvde karanlık koşullarda 9 gün süreyle yürütülmüştür (Anonymous, 1996). Çimlenen tohumlar her gün aynı saatte sayılmıştır. Kökçük 10 mm'ye ulaştığında tohum çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve ortamdaki uzaklaştırılmıştır (Goertz ve Coons, 1989). Çimlendirme denemesinde çimlenme yüzdesi belirlenmiş ve çimlenme hızının bir ifadesi olarak $(\text{ÇOI}) = \frac{G1/1 + \dots + G9/9}{9}$ formülünden yararlanılarak Çimlenme Oran İndeksi hesaplanmıştır. Burada G1.... ve G9 sırasıyla 1.... ve 9. günlere ait çimlenme yüzdeleri ifade etmektedir (Esechie, 1994). Bu formül aracılığıyla, kısa sürede yüksek çimlenme yüzdesi oluşturan çimlenme hızı yüksek genotipler saptanabilmektedir.

Saksı Denemesi

Çimlendirme denemeleri sonucunda seçilen 5 dayanıklı (460, 521, 421, 465 ve Yunus-90), 4 orta derecede dayanıklı (Şeker, Şahin-90, Karacaşehir-90 ve Şehirali-90) ve 2 hassas (439 ve 560) çeşit/genotip saksı denemesine

alınmıştır. 250 cc hacmindeki saksılara yıkanıp kurutulmuş kum konulmuş ve her saksıya 4 cm derinliğe beş tohum ekilmiştir. Saksı denemesi, 25 ± 0.5 °C' lik sabit ortam sıcaklığına ve 16 saat ışık/8 saat karanlık periyoda sahip bir kabin içerisinde Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Saksılara 0.0 (kontrol), -0.6, -0.9 ve -1.5 MPa osmotik potansiyele sahip NaCl solüsyonları uygulanmıştır (Goertz ve Coons, 1991). Başlangıçta her saksıya 80 ml solüsyon dökülmüş daha sonra her 4 günde bir 30 ml solüsyon ilave edilmiştir. Ekimden çıkışa kadar geçen süre gün olarak tespit edilmiş, çıkış yapan fide sayısından faydalanılarak çıkış yüzdesi belirlenmiş, çıkıştan sonraki 15. günde ise fideler kökleriyle birlikte söküldükten sonra musluk suyu altında yıkanarak kök ve sürgün kuru ağırlığı saptanmıştır.

Elde edilen veriler MSTATC istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, incelenen karakterler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla da korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Çimlendirme Denemesi

Varyans analizi sonuçları uygulama, genotip, uygulama x genotip ve uygulama x yıl interaksiyonunun tohum çimlenmesi üzerine %1 ihtimal seviyesinde önemli etkide bulunduğunu ortaya koymuştur. 1995 yılına ait tohumlarda 95 genotipin ve tuz uygulamalarının ortalaması olarak %65.2 olan çimlenme, 1996 yılı tohumlarında %64.2 olarak gerçekleşmiş ve iki yıl arasındaki bu farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Her iki yılda ve yılların birleştirilmiş analizinde genotiplerin çimlenme yüzdesi tuz seviyesindeki artışla birlikte düşmüştür (Tablo 2). İki yılın ortalaması olarak kontrol uygulamasında (0.0 MPa) %94.1 olan çimlenme yüzdesi -0.9 MPa'da %73.2'ye, -1.5 MPa'da ise %26.9'a düşmüştür (Tablo 2). İkinci yılda kontrol (0.0 MPa) ve -0.9 MPa uygulamalarında çimlenme yüzdesi ilk yıla göre daha yüksek, -1.5 MPa uygulamasında ise daha düşük olmuş ve bu durum uygulama x yıl interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 2).

Tablo 1. Denemede Materyal Olarak Kullanılan Genotip (Kayıt Numarası), Çeşit ve Hatlar

| | Genotip (Kayıt Numarası) | | | | | | | | | | Çeşit | Hat |
|-----|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|-----------|
| 2 | 339 | 433 | 464 | 472 | 481 | 506 | 524 | 561 | 573 | 581 | Karacaşehir-90 | 84 WAN 79 |
| 6 | 348 | 435 | 465 | 473 | 482 | 513 | 527 | 562 | 574 | 582 | Şahin-90 | 85 AK 32 |
| 27 | 412 | 439 | 466 | 474 | 483 | 516 | 528 | 563 | 575 | 583 | Şehirali-90 | 85 AK 111 |
| 36 | 415 | 443 | 467 | 475 | 484 | 517 | 545 | 565 | 576 | 584 | Şeker | 4F-2928 |
| 112 | 420 | 458 | 468 | 477 | 485 | 518 | 553 | 568 | 577 | | Yunus-90 | 4F-2947 |
| 127 | 421 | 460 | 469 | 478 | 486 | 520 | 555 | 569 | 578 | | | WAF2 |
| 218 | 425 | 461 | 470 | 479 | 487 | 521 | 557 | 571 | 579 | | | |
| 230 | 432 | 462 | 471 | 480 | 504 | 523 | 560 | 572 | 580 | | | |

Yapılan korelasyon analizlerinde 1995 ve 1996 yıllarında elde edilen tohumların çimlenme yüzdelere ait korelasyon katsayıları (r) 0.0 MPa'da 0.32, -0.9 MPa'da 0.36 ve -1.5 MPa'da 0.76 olmuştur. Özellikle, -1.5 MPa'da 1995 ve 1996 yılına ait tohumların çimlenme yüzdeleri arasında belirlenen yüksek korelasyon katsayısı, kullanılan 95 genotipten çoğunun bu tuz seviyesine her iki yılda da benzer tepki gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil 1).

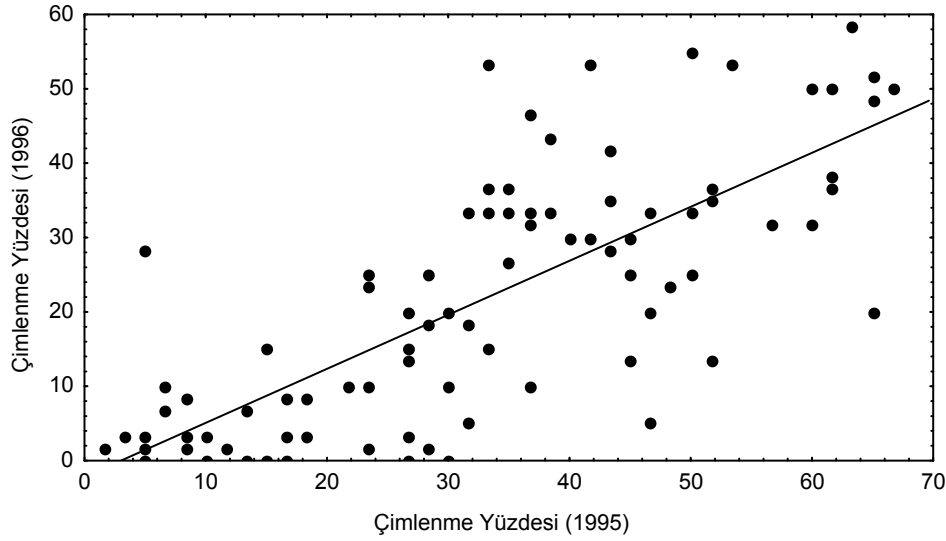
Tuz uygulaması ÇOI değerlerini her iki yılda da önemli seviyede ($P < 0.01$) etkilemiştir. Yılların ÇOI

üzerine etkisi önemsizken, uygulama x yıl interaksyonu %1 seviyesinde önemli olmuştur. ÇOI değerleri genotiplerin iki yılda ait tohumlarının ortalaması olarak 0.0 MPa'da %38.6, -0.6 MPa'da %19.1 ve -1.5 MPa'da %4.9 olmuştur (Tablo 2). Her iki yılda ait tohumların ortalaması olarak, -1.5 MPa NaCl konsantrasyonunda ÇOI ile çimlenme yüzdesi arasında tespit edilen yüksek korelasyon katsayısı, tuzlu ortamda çimlenme yeteneği ile çimlenme hızı arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu göstermiştir (Şekil 2).

Tablo 2. Test Edilen 95 Fasulye Çeşit, Genotip ve Hattının 1995 ve 1996 Yıllarında Hasat Edilen Tohumlarının Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Çimlenme Yüzdeleri ve Çimlenme Oran İndeksleri (COI)

| NaCl (MPa) | %Çimlenme | | | | ÇOI | | | |
|--------------|-----------|--------|--------|------|--------|--------|-------|------|
| | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. |
| 1995 | 92.1 A* | 71.3 B | 32.3 C | 65.2 | 36.4 A | 20.2 B | 6.2 C | 20.9 |
| 1996 | 96.1 A | 75.2 B | 21.5 C | 64.2 | 40.8 A | 18.0 B | 3.5 C | 20.8 |
| Ortalama | 94.1 A | 73.2 B | 26.9 C | 64.7 | 38.6 A | 19.1 B | 4.9 C | 20.9 |
| AÖF Uyg.xYıl | 2.18 | | | | 0.80 | | | |

* Aynı satır içerisinde değişik harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar %1 ihtimal sınırında önemlidir.

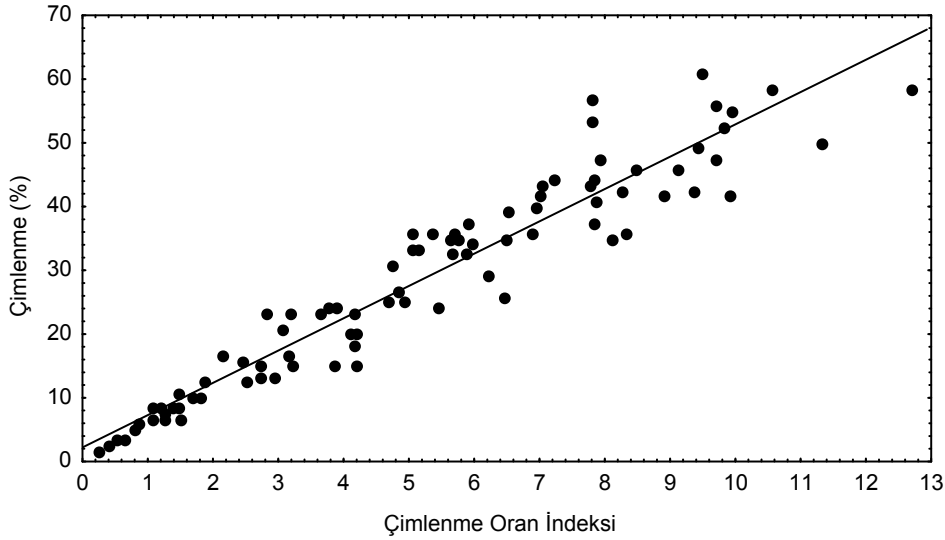


Şekil 1. Petri denemesinde -1.5 MPa NaCl solüsyonunda fasulye genotiplerinin 1995 ve 1996 yılı tohumlarının çimlenme yüzdeleri arasındaki ilişki ($y = -2.178 + 0.726x$, $r = 0.76$, $P = 0.001$)

İki yıla ait tohumların kullanıldığı petri denemelerinde %50'nin üzerinde çimlenme veren 5 çeşit/genotip (460, 521, 421, Yunus-90 ve Şehirli-90), %20-49.9 çimlenme oluşturan 4 çeşit/genotip (465, Şeker, Şahin-90 ve Karacaşehir-90) ve kontrol amacıyla %1-19.9 arasında çimlenmeye sahip 2 genotip (560 ve 439) saksı denemeleri için seçilmiştir (Tablo 3). Seçilen genotiplerin çimlenme yüzdeleri ve ÇOI değerleri her iki yılda da tuz uygulamasına bağlı olarak azalmıştır. İki yıllık ortalamalar dikkate alındığında, tuzsuz ortamda genotiplerin ortalaması olarak %94.7 olan çimlenme, -0.9 MPa uygulamasında önemli bir azalışla %75.2'ye, -1.5 MPa'da ise %39.5'e gerilemiştir (Tablo 3). Tuz uygulamalarının ortalaması olarak, her iki yılda da genotipler arasında çimlenme yüzdesi bakımından %1 ihtimal seviyesinde önemli farkların olduğu tespit edilmiştir. Her iki yılda ve yılların birlikte analizinde uygulama x genotip interaksyonunun önemli olması, çeşit ve genotiplerin tuzlulukta artışa tepkilerinin farklı olduğunu göstermektedir. Nitekim iki yıllık ortalamalarda, tuzsuz şartlarda Karacaşehir-90 haricindeki çeşit/genotipler arasında çimlenme yüzdesi bakımından önemli bir farklılık meydana gelmezken, -0.9 ve -1.5 MPa uygulamalarında çeşit/genotiplerin çimlenme yüzdeleri önemli fakat değişen oranlarda düşme göstermiştir. -0.9 MPa'da Yunus-90, Şeker, 460,

521, 421 ve 465 nolu genotiplerde çimlenme %80.8 - %89.2 arasında yer almıştır. -1.5 MPa'da ise Şehirli-90 (%50), Yunus-90 (%55), 460 (%55.8), 421(%56.7) ve 521 (%60.8) nolu çeşit/genotipler en yüksek çimlenme oranına sahip olmuşlardır (Tablo 3).

Saksı denemesi için seçilen çeşit/genotiplerin çimlenme hızları tuzluluk seviyesindeki artışa paralel olarak her iki yılda da önemli seviyede azalmıştır. Deneme yıllarının ortalaması dikkate alındığında, çimlenme hızının göstergesi olan ÇOI değerleri genotiplerin ortalaması olarak 0.0 MPa'da %39.5 iken, -0.9 MPa'da %19.7 ve -1.5 MPa'da ise %7.2 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 3). Kontrol, -0.9 ve -1.5 MPa uygulamalarının ortalaması olarak, genotiplerin ÇOI değerleri arasında her iki yılda da çok önemli ($P < 0.01$) farklar olduğu ortaya çıkmıştır. Yılların birlikte analizi dikkate alındığında, ÇOI değerlerinin genotipler arasında %17.4 (560) ile %25.7 (460) arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Yılların birlikte analizi neticesinde ayrıca uygulama x genotip interaksyonu önemli bulunmuştur. Nitekim, -0.9 MPa'da Şeker çeşidi ve 560 nolu genotip en düşük (%14.9), Şehirli-90 en yüksek (%24.5); -1.5 MPa'da ise 439 (%0.4) ve 560 (%0.5) nolu genotipler en düşük, Şehirli-90 en yüksek (%11.3) ÇOI değerlerine sahip olmuşlardır (Tablo 3).



Şekil 2. Petri denemesinde -1.5 MPa NaCl solüsyonunda her iki yılda ait tohumların ortalaması olarak fasulye genotiplerinin çimlenme oran indeksleri ile çimlenme yüzdeleri arasındaki ilişki ($y = 2.18 + 5.056x$, $r = 0.96$, $P = 0.001$)

Tablo 3. Fasulye Çeşit ve Hatlarının 0.0, -0.9 ve -1.5 MPa NaCl Solüsyonlarında Çimlenme Yüzdeleri ve Çimlenme Oran İndeksleri (ÇOI)

| 1995 * | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|--------|--------|----------|--------|--------|-------|-----------|
| Genotip | Çimlenme Yüzdeleri | | | | ÇOI | | | |
| | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. |
| 460 | 96.7 | 76.7 | 61.7 | 78.3 AB | 42.1 | 26.0 | 12.4 | 26.8 AB |
| 521 | 98.3 | 85.0 | 63.3 | 82.2 AB | 37.0 | 20.4 | 10.4 | 22.6 BCD |
| 421 | 100.0 | 95.0 | 65.0 | 86.7 A | 33.6 | 18.3 | 8.9 | 20.3 CD |
| 465 | 88.3 | 80.0 | 61.7 | 76.7 AB | 34.4 | 23.0 | 13.0 | 23.5 BC |
| Yunus-90 | 98.3 | 86.7 | 60.0 | 81.7 AB | 42.0 | 25.9 | 12.2 | 26.7 AB |
| Şeker | 95.0 | 78.3 | 38.3 | 70.6 B | 37.6 | 14.2 | 6.0 | 19.3 CDE |
| Şahin-90 | 96.7 | 88.3 | 50.0 | 78.3 AB | 33.6 | 23.6 | 9.5 | 22.2 BCD |
| Karacaşehir-90 | 55.0 | 36.7 | 15.0 | 35.6 D | 38.1 | 16.0 | 4.0 | 19.4 CE |
| 560 | 93.3 | 45.0 | 3.3 | 47.2 C | 30.2 | 13.0 | 0.6 | 14.6 E |
| Şehirali-90 | 93.3 | 75.0 | 61.7 | 76.7 AB | 42.4 | 31.5 | 12.8 | 28.9 A |
| 439 | 90.0 | 55.0 | 5.0 | 50.0 C | 34.7 | 15.8 | 0.8 | 17.1 DE |
| Ortalama | 91.4 A | 72.9 B | 44.1 C | 69.4 | 36.9 A | 20.7 B | 8.2 C | 21.9 |
| AÖF Uyg. x Gen. | | 19.04 | | | | ÖD | | |
| 1996 | | | | | | | | |
| Genotip | Çimlenme Yüzdeleri | | | | ÇOI | | | |
| | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. |
| 460 | 100.0 | 88.3 | 50.0 | 79.4 AB | 47.2 | 19.3 | 7.0 | 24.5 B |
| 521 | 100.0 | 93.3 | 58.3 | 83.9 A | 33.1 | 18.5 | 8.6 | 20.1 CD |
| 421 | 100.0 | 76.7 | 48.3 | 75.0 ABC | 43.3 | 14.8 | 6.7 | 21.6 BC |
| 465 | 98.3 | 90.0 | 36.7 | 75.0 ABC | 38.5 | 18.2 | 5.9 | 20.9 BC |
| Yunus-90 | 96.7 | 80.0 | 50.0 | 75.6 ABC | 40.9 | 16.8 | 7.7 | 21.8 BC |
| Şeker | 100.0 | 83.3 | 33.3 | 72.2 ABC | 29.5 | 15.6 | 4.7 | 16.6 D |
| Şahin-90 | 100.0 | 70.0 | 33.3 | 67.8 BCD | 46.1 | 18.0 | 8.4 | 24.2 BC |
| Karacaşehir-90 | 98.3 | 46.7 | 31.7 | 58.9 D | 58.4 | 23.3 | 7.9 | 29.9 A |
| 560 | 98.3 | 73.3 | 3.3 | 58.3 D | 43.3 | 16.8 | 0.4 | 20.2 CD |
| Şehirali-90 | 90.0 | 71.7 | 38.3 | 66.7 CD | 35.6 | 17.4 | 9.9 | 20.9 BC |
| 439 | 96.7 | 80.0 | 0.0 | 58.9 D | 48.2 | 25.4 | 0.0 | 24.5 B |
| Ortalama | 98.0 A | 77.6 B | 34.8 C | 70.2 | 42.2 A | 18.6 B | 6.1 C | 22.3 |
| AÖF Uyg. x Gen. | | 18.44 | | | | 6.49 | | |
| İki Yıl Birlikte | | | | | | | | |
| Genotip | Çimlenme Yüzdeleri | | | | ÇOI | | | |
| | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. | 0.0 | -0.9 | -1.5 | Ort. |
| 460 | 98.3 | 82.5 | 55.8 | 78.9 ABC | 44.7 | 22.7 | 9.7 | 25.7 A |
| 521 | 99.2 | 89.2 | 60.8 | 83.1 A | 35.0 | 19.5 | 9.5 | 21.3 CD |
| 421 | 100.0 | 85.8 | 56.7 | 80.8 AB | 38.5 | 16.6 | 7.8 | 20.9 DE |
| 465 | 93.3 | 85.0 | 49.2 | 75.8 ABC | 36.4 | 20.6 | 9.4 | 22.2 BCD |
| Yunus-90 | 97.5 | 83.3 | 55.0 | 78.6 ABC | 41.5 | 21.4 | 9.9 | 24.3 ABC |
| Şeker | 97.5 | 80.8 | 35.8 | 71.4 C | 33.5 | 14.9 | 5.4 | 17.9 EF |
| Şahin-90 | 98.3 | 79.2 | 41.7 | 73.1 BC | 39.9 | 20.8 | 8.9 | 23.2 ABCD |
| Karacaşehir-90 | 76.7 | 41.7 | 23.3 | 47.2 D | 48.2 | 19.7 | 5.9 | 24.6 ABC |
| 560 | 95.8 | 59.2 | 3.3 | 52.8 D | 36.7 | 14.9 | 0.5 | 17.4 F |
| Şehirali-90 | 91.7 | 73.3 | 50.0 | 71.7 C | 38.9 | 24.5 | 11.3 | 24.9 AB |
| 439 | 93.3 | 67.5 | 2.5 | 54.4 D | 41.4 | 20.6 | 0.4 | 20.8 DE |
| Ortalama | 94.7 A | 75.2 B | 39.5 C | 69.8 | 39.5 A | 19.7 B | 7.2 C | 22.1 |
| AÖF Uyg. x Gen. | | 13.06 | | | | 5.32 | | |
| Uyg. x Yıl | | 5.57 | | | | 2.27 | | |

* 1995 yılı değerleri Elkoca (1997)'de yer almıştır.

Saksı Denemesi

Saksı denemesinde -1.5 MPa su potansiyelinde çıkış gerçekleşmemiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme neticesinde uygulama, genotip ve uygulama x genotip interaksyonunun çıkış yüzdesi, çıkış süresi, sürgün ve kök kuru ağırlığı üzerine %1 ihtimal seviyesinde önemli etkide bulunduğu saptanmıştır.

Test edilen çeşit/genotiplerin çıkış oranları tuzluluktaki artışa bağlı olarak azalmış, çıkış süreleri ise uzamıştır. Kontrol uygulamasında (0.0 MPa) %84.9 olan çıkış oranı -0.6 MPa'da %61.9'a, -0.9 MPa'da ise %11.1'e gerilemiş; çıkış süresi ise aynı uygulamalarda sırasıyla 4.6, 8.2 ve 14.2 gün olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4). Çimlendirme denemesinde -0.9 ve -1.5 MPa'da yüksek çimlenme oranına sahip olan 460, 521 ve 421 nolu genotipler saksı denemesinde de -0.6 ve -0.9 MPa'da yüksek çıkış yüzdesi oluşturmuşlardır. Gerek kontrol (0.0 MPa) gerekse -0.6 MPa uygulamasında Karacaşehir-90 çeşidi en kısa, Şehirali-90 çeşidi ise en uzun çıkış süresine sahip olmuşlardır. -0.9 MPa'da ise Karacaşehir-90 ve 560 nolu genotip diğerlerine nazaran daha kısa sürede çıkış yapmışlardır (Tablo 4).

Test edilen çeşit/genotiplerin sürgün ve kök kuru ağırlıkları tuz miktarındaki artışa bağlı olarak önemli seviyede azalmıştır. Kontrol uygulamasında 229 mg olan sürgün kuru ağırlığı -0.6 MPa'da 131 mg'a, -0.9 MPa'da ise 41 mg'a gerilemiş; kök kuru ağırlığı ise aynı uygulamalarda sırasıyla 98, 33 ve 12 mg olarak tespit edilmiştir (Tablo 5). Tuz uygulamalarının ortalaması

olarak, en yüksek sürgün kuru ağırlığına 421, Şeker, 521, 465 ve 460 nolu genotipler sahip olmuştur. Karacaşehir-90, Şahin-90, Şehirali-90 çeşitlerinin ve 439 nolu genotipin -0.6 MPa'da oluşturdukları sürgün kuru ağırlık miktarları, çimlendirme denemesinde -1.5 MPa'da yüksek çimlenme oranına sahip 460, 521 ve 421 nolu genotiplerden daha düşük olmuştur (Tablo 3, Tablo 5). -0.9 MPa'da ise Şehirali-90 çıkış yapmadığı için sürgün oluşturmazken, 521 ve 460 nolu genotipler sırasıyla 84 ve 60 mg ile en yüksek sürgün kuru ağırlığına sahip olmuşlardır. -0.6 MPa tuz uygulamasında 439, 460, 421, 560, Şeker, Karacaşehir-90 ve 521 nolu genotiplerin sürgün kuru ağırlıkları kontrol uygulamasına göre sırasıyla %26.6, %27.7, %30.9, %35.9, %36.8, %37.3 ve %38.2 oranında azalış gösterirken, diğer çeşit ve genotiplerde bu oran %42.7 (465) ile %67.8 (Şahin-90) arasında değişim göstermiştir (Tablo 5). En yüksek tuz seviyesi olan -0.9 MPa uygulamasında ise azalma oranı Karacaşehir-90, 521 ve 460 nolu genotiplerde sırasıyla %58.2, %65.8 ve %74.0 olurken, diğer çeşit ve genotiplerde bu oran %79.9 (Şeker) ile %100 (Şehirali-90) arasında yer almıştır. Diğer taraftan, tuz seviyelerinin ortalaması olarak, Şehirali-90 27 mg ile en düşük, 521 nolu genotip ise 67 mg ile en yüksek kök kuru ağırlığına sahip olmuşlardır. Kök kuru ağırlığı -0.6 MPa'da 21 mg (439) - 44 mg (Şeker); -0.9 MPa'da ise 0 mg (Şehirali-90) - 24 mg (460) arasında değişim göstermiştir (Tablo 5).

Tablo 4. Fasulye Çeşit ve Genotiplerinin 0.0, -0.6 ve -0.9 MPa NaCl Solüsyonlarında İklimlendirme Dolabında (25 ± 0.5 °C) Çıkış Yüzdeleri ve Çıkış Süreleri

| Çeşit/ Gen. no | Çıkış (%) | | | | Çıkış Süresi (gün) | | | |
|-----------------|-----------|--------|--------|----------|--------------------|-------|--------|--------|
| | 0.0 | -0.6 | -0.9 | Ort. | 0.0 | -0.6 | -0.9 | Ort. |
| 460 | 100.0 | 81.7 | 24.2 | 68.6 A | 4.4 | 8.3 | 15.0 | 9.2 AB |
| 521 | 87.5 | 80.8 | 24.2 | 64.2 A | 4.8 | 8.4 | 13.8 | 9.0 AB |
| 421 | 97.5 | 74.2 | 14.2 | 62.0 AB | 4.4 | 7.9 | 14.9 | 9.1 AB |
| 465 | 91.7 | 60.0 | 10.0 | 53.9 ABC | 4.9 | 8.3 | 15.1 | 9.4 AB |
| Yunus-90 | 81.7 | 35.0 | 12.5 | 43.1 BC | 4.5 | 9.3 | 13.5 | 9.1 AB |
| Şeker | 79.2 | 45.8 | 5.0 | 43.3 BC | 5.0 | 8.8 | 14.0 | 9.3 AB |
| Şahin-90 | 65.0 | 30.0 | 10.0 | 35.0 C | 4.3 | 8.3 | 17.0 | 9.9 A |
| Karacaşehir-90 | 80.8 | 90.0 | 9.2 | 60.0 AB | 3.8 | 6.3 | 12.0 | 7.4 D |
| 560 | 100.0 | 74.2 | 7.5 | 60.6 AB | 4.3 | 7.6 | 12.0 | 8.0 CD |
| Şehirali-90 | 79.9 | 28.3 | 0.0 | 36.1 C | 5.5 | 10.2 | - | 7.9 CD |
| 439 | 70.8 | 80.8 | 5.0 | 52.2 ABC | 4.4 | 7.0 | 15.0 | 8.8 BC |
| Ortalama | 84.9 A | 61.9 B | 11.1 C | | 4.6 C | 8.2 B | 14.2 A | |
| AÖF uyg. x gen. | | 29.91 | | | | 1.64 | | |

Tablo 5. Fasulye Çeşit ve Genotiplerinin 0.0, -0.6 ve -0.9 MPa NaCl Solüsyonlarında İklimlendirme Dolabında (25 ± 0.5 °C) Sürgün ve Kök Kuru Ağırlıkları

| Çeşit/ Gen. no | Sürgün Kuru Ağırlığı (mg) | | | | Kök Kuru Ağırlığı (mg) | | | |
|-----------------|---------------------------|-------|------|--------|------------------------|------|------|---------|
| | 0.0 | -0.6 | -0.9 | Ort. | 0.0 | -0.6 | -0.9 | Ort. |
| 460 | 231 | 167 | 60 | 153 A | 80 | 34 | 24 | 46 ABCD |
| 521 | 246 | 152 | 84 | 161 A | 150 | 36 | 16 | 67 A |
| 421 | 272 | 188 | 38 | 166 A | 120 | 39 | 11 | 57 AB |
| 465 | 267 | 153 | 43 | 154 A | 88 | 35 | 19 | 47 ABCD |
| Yunus-90 | 292 | 113 | 27 | 144 A | 123 | 33 | 17 | 58 AB |
| Şeker | 269 | 170 | 54 | 164 A | 98 | 44 | 6 | 49 ABC |
| Şahin-90 | 267 | 86 | 44 | 132 AB | 114 | 34 | 9 | 52 ABC |
| Karacaşehir-90 | 134 | 84 | 56 | 91 B | 65 | 23 | 12 | 33 CD |
| 560 | 206 | 132 | 22 | 120 AB | 101 | 39 | 15 | 52 ABC |
| Şehirali-90 | 188 | 91 | 0 | 93 B | 59 | 23 | 0 | 27 D |
| 439 | 143 | 105 | 19 | 89 B | 80 | 21 | 5 | 35 CD |
| Ortalama | 229 A | 131 B | 41 C | | 98 A | 33 B | 12 C | |
| AÖF uyg. x gen. | | 71.2 | | | | 31.2 | | |

TARTIŞMA

Çimlendirme denemesi, NaCl ortamında test edilen 95 fasulye genotipi arasında çimlenme yeteneği açısından tuzluluğa dayanıklı çeşitlerin ıslahı amacıyla yürütülecek bir çalışmaya temel oluşturabilecek varyasyonun bulunduğunu ortaya koymuştur.

NaCl tuzluluğunun fasulye tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada -1.5, -2.0 ve -2.5 MPa tuz seviyelerinde sadece bir genotipin sırasıyla %98, %40 ve %1 oranında çimlenme gösterebildiği tespit edilmiştir (Goertz ve Coons, 1989). Buna paralel olarak başka bir çalışmada ise çimlenme ortamında tuz miktarının artmasının çimlenme yüzdesini azalttığı, -1.5 MPa NaCl seviyesinde 92 genotipten sadece 4'ünün %50'den fazla çimlenebildiği belirlenmiştir (Güvenç ve Kantar, 1996).

Test edilen genotiplerin -1.5 MPa'da ÇOI ile %çimlenme değerleri arasında pozitif bir ilişkinin bulunması (Şekil 2) çimlenme hızı (ÇOI) ile tuza dayanıklılık arasında fizyolojik ve genetik bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir. ÇOI, genotiplerin çimlenme hızını ifade etmektedir (Esechie, 1994). Fasulyede hızlı çimlenme yeteneği ile tuza dayanıklılık arasında olumlu ve önemli bir ilişkinin bulunduğu saptanmıştır (Güvenç ve Kantar, 1996). Ancak, daha az sayıda genotipin kullanıldığı saksı denemesinde benzer ilişki saptanamamıştır. Yine, korelasyon hesapları tuzlu ortamda hızlı çimlenme ile bin dane ağırlığı arasında direk ilişki ortaya koymamıştır.

Saksı denemesinde -1.5 MPa'da hiçbir genotip çıkış gerçekleştirilememiştir. Çimlendirme denemesinde -1.5 MPa'da yüksek çimlenme oranına sahip 460, 521 ve 421 genotipler saksı denemesinde de -0.6 ve -0.9 MPa'da

yüksek çıkış yüzdesi, sürgün ve kök kuru ağırlığı oluşturmuşlardır (Tablo 4, Tablo 5). Elde edilen sürgün kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı değerleri, Goertz ve Coons (1991)'un bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Sulama suyunun tuzluluk miktarındaki artışa bağlı olarak fasulyede toprak üstü ve toprak altı biomas üretimi düşmektedir (Wagenet vd., 1983; Neumann vd., 1988; Demir ve Demir, 1996). Bu nedenle, tuzlu ortamda kök ve sürgün gelişmesi seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Ashraf, 1994). Baklagil türlerinde sürgün gelişmesinin daha faydalı bir seleksiyon kriteri olduğu bildirilmiştir (Ashraf, 1994). Araştırmamızda -0.6 MPa uygulamasında, kök kuru ağırlığı ile sürgün kuru ağırlığı arasında pozitif bir korelasyonun ($r = 0.75$) bulunduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, fasulyede çalışma kolaylığı açısından sürgün gelişmesi tuzluluğa toleransın kriteri olarak dikkate alınabilir. Ancak, -0.9 MPa'da bu ilişkinin zayıf olması başka parametrelerin de değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Örneğin, tuzlu ortamda gerek çimlenme yüzdesi gerekse çimlenme oran indeksini bakımından yüksek değerler oluşturan 460 nolu genotipin sürgün kuru ağırlığı -0.9 MPa'da kontrole göre %74.0 oranında azalırken, tuzlu ortamda çimlenme değerleri daha düşük olan Karacaşehir-90 çeşidinde bu azalma %58.2 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, genotiplerin tuza dayanıklılıkları hususunda daha sağlıklı kararların verilebilmesi için yaprak alan indeksi kriterinin de kullanılarak tarla şartlarında denemelerin yapılması faydalı olacaktır.

SONUÇ

Sonuç olarak, çimlendirme ve saksı denemelerinde, artan tuzluluk seviyelerine bağlı olarak çimlenme, çıkış yüzdesi, sürgün ve kök ağırlığı azalmış, çıkış süresi

uzamıştır. Ancak, test edilen fasulye genotipleri arasında tuzluluğa tolerans bakımından varyansın bulunduğu saptanmıştır. Araştırma neticesinde diğer çeşit/genotiplere göre yüksek çimlenme, çıkış ve bitki gelişmesi gösteren 460, 521 ve 421 nolu genotiplerin ümitvar olduğu ortaya çıkmış; bu genotiplerde ıslah çalışmaları devam ettirilerek tarla koşullarında da değerlendirilmelerinin gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abbas, M.A., Younis, M.E., Shukry, W.M., 1991. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions. XIV. Effect to salinity on the internal solute concentrations in *Phaseolus vulgaris*. J. Plant Physiol., 138: 722-727.
- Anonim, 1978. Türkiye Arazi Varlığı, Kullanma Sınıflar Sorunlar. T.C. Köyşileri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak Genel Müdürlüğü, Toprak Etütleri ve Haritalama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anonymous., 1996. The Rules: International Rules for Seed Testing: ISTA, Zürih, İsviçre.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 13 (1): 17-42.
- Brignoli, E., Lauteri, M., 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C₃ non-halophytes. Plant Physiol., 95: 635- 638.
- Cachorro, P., Ortiz, A., Cerda, A., 1994. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. Plant and Soil, 159: 205-212.
- Demir, İ., Demir, K., 1996. Farklı tuz konsantrasyonlarının beş değişik fasulye çeşidinde çimlenme, çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri. GAP 1. Sebze Tarımı Sempozyumu, 335-342.
- Elkoca, E., 1997. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de Tuza Dayanıklılık Üzerine Bir Çalışma. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Epstein, E., 1985. Salt tolerant crops: origins, development and prospects of the concept. Plant and Soil, 89: 187-198.
- Esechie, H.A., 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. J. Agron. and Crop Sci., 172: 194-199.
- Goertz, S.H., Coons, J.M., 1989. Germination response of tepary and navy beans to sodium chloride and temperature. Hortscience, 24 (6): 923-925.
- Goertz, S.H., Coons, J.M., 1991. Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence. Hortscience, 26 (3): 246-249.
- Gucci, G., De Caro, A., Ciciretti, L., Leoni, B., 1994. Salinity and seed germination of some vegetable crops. Acta Horticulturae, 26 (3):246-249.
- Güvenç, İ., Kantar, F., 1996. Tuza dayanıklı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Derg., 9 (11): 144-153.
- Kırtok, Y., Veli, S., Tükel, S., Düzenli, S., Kılınç, M., 1994. Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of 3 bread wheats (*Triticum aestivum* L.). Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan, Cilt I, Agronomi Bildirileri, İzmir, 57-61.
- Kocaçalışkan, İ., Kabar, K., 1990. Effects of salinity on polyphenol oxidase during seed germination. Doğa Botanik Derg., 15: 41-49.
- Neumann, P.M., Volkenburgh, E.V., Cleland, R.E., 1988. Stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. Plant Physiol., 88: 233-237.
- Özdemir, S., Engin, M., 1994. Nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin çimlenme ve fide büyümesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. Doğa Tar. ve Orm. Derg., 18: 323-328.
- Pesseraklı, M., 1991. Dry matter yield, nitrogen- 15 absorption, and water uptake by green bean under sodium chloride stress. Crop Sci., 31: 1633-1640.
- Seemann J.R., Critchley, C., 1985. Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. Planta, 164: 151-162.
- Taiz, L., Zeiger, E., 1991. Stress Physiology (Plant Physiology). The Benjamin/Cummings Pub. Co. Inc. California, p. 363.
- Wagenet, R.J., Rodriguez, R.R., Campbell, W.F., Turner, D.L., 1983. Fertilizer and salty water effects on *Phaseolus*. Agron. J., 75: 161-166.