



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEZELYE (*Pisum sativum* L.) TOHUMLARINDA NaCl İLE YAPILAN
OZMOTİK KOŞULLANDIRMA UYGULAMALARININ
TUZA TOLERANS YETENEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Bülent ŞENTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

BURSA – 2009



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEZELYE (*Pisum sativum* L.) TOHUMLARINDA NaCl İLE YAPILAN
OZMOTİK KOŞULLANDIRMA UYGULAMALARININ
TUZA TOLERANS YETENEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Bülent ŞENTÜRK

**Prof.Dr. H. Özkan SİVRİTEPE
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

BURSA - 2009



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEZELYE (*Pisum sativum* L.) TOHUMLARINDA NaCl İLE YAPILAN
OZMOTİK KOŞULLANDIRMA UYGULAMALARININ
TUZA TOLERANS YETENEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Bülent ŞENTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 14 / 12 / 2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. H. Özkan SİVRİTEPE
Danışman

Prof.Dr. Vedat ŞENİZ
Üye

Prof.Dr. Nedime AZKAN
Üye

ÖZET

Dual ve Spring bezelye çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin ilk aşamalarında tuza toleranslarının arttırılması amacıyla, NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının kullanım olanakları araştırılmıştır. Her iki bezelye çeşidine ait tohumlarda 16°C'de, NaCl'ün çeşitli konsantrasyonları (0, 50, 100, 150, 200 ve 300 mM) kullanılarak, farklı sürelerde (1, 2 ve 3 gün) ozmotik koşullandırma uygulamaları yapılmıştır. Normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik parametreleri bakımından kontrol grubu ile farklılık göstermeyen 16°C'de 150 mM NaCl ile 2 günlük uygulamanın, bezelye tohumlarında yapılan ozmotik koşullandırma için uygun bir protokol olduğu tespit edilmiştir.

Ozmotik koşullandırma ve kurutma uygulamalarının tuza toleransın geliştirilmesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan diğer denemede, başlangıçta bezelye tohumları için geliştirilen bu protokol kullanılmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulamalarını takiben, her bir çeşitte tohumların bir kısmı yüzeysel olarak kurutulmuş, diğer kısmı ise orijinal nem kapsamına ulaşıncaya kadar geriye kurutulmuştur. Daha sonra, her iki uygulamaya tabi tutulan tohumlar farklı konsantrasyonlardaki (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) NaCl ile çimlendirme testlerine alınmıştır. Normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi sonuçlarının yanı sıra organlar bazında fide kuru ağırlıkları, tolerans oranı ve tolerans indeksi sonuçları ozmotik koşullandırma uygulamalarının her iki bezelye çeşidinde de tuza toleransın arttırılmasında etkili olduğunu açıkça göstermiştir. Ancak, ozmotik koşullandırma uygulamaları ile kazanılmış olan tuza tolerans yeteneğinin geriye kurutma uygulamaları ile kısmen azaldığı tespit edilmiştir. Tuza tolerans bakımından bezelye çeşitleri arasında önemli bir farklılık olmamasına rağmen, ozmotik koşullandırma uygulaması sonucunda, Dual çeşidinin Spring çeşidine oranla daha fazla tolerans yeteneği kazandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pisum sativum* L., NaCl, ozmotik koşullandırma, kurutma, elektriksel iletkenlik, normal çimlenme, ortalama çimlenme süresi, kuru ağırlık, tolerans oranı, tolerans indeksi.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF OSMOTIC CONDITIONING TREATMENTS WITH NaCl ON IMPROVING SALT TOLERANCE ABILITY IN PEA (*Pisum sativum* L.) SEEDS

Possibilities of using osmotic conditioning treatments with NaCl were investigated to increase salt tolerance of pea seeds (cvs. Dual and Spring) during germination and early seedling growth. Osmotic conditioning treatments in seeds of both pea cultivars were conducted at 16°C by the use of various concentrations (0, 50, 100, 150, 200 and 300 mM) of NaCl for different periods (1, 2 and 3 days). From the point of view of normal germination, mean germination time and electrical conductivity parameters, the osmotic conditioning treatment at 16°C with 150 mM NaCl for 2 days, which did not show any difference compared with control, was determined as the convenient protocol for pea seeds.

In another experiment, which was conducted to determine the effects of osmotic conditioning with NaCl and dehydration treatments on improving salt tolerance, initially the developed osmotic conditioning protocol for pea seeds was used. Following osmotic conditioning treatments, first part of the seeds was surface dried and the other part was dehydrated until the original seed moisture content was reached in each pea cultivar. Then, seeds of both treatments were taken to germination tests with different NaCl concentrations (0, 50, 100, 150 and 200 mM). Beside the results of normal germination and mean germination time, the results of seedling dry weight, tolerance ratio and tolerance index clearly showed that osmotic conditioning treatments affected the increase of salt tolerance in both pea cultivars. However, the acquired salt tolerance ability by osmotic conditioning treatments was partially decreased by dehydration treatments. Although there was no significant difference between pea cultivars in terms of salt tolerance, as a result of osmotic conditioning treatment, cv. Dual gained more tolerance ability compared to cv. Spring.

Key Words: *Pisum sativum* L., NaCl, osmotic conditioning, dehydration, electrical conductivity, normal germination, mean germination time, dry weight, tolerance ratio, tolerance index.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. Tuz Stresi ve Tuzluluğun Bitkilere Olan Etkisi	7
2.2. Bitkilerin Tuzluluğa Karşı Tepki Mekanizmaları	10
2.3. Bitkilerde Tuza Tolerans Yeteneğinin Geliştirilmesi	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM	27
3.1. Materyal	27
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Tohumlarda Nem Kapsamının Belirlenmesi	28
3.2.2. Tohumlarda 1000 Tohum Ağırlığının Belirlenmesi	29
3.2.3. Yüzeysel Sterilizasyon Uygulamaları	30
3.2.4. Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları	30
3.2.5. Kurutma Uygulamaları	32
3.2.6. Elektriksel İletkenlik Testleri	33
3.2.7. Çimlendirme Testleri	33
3.2.8. Ortalama Çimlenme Süresi	34
3.2.9. Fide Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi	34
3.2.10. Tolerans Oranı	35
3.2.11. Tolerans İndeksi	36
3.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi	36
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	37
4.1. Ozmotik Koşullandırma Uygulaması İçin En Uygun Sürenin Belirlenmesi	37

4.2. Ozmotik Koşullandırma Uygulaması İçin En Uygun NaCl Konsantrasyonunun Belirlenmesi	41
4.3. Bezelye Tohumlarında Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri	45
4.3.1. Normal Çimlenme Oranı ve Ortalama Çimlenme Süresi.....	45
4.3.2. Organlar Bazında Fide Kuru Ağırlıkları	49
4.3.3. Tolerans Oranı	59
4.3.4. Tolerans İndeksi	61
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	63
KAYNAKLAR	73
EKLER	88
ÖZGEÇMİŞ	97
TEŞEKKÜR	98

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Dual çeşidi bezelye tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) üzerine etkileri.....	40
Çizelge 4.2. Spring çeşidi bezelye tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) üzerine etkileri.....	41
Çizelge 4.3. Dual ve Spring çeşitlerinin tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve elektriksel iletkenlik (EC) değişimi üzerine etkileri.....	44
Çizelge 4.4. Dual bezelye çeşidine ait tohumlarda farklı ön uygulamaların etkisiyle tuzlu koşullarda gerçekleşen normal çimlenme ve ortalama çimlenme süresi değerleri.....	46
Çizelge 4.5. Spring bezelye çeşidine ait tohumlarda farklı ön uygulamaların etkisiyle tuzlu koşullarda gerçekleşen normal çimlenme ve ortalama çimlenme süresi değerleri.....	48
Çizelge 4.6. Dual çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamalar ve sulama suyu NaCl konsantrasyonlarının farklı organlar ve toplam fide kuru ağırlığı üzerine etkileri.....	53
Çizelge 4.7. Spring çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamalar ve sulama suyu NaCl konsantrasyonlarının farklı organlar ve toplam fide kuru ağırlığı üzerine etkileri.....	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 4.1. Dual çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamaların, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.....	59
Şekil 4.2. Spring çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamaların, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.....	60
Şekil 4.3. Dual ve Spring çeşidi bezelye tohumlarında NaCl ile yapılan ön uygulamaların normal çimlenme oranı bazında belirlenen tolerans indeksi üzerine etkileri.....	62

1. GİRİŞ

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk, tarımsal üretim alanlarında toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkileyen, ürün verimini sınırlandıran en önemli sorunlardan birisidir. Toprak tuzluluğu çoğunlukla yağış miktarı az, yüksek sıcaklık derecelerine sahip olan kurak ve yarı kurak bölgelerde ortaya çıkmakta ve böyle alanlarda ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır (Munns ve Termaat 1986, Umezawa ve ark. 2000).

Tarımsal ya da peyzaj sulama uygulamalarının yanlış yapılması, özellikle doğal drenaj koşullarının kötü olduğu kurak ve yarı kurak yerlerde tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Ekmekçi ve ark. 2005). Toprak ya da sulama suyunda yüksek oranda tuz bulunması; bitkilerin büyüme ve gelişmesini engellediği gibi kullanılabilir tarım alanları ve su kaynaklarının tükenmesine de yol açmaktadır. Dünyada her yıl 10 milyon ha arazinin tuzluluk etkisiyle elden çıkması sorunun boyutunu daha iyi gözler önüne sermektedir (Kwiatowsky 1998).

Toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan miktarın üzerine çıktığında bazı sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Toprakta tuz içeriği arttıkça bitkinin su alımı kısıtlanır. Tuz konsantrasyonu kullanılabilir su potansiyelini 0.5-1.0 bar düşürmeye yetecek kadar yüksek ise bitki strese girer ki, bu da "Tuz Stresi" olarak adlandırılır (Levitt 1980).

Bitkilerde tuz stresi, üretimi etkileyen önemli bir kısıtlayıcı çevresel faktördür. Düşük yağış, yüksek evapotranspirasyon, tuz yatakları, tuzlu sulama suyu ve yanlış yapılan sulamalar tarım alanlarında "Tuzluluk Probleminin" ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ekonomik öneme sahip bitkilerin pek çoğu tuzluluğa karşı duyarlıdır. Bu bitkilerin tuzlu koşullarda yaşamaları oldukça kısıtlıdır ve verimde önemli düşüşlerle karşılaşmaktadır.

Dünyada tarım arazilerinin sınırlı olduğu ve besin ihtiyacının katlanarak arttığı dikkate alınır, mevcut arazilerin daha verimli kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Tarımsal üretim yapılan alanlarda yeterli miktar ve kalitede sulama suyunun sağlanması gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Bazı ülkelerde sulama suyu

kalitesi, su temininden daha önemli bir problem oluşturmaktadır (Parlak ve Parlak 2006).

İyi kalitedeki suyun azlığı, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, ürünlerin sulanmasında tuzlu suyun ($3-6 \text{ dS m}^{-1}$) kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Çevredeki tuzlu topraklar kullanılabilir suyu ve su alımını azaltarak, iyon toksisitesine sebep olmakla birlikte daha fazla tuz iyonlarının alımını sağlamaktadır. Bu da bitkide beslenme bozukluklarına sebep olarak, büyüme ve verimi olumsuz yönde etkilemektedir (Navarro ve ark. 2002).

Sorunlu toprakların iyileştirilmesi, kök bölgesindeki çözünebilir tuzların yıkanıp, bitkiler için zararlı olmayan düzeylere düşürülerek topraktan uzaklaştırılması temeline dayanmaktadır. İşlem, çözünebilir tuz kapsamı, bitkilerin zararlanmayacağı düzeye indiğinde tamamlanır. Türkiye'de tuzluluk için çamur süzüğünde $EC = 4 \text{ dS m}^{-1}$, sodyumluluk için $ESP = 10-15$ olması gerekmektedir (Sönmez ve ark. 1996).

Tuzlulukla ilgili çalışmalardaki ana düşünce, tuzluluğun tüm canlı yaşamına olan etkisinin anlaşılmasını sağlayarak, yaşamın hangi ölçü içinde tuzluluktan etkilenmediğini ortaya koymaktır. Toprak tuzluluğunun artması nedeniyle, yaşamını tarıma bağlamış sayısız uygarlığın yok olduğunu tarih içerisinde anımsarız. Günümüzde en yeni ve çağdaş toprak, su, bitki ve çiftlik işletmeciliği tekniklerine karşın tuzluluk nedeniyle tarım dışı kalmış alanlar oldukça yaygındır (Ekmekçi ve ark. 2005).

Dünyada yetiştiricilik yapılan alanların yaklaşık üçte biri tuzluluktan etkilenmektedir (Kaya ve ark. 2002). Dünya çapında yapılan bir araştırmada tarım arazilerinin %6'sının son 45 yılda tuzlanmadan dolayı kullanılamaz hale geldiği ve bu alanın yaklaşık 77 milyon hektar olduğu belirlenmiştir (Munns 2002).

Ülkemizde il toprak kaynakları envanterine göre, yaklaşık 1.5 milyon hektarda tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmaktadır. Bu, sulamaya uygun arazilerin yaklaşık %32.5'ine eşittir. Drenaj bozukluğu gösteren genellikle kıyı ve İç Anadolu ovalarında özellikle Konya ovasında 2.75 milyon hektarlık bir alanın 1.5 milyon hektarında (yaklaşık %54.5) tuzluluk ve alkalilik sorunu görülmektedir (Taban ve ark. 1999). Çorak araziler Türkiye yüzölçümünün %2'sine, toplam

işlenen tarım arazilerinin %5.48'ine, ekonomik olarak sulanabilen 8.5 milyon hektar arazinin %17'sine eşittir. Toplam çorak alanların yaklaşık %74'ü tuzlu, %25.5'i tuzlu-alkali ve %0.5'i ise alkali topraklardan oluşmaktadır (Sönmez 2004).

Dünya nüfusu her geçen gün hızla artmakta ve küresel çapta gıda ihtiyacı geniş bölgelere yayılmaktadır. Dünya nüfusunun artış hızı düşünüldüğünde, dünya çapındaki gıda üretiminin 2025 yılında %38 ve 2050 yılında %57 oranında artırılmış olması gerekmektedir (Wild 2003). Dünyada tarım arazilerinin sınırlı olduğu ve besin ihtiyacının katlanarak arttığı dikkate alınırsa en azından mevcut arazilerin daha verimli kullanılması gerektiği ortaya çıkar. Gıda üretimi ve tüketimi arasındaki denge ancak tarımsal üretimin artırılması ile sağlanabilecektir. Üretimin artırılması ise tarıma elverişli olmayan şartlarda da üretim yapabilme imkanlarının araştırılmasını gerektirmektedir. Bu yüzden tuzlu toprakların ıslahı veya bitkisel üretim planlamalarının doğru ve ekonomik bir şekilde düzenlenmesi son derece önemlidir (Woods 1996).

Toprakta karbonatlar, sülfatlar, klorürler, nitratlar ve boratlar gibi her çeşit tuza rastlamak mümkündür. Sodyum klorür (NaCl) en fazla rastlanan, çözünürlüğü çok yüksek olmasından dolayı da toksik etkisi en fazla olan tuzdur (Çelik 2009).

Bitkiler tuzlu koşullarda 3 yolla strese girmektedirler (Lauchli 1986, Munns ve Termaat 1986):

- 1) Kök çevresindeki düşük su potansiyeli,
- 2) Toksik etkiye sahip olan iyonlar özellikle Na ve Cl,
- 3) Beslenmede ortaya çıkan dengesizlikler.

Tuzlu topraklarda artan ozmotik potansiyelden dolayı bitkilerin suyu yeteri kadar kullanamaması ya da ortamda aşırı miktarlarda bulunan Na ve Cl'un neden olduğu toksik etkiden dolayı üründe azalma olmaktadır (Levitt 1980, Flowers ve Yeo 1981). Tuz stresinde bitkilerde aşırı miktarda biriken Na, K'un alınımını (Siegel ve ark.1980), Cl ise özellikle NO₃ alınımını engelleyerek (Kirkby ve Knight 1987), bitkilerin iyon dengesinde bozulmalara (Levitt 1980) neden olmaktadır.

Tuzluluk, diğ er abiyotik stres faktörlerinden olan yüksek ve düşük sıcaklık, kuraklık ve mineral element eksikliğinden kaynaklanan stres faktörlerinde oldu ğ u gibi bitkilerde karbon metabolizmasını ve elektron taşınım aktivitesini engellemektedir. Tuz stresi altındaki bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatmakta, böylece CO₂ gazının giriş i engellenmektedir. Bunun sonucu olarak CO₂ fiksasyonu azalmaktadır (Sreenivasulu ve ark. 2000).

Bitkilerin tuzdan etkilenme durumlarının genetik olarak kontrol edilebilen bir özellik oldu ğ u bilinmektedir. Ashraf (1994a)'a göre yüksek oranlarda çözülebilen tuz içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişmesini sürdür ebilme yeteneğ i olarak tanımlanan "Tuza Tolerans", bitkilerde farklı biçimlerde kendini gösterebilmektedir.

Levitt (1980)'in açıkladığı iki farklı mekanizma, daha sonraki yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından da geliştirilerek anlatılmıştır. Buna göre bir bitkide tuzdan sakınım (exclusion) ve tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmalarından birisi iyi gelişmiş ise, bu bitki genotipinin tuza toleransı yüksek olmaktadır. Tuzdan sakınım mekanizmasına sahip olan bitkiler, tuzun alınmasını sınırlama yoluyla toksisiteyi önleme yolunu kullanmaktadırlar. Bu bitkiler tuzu bünyesinden uzak tutarak hücre içindeki tuz konsantrasyonunu sabit olarak koruyabilmektedirler. Tuzu kabullenme mekanizmasına sahip bitkiler ise Na ve Cl iyonlarına doku toleransı göstermektedirler. Bitki Na iyonunu fazlaca aldı ğ ı halde, zararlanma belirtisi göstermiyor veya çok az etkileniyorsa doku toleransından söz edilebilir. Bu tip bitkilerde tuzun hücreler içinde tutuldu ğ u ve tuz bezleri gibi özelleşmiş hücrelerde biriktirildiğ i bilinmektedir. Bu iki tolerans mekanizması esas anlamda kabul ediliyor olsa da, tuza karşı toleransın mekanizması henüz tam olarak açıklanabilmiş değildir (Babourina ve ark. 2000).

Tuz stresi ozmotik, toksik ve beslenme ile ilgili etkilerine ba ğ lı olarak bitkilerde birçok zarara sebep olmaktadır. Ancak bu zarar derecesi, başka bir deyişle bitkinin tuza reaksiyonu; ortamdaki tuzun seviyesine, tuza maruz kalınan süreye, çevre koşullarına (ışık, sıcaklık, toprak vb.) ve özellikle bitkinin tür ve çeşidi ile gelişme dönemine ba ğ lı olarak de ğ işmektedir. Bu nedenle bitkilerin toleransı ya da dayanıksızlığı altında yatan fizyolojik mekanizmanın bilinmesi,

bitkilerin tuza dayanımının artırılması, tuza adaptasyonunda müdahale edilebilecek noktaların ya da seleksiyonunda kullanılabilecek seçici fizyolojik ve biyolojik özelliklerin belirlenmesi bakımından son derece önemlidir (Sivritepe ve Eriş 1996).

Bitkiler karşı karşıya kaldıkları yüksek orandaki tuzluluk açısından iki büyük gruba ayrılırlar. Halofitler topraktaki tuzluluğa alışık olup yaşam döngülerini bu ortamda sürdüren bitkilerdir. Glikofitler ise halofit olmayan bitkiler olarak bilinirler ve tuzlu ortamlara halofitler kadar dayanıklı değildirler. Glikofitler için topraktaki tuz konsantrasyonu eşiği geçildiğinde büyümede duraklama, yaprakta renksizlik ve bitki kuru ağırlığında bir azalma meydana gelir. Aralarında mısır, soğan, limon, portakal, marul ve fasulyenin olduğu bitkiler tuza oldukça yüksek oranda hassas olup, pamuk ve arpa orta dereceli, şeker pancarı ve hurma ise tuzluluğa karşı yüksek oranda direnç gösteren bitkilerdir (Levitt 1980).

Çoğu Akdeniz ülkesinde su kıtlığı ve su kalitesinin bozulması tarımsal gelişimi kısıtlayan en temel faktörlerden biridir. Bu ülkelerde hatırı sayılır bir miktarda düşük kaliteli su bulunmaktadır. Özellikle denizler ile iç içe olmaları sebebiyle bu ülkelerde tuzlu sular yaygındır ve bunların tarım için kullanımı bir zorunluluktur. Bu nedenle tuzlu koşullarda üretim için daha fazla bilgi, yeni teknolojiler ve yeni tekniklerin araştırılması gereklidir (Chartzoulakis ve Loupassaki 1997).

Kültür sebzeleri yetiştiriciliğinin ilk aşaması, tohum ekilmesi ve bunların çimlendirilmesidir. Çimlenme ve fide çıkışı teknik ve ekolojik şartlardan dolayı olumsuz şekilde etkilenmektedir. Tohumların daha hızlı ve uygun bir şekilde çimlenebilmeleri ya da fide çıkışı sağlayabilmeleri için ekim öncesi bazı uygulamalar yapılmaktadır. Ekim öncesi yapılan en önemli uygulamalardan birisi de tohumların ozmotik çözeltilerde tutulmasıdır. Ozmotik koşullandırma (OK) olarak adlandırılan bu tekniğin esası; tohumların ozmotik potansiyeli ayarlanmış sıvılarda yüksek nem kapsamlarına çıkarılarak, uzun bir süre çimlenmeden tutulabilmesine dayanmaktadır (Sivritepe 1999).

"Priming" ya da "osmoconditioning" (ozmotik koşullandırma) olarak bilinen ve ozmotik solüsyonlarla (inorganik tuzlar, şekerler, büyümeyi

düzenleyici maddeler ve polietilen glikol) yapılan uygulama, tohumlarda performansın iyileştirilmesi ile daha hızlı ve eş zamanlı çimlenmeyi sağlayan fizyolojik yöntemlerden biridir. Bu genel amaçlarının dışında NaCl ile yapılan OK uygulamaları hıyarda (Passam ve Kakouriotis 1994, Esmailpour ve ark. 2006, Ghassemi-Golezani ve Esmailpour 2008), şeker pancarında (Shannon ve Grieve 1999), kavunda (Sivritepe ve ark. 1999a, 2003, 2005, 2008, Guzman ve Olave 2006), soğanda (Sivritepe 2000a, Sivritepe ve Sivritepe 2007), domates ve marulda (Perez-Alfocea ve ark. 2002) ve biberde (Çay 2005, Amjad ve ark. 2007) tuza toleransı arttırmak amacıyla çalışmalar yapılmıştır.

Ancak, tuza dayanıklılık açısından doğada familyalar, cinsler, türler ve hatta aynı türe dahil olan çeşitler arasında da geniş bir varyasyon vardır (Maas 1984). Ayrıca tuza dayanıklılık ya da hassasiyet, bitkilerin gelişme dönemlerine bağlı olarak da değişiklik göstermektedir. Önemli olan, OK uygulamalarında her bitki tür ve çeşidi için tohumların canlılığını düşürmeyen ve tuzlu ortamlara adaptasyonu sağlayan uygun NaCl konsantrasyonu ile uygulama sıcaklığı ve süresini belirleyebilmektir (Sivritepe 2000a).

Bu çalışmada, Dual ve Spring çeşitlerine ait bezelye tohumlarında çimlenme ve fide gelişiminin ilk aşamalarında tuza toleransın artırılması amacıyla, NaCl ile yapılan OK uygulamalarının kullanım olanakları araştırılmış ve bezelye tohumları için bir protokol geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitkiler, doğadaki her türlü biyotik ve abiyotik kökenli stres faktörlerine karşı bazı savunma mekanizmaları geliştirmekte, olumsuz koşullara uyum sağlayarak büyüme ve gelişmelerini devam ettirmeye çalışmaktadırlar. Tuzluluk stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerde de genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri tuzluluktan az düzeyde etkilenirken, bazıları ise ölümcül biçimde zarara uğramaktadır. Genetik temellere dayanan bu tip farklı uyum yeteneklerinin yanı sıra herhangi bir bitkinin farklı gelişme dönemleri, tuzun cinsi, konsantrasyonu, uygulama süresi gibi faktörlerin de bitkilerin geliştirdiği savunma mekanizmaları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir.

Bu bölümde bitkilerde tuz stresi, tuzluluğun bitkilere olan olumsuz etkileri, tuzlu koşullarda bitkilerin oluşturduğu tepki mekanizmaları ile tuza tolerans yeteneğinin geliştirilmesine yönelik olarak çok sayıda yerli ve yabancı araştırmacı tarafından yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Tuz Stresi ve Tuzluluğun Bitkilere Olan Etkisi

Tuzun bitkilere ozmotik, toksik ve beslenme ile ilgili etkileri vardır. Ozmotik ve beslenme ile ilgili etkileri tuzun teşvik ettiği sekonder stresler, toksik etkisi ise primer stres olarak tanımlanmaktadır (Hellebust 1976, Levitt 1980, Salisbury ve Roos 1992).

Tuzluluk, bitkilerin bütün metabolizmasında etkili olan önemli bir faktördür. Bitkilerde görülen en önemli tuz zararı büyüme ve gelişmenin engellenmesidir. Tuzun ilave edilmesiyle suyun ozmotik potansiyeli düştüğünden tuz stresi bitkiyi sekonder bir ozmotik strese, başka bir deyişle fizyolojik kuraklık stresine maruz bırakmaktadır. Ayrıca, NaCl alımı diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek bitkilerde beslenme noksanlığına yol açmaktadır. Primer zararlanma ise sekonder zararın tersine tuzun, dışarıdan plazma membranı üzerine ya da membrandan geçtikten sonra protoplazma içine, direk toksik etkilerinden kaynaklanmaktadır (Levitt 1980).

Tuzluluğa bağılı olarak bitkilerde büyümenin azalması, NaCl alımının diğere mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek, beslenme noksanlığına yol açması ile de olmaktadır. Ozmotik stres elimine edilerek, bitkiler tuz stresine maruz bırakıldıklarında yine bir azalma meydana gelmesi ve bu azalmanın K uygulamaları ile iyileştirilmesi, NaCl'ün bitkilerde K noksanlığına yol açtığını düşündürmektedir (Levitt 1980).

Yüksek konsantrasyonlardaki Na ve Cl yapraklarda birikir ve sonuçta yanıklıklara sebep olur. Beslenme eksikliği semptomları genellikle tuzluluktan kaynaklanan yaşlılık semptomlarına benzer. Toprak suyunda Na / Ca oranı yüksek olduğunda kalsiyum eksikliği semptomlarına daha çok rastlanılır (Shannon ve Grieve 1999).

Tuzun bitkilerde yarattığı besin noksanlığı yalnızca K ile sınırlı değildir. K ile N, P, Ca, Fe, Mg, Zn ve NO₃'ün da asma, ayçiçeği, domates, hıyar, elma, fasulye, karnabahar, kavun, lahana, maydanoz ve soğan gibi birçok bitki türünde NaCl uygulamaları ile azaldığı görülmüştür (Khanouja ve ark. 1980, El-Hadim ve ark. 1983, Rajasekaran ve Shanmugavelu 1983, Bhivare ve Nimbalkar 1984, Nukaya ve ark. 1984, Al-Saidi ve ark. 1985, Shimose ve Hayashi 1985, Sourial ve ark. 1985, Cramer ve Spurr 1986, Morishita ve ark. 1986, Jones ve ark. 1989, Yadav ve Tomar 1990).

Tuzluluk, bitkilerin büyüme ve gelişimleri esnasında meydana gelen birçok fizyolojik olayda değişimlere sebep olabilir. Tuzun köklerle alınımı ve iletimi gibi süreçlerde, metabolik ve fizyolojik olaylar hücresel düzeyde gerçekleşmektedir. Bitki bünyesinde bulunan iyon yapılarının değişmesiyle hücresel geçirgenlik, hücre bölünmesi ve enzimatik faaliyetlerde değişiklikler gözlemlenebilir (Mayer ve Poljakoff-Mayber 1989, Silva ve ark. 2001).

Tuzluluk ya da sulama suyunun tuz yönünden sorunlu olması birçok olumsuz etkiyi de beraberinde getirir. Bu olumsuz etkiler: enzim aktivasyon bozukluğu, besin dengesizliği, membran fonksiyonunun bozulması, genel metabolik süreçte aksamalar, ozmotik uyumsuzluk ve su alımında dengesizlik, oksidatif stres ve genel gelişim yetersizliği, kinetik enzimlerin deaktivasyonu, klorofil ve fotosentez yoğunluğunda azalma, stoma hareketlerinin aksaması, iyon ve metabolit miktarının değişmesi olarak sıralanabilir. Ayrıca tuz iyonları

besin maddeleri ile rekabete girerek membranın iyon seçimini dolayısıyla da bitki büyüme ve gelişimini olumsuz etkilemektedir (Meena ve ark. 2003, Yakıt 2006).

Tuzlu koşullar altında azalan bitki büyümesi çeşitli faktörlerin etkisi altında bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi ortamdaki düşük su potansiyelinin teşvik ettiği fizyolojik kuraklıktır. Bitkilerdeki düşük su potansiyeli ile düşük oransal turgor basıncı ve hücrelerde iyon konsantrasyonunun artması sonucunda bitkilerde meydana gelen çeşitli ozmotik değişimler stresin en önemli nedenidir (Levitt 1980, Parida ve Das 2005).

Tuz zararı bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonuna ya da tuza maruz kalınan süreye göre de değişir. Asmada (Sivritepe 1995, Sivritepe ve Eriş 1999) ve kavunda (del Amor ve ark. 2000) yapılan çalışmalarda artan NaCl konsantrasyonları ve uygulama periyotlarına bağlı olarak tuz zararı şiddetinin arttığı gösterilmiştir.

Tuz stresinin genel karakteristiği yüksek konsantrasyonlardaki çözünebilir tuzlardır. Bunlar ozmotik potansiyeli arttırarak, tuzlu ortamlardaki bitkilerin daha kolay su stresine girmesine sebep olurlar. Diğer taraftan Na ve Cl iyonlarının konsantrasyonunun fazla olması, sadece bitkideki iyon yönetimi dengesizliği değil, bunun yanında iyon toksisitesine de sebep olur (Wahome ve ark. 2001, Parida ve Das 2005).

Yüksek tuz konsantrasyonu bitki hormonlarından ABA ve sitokininin artmasına sebep olmaktadır. ABA ise tuz stresinde, genlerin değişimine neden olmaktadır (Parida ve Das 2005).

Villora ve ark. (1997), iyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı geçirgenliği bozulmasının bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını önlediğini, bunun da fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olacağını ileri sürmektedirler.

Çözünebilir tuzlar bitkiler tarafından kolayca alınabilmektedirler. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri, çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca bitkiye zararlı olmakta, bitkide besin noksanlığına veya metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etkiye neden olmaktadır. Ayrıca tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin su alımı güçleşmekte, metabolizmanın

yapısı bozularak bitki gelişimi yavaşlamakta, hatta durmaktadır (Ashraf ve ark. 2001, Kaya ve ark. 2005).

Munns ve Termaat (1986)'a göre tuzlu koşullarda sodyumun yanı sıra en fazla miktarda bulunan iyon olan klor tüm bitkiler için yaşamsal öneme sahip bir element olduğu halde, sodyum iyonu sadece halofit bitkiler ve bazı C4 bitkileri için (Salisbury ve Roos 1992) önemli bir element olarak değer taşımaktadır. Tuz stresine neden olacak tuzluluk konsantrasyonlarında, bitkilerin ihtiyaç duydukları miktarın çok üzerinde sodyum ve klor iyonu bulunmaktadır.

Tuzluluk stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerde genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri tuzluluktan az düzeyde etkilenirken, bazıları ise ölümcül biçimde zarara uğramaktadır. Tuz stresi toleransa bağlı olarak büyümeyi engellemekte, kloroz ve nekrotik lekelerin oluşmasına yol açmakta, verim ve kaliteyi azaltarak ani bitki ölümlerine neden olabilmektedir (Hasegawa ve ark. 1986).

Tuz büyümenin engellenmesi yanında, özellikle yapraklarda bazı nekrozların meydana gelmesine sebep olarak da bitkilere zarar vermektedir. Tuzun gözle görülebilir ilk semptomları bu tip nekrozlardır. Sivritepe (1995), asmalarda tuzun yapraklarda nekrozlara ve dökülmelere neden olduğunu ve artan konsantrasyonlara bağlı olarak tuzun bu zararlı etkilerinin şiddetlendiğini tespit etmiştir.

Zhu (2001), tuzluluğun stomaların kapanması dolayısıyla transpirasyonun ve kloroplastlara net CO₂ difüzyonunun azalmasına yol açarak fotosentezin olumsuz şekilde etkilendiğini rapor etmiştir. Bu durumun da beraberinde oksidatif zararlanmayı getirdiğini belirtmiştir.

2.2. Bitkilerin Tuzluluğa Karşı Tepki Mekanizmaları

Bitkiler Na tuz stresine karşı genel olarak aşağıda açıklanan 4 farklı mekanizmayla tepki vermektedirler:

Na pompaları (dışarı verme): Buna göre bir bitkide tuzdan sakınım (exclusion) mekanizmasına sahip olan bitkiler, tuzun alınmasını sınırlayarak toksisiteyi önleme yolunu kullanmaktadırlar. Bu bitkiler tuzu bünyesinden uzak

tutarak hücre içindeki tuz konsantrasyonunu sabit olarak koruyabilmektedirler (Levitt 1980, Marschner 1995). Bitkiler kendileri için, stres oluşturabilecek düzeyde tuzlulukla karşılaştığında kök hücrelerindeki Na pompaları ile fazla Na'u ortama geri verebilmektedirler. Böylece sitoplazmadaki Na konsantrasyonu tolere edilebilir seviyelerde tutulmaya çalışılmaktadır. Bu durum, tuza toleranslı bitki hücresinin Na'u sitoplazmadan vakuollere aktarma yeteneğine de bağlıdır. Bu aktif Na salgılanması hücrenin turgoritesini yükseltir ve aynı zamanda sitoplazmayı aşırı derecede yüksek Na konsantrasyonlarına karşı korur (Hasegawa ve ark. 2000).

Vakuollerde biriktirme: Tuzu kabullenme (inclusion) mekanizmasına sahip bitkiler ise Na ve Cl iyonlarına doku toleransı göstermektedirler. Bitki Na iyonunu fazlaca aldığı halde, zararlanma belirtisi göstermiyor veya çok az etkileniyorsa doku toleransından söz edilebilir. Bu tip bitkilerde tuzun hücreler içinde tutulduğu ve tuz bezleri gibi özelleşmiş hücrelerde biriktirildiği bilinmektedir. Sodyumun vakuollerde birikiminden sorumlu bir genin domates bitkisine aktarılmasıyla elde edilen transgenik bitkiler meyve olgulaşınca kadar yetiştirilmiş, tuzun özellikle yaşlı yapraklarda vakuollerde biriktiği, meyvede ise çok düşük düzeyde kaldığı belirlenmiştir (Zhang ve ark. 2001).

Hızlı büyüme: Tuzdan sakınımın diğer bir yolu ise bitkinin hızlı büyüme göstererek birim hacimde alınan tuzun bünyede seyreltilmesine dayanmaktadır. Hızlı büyüyen bitki tür ve çeşitleri, aynı koşullarda yetiştirildiğinde, daha yavaş büyüyen çeşitlerden tuz stresine karşı daha avantajlı olmaktadır. Hızlı büyüme sonucunda yapraklarda seyrelen tuz miktarı tolere edilebilir düzeyde kalmaktadır.

Hücre zarı geçirgenliği: Bazı bitkiler ise hücre zarından K ve Na iyonlarının geçişlerini engelleyerek kendilerini tuz stresine karşı koruyabilmektedir. Tuza toleranslı olan bitkilerin tuzdan sakınımının ilk yeri kökler olup, yüksek tuz konsantrasyonunda bitki ya tuzları içeri almamakta ya da bünyesine giren tuzu, enerji kullanarak dışarı pompalayıp kurtulmaktadır (Murata ve ark. 1994, Sivritepe 1995).

Huang ve Redmann (1995)'in bildirdiğine göre; bitkide Ca konsantrasyonunun yükselmesi, iyon geçişinin daha kontrollü olmasını, tuzlu

koşullarda sodyum alımını azaltarak bitkinin bu stresten daha az etkilenmesini sağlamaktadır.

Bitkilerin normal gelişmeleri için çevrelerinde sürekli olarak, gelişmelerini engellemeyecek düzeyde suyun bulunması gerekmektedir. Kök bölgesinde suyun azalması ile bitkilerin su kullanımlarında da azalma görülmektedir. Tuzluluk ortamda bulunan suyu bitkinin kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan birisidir. Kök bölgesi çözelti ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarı da artar ve sonuçta tuzluluk arttıkça bitkinin su kullanımı azalır. Bitkinin su kullanımının zorlaşması ve su kullanımının azalması, bitki verimi ve kalitesini azaltıcı etkide bulunur (Stoddard ve ark. 2006).

Marschner (1995)'a göre, bir bitkinin tuza dayanım gösterebilmesi için ozmotik uyum mekanizmalarından bir veya birkaçı olması gerekmektedir. Tuz stresi ile karşılaşan bitkilerde; dışarıdan tuz iyonlarının bünyeye alınması veya bünye tarafından çözünebilir organik maddelerin sentezlenmesi ve bunların hücre içinde biriktirilmesi yoluyla ozmotik uyum sağlanabilmektedir.

Tarımı yapılan kültür bitkilerinin tümü, tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermezler. Bazı bitkiler tuzluluğa karşı daha hassas iken, bazı bitkiler daha toleranslıdır. Toleranslı bitkiler, tuzlu topraklarda su gereksinimlerini karşılamak amacıyla ozmotik etkiye karşı daha fazla güç geliştirebilen bitkilerdir (Ekmekçi ve ark. 2005).

Levitt (1980)'e göre bitkiler tuza karşı tepkileri açısından, yüksek tuz konsantrasyonunda yetişen "Halofitler" ve tuzlu ortamlara karşı duyarlı olan "Glikofitler" olarak iki kısımda incelenmektedir. Halofit bitkiler, tuzlu koşullar altında çevreye uyum sağlayarak kendilerine zarar vermeyecek şekilde gerekli iyonları alır, yapraklarındaki ozmotik potansiyeli dengeler ve metabolik olayları yerine getirerek gelişmelerini sürdürürler. Glikofit bitkiler ise tuzlu koşullara karşı daha duyarlıdır ve zarar görebilirler.

Bitkiler tuza tolerans yeteneklerine göre hassas, orta derecede hassas, orta derecede toleranslı ve toleranslı olarak dörde ayrılmaktadır. Maas (1990)'ın yaptığı sınıflandırmaya göre; bezelye, fasulye, havuç, soğan hassas; şalgam, turp, salata, biber, mısır, lahana, kereviz, hıyar, domates, brokoli ve kabak orta

derecede hassas; soya fasulyesi, enginar ve pancar orta derecede toleranslı; kuşkonmaz ise toleranslı gruba girmektedir (Ek 1).

Tuza tolerans yeteneğinin tam olarak ölçülebilmesinin mümkün olmaması nedeniyle verim dışındaki bazı parametrelerin de incelenmesi oldukça önemlidir. Bunlar; çimlenme esnasındaki tolerans, sürgünlerin kuru ağırlığı, köklerin kuru ağırlığı, sürgün sayısı, yapraktaki zararlanmalara tolerans, çiçeklenme zamanı, tohum ve meyve oluşumu, yaprak alanı ve tuz stresi altındaki bitkinin gelişimi olarak sayılabilir (Shannon ve Grieve 1999).

Tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde, üründeki azalışa neden olarak topraktaki artan ozmotik potansiyelden dolayı bitkinin suyu yeterince kullanamaması veya tuzlu topraklarda aşırı miktarda bulunan sodyum (Na) ve klor (Cl) gibi iyonların neden olduğu toksik etki ve iyon dengesindeki bozulmalar gösterilmektedir (Taban ve ark. 1999).

Tuz stresine maruz kalan bitkilerde kök, gövde ve sürgün büyümesi ile meyve ağırlığı ve dolayısıyla, verimin azaldığı; meyvede tat, aroma ve renklenmenin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir (Abbas ve ark.1991, Franco ve ark.1993, Sivritepe 1995, Shannon ve Grieve 1999).

Neuman ve ark. (1988), fasulye fidelerinin düşük düzeylerde (50 ve 100 mM) tuzluluğa maruz bırakıldığında, üç günlük süre içerisinde ışıklı koşullarda primer yapraklarda hücre genişlemesinin azaldığını bildirmekte ve bunu hücre büyüme parametrelerinden hücre duvarı büyümesi ve turgora bağlamaktadırlar. Tuzluluk 72 saat sonra hücre büyümesinde herhangi bir olumsuz etki meydana getirmemiş, kontrol bitkilerinde oransal olarak küçük artışlar görülmüştür. Diğer yandan 50 mM NaCl 24 saat içinde toplam yaprak turgorunu önemli ölçüde azaltmış, yaprak ozmotik potansiyelinde adaptif azalmaya paralel olarak ksilem basıncı, yapraktaki apoplastik madde potansiyelini düşürmüştü ve bu düşüş de sonuçta yaprağın su potansiyelini düşürmüştür. Bu bulgularla, fasulye fidelerinde orta tuzluluk seviyelerinde başlangıçta yaprak büyüme oranının, hücre duvarı büyümesindeki azalmadan çok turgordaki düşüşten kaynaklandığı ve uzun dönem tuzluluk koşullarında (10 gün) turgordaki azalmaya ters olarak hücre duvarı büyümesinin sağlandığını ifade etmişlerdir.

Mer ve ark. (2000), tuzun toksik etkisinin ilk önce yaşlı yapraklarda görülmeye başladığını ve toksisitenin bu yaprakların uçlarından başlayıp yaprak ayasına ve sapına doğru ilerleyen kloroz şeklinde kendini gösterdiğini, daha sonra bu kısımlarda nekroz oluştuğunu belirtmektedir. Tuzlu koşullarda büyüyen bitkilerin büyüme hızı düşük olup bodur bir yapı sergilemektedirler, yaprakları ise çoğunlukla küçük ve rengi de koyu yeşildir. Tuz stresinde hücre büyümesi ve bölünmesinde yavaşlamanın, sitokin miktarının azalması sonucu ortaya çıktığı ileri sürülmektedir.

Serada 0-190 mM arasındaki NaCl konsantrasyonlarında yetiştirilen hıyar (*Cucumis sativus* L., hybrid Pepinex)'da NaCl'ün bitkide gaz değişimi, su ilişkisi, iyon miktarı ve yaprak büyümesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Yüksek tuz miktarları (25, 50,120 ve 190 mM) stomaların kapanmasına sebep olarak, fotosentez oranında %22 azalmaya, yaprak su potansiyelinde ve turgor potansiyelinde artan tuzlulukla birlikte %49 düşüşe, yaprak alanında %80 azalmaya sebep olmuştur. Sonuçlar tuzluluğun hıyar bitkilerinde fotosentezi ve fotosentez yapan yaprak alanını azalttığını göstermektedir (Chartzoulakis 1994a).

Scardaci ve ark. (2002) toprak ve su tuzluluğunun pirinç (*Oryza sativa* L.) verimine etkisini araştırmışlardır. Pek çok su kaynağının EC'si 0.7 dS m^{-1} 'nin altındadır. Bazı drenaj sularının EC'si 0.7 ve 1.7 dS m^{-1} arasındadır ve bu tuzluluk problemi oluşturabilir. Tuzluluğun artmasıyla pirinç verimi azalma göstermiştir. Yine sulama suyu EC'sinin artmasıyla tohum yoğunluğu ve biyokütle değerleri de azalma göstermiştir.

Leanda çeşidi patlıcanlarda (*Solanum melongena* L.) tuz konsantrasyonunu 2.1 dS m^{-1} 'den 4.7 dS m^{-1} 'ye çıkartmak için $K/(K + Ca + Mg)$ veya NaCl kullanılmıştır. Bitkide NaCl'ün büyüme, ürün, meyve kalitesi ve mineral madde bileşimine olan etkileri araştırılmıştır. Tuz uygulamalarından vejetatif büyüme ve çiçek miktarı etkilenmemiştir. Taze meyve verimi önemli derecede bütün tuz uygulamalarında azalmıştır. Tuz uygulamalarından ortalama meyve ağırlığı etkilenirken, meyve sayısı etkilenmemiş ve 1. sınıf patlıcanlarda meyve özellikleri 4.7 dS m^{-1} 'de önemli derecede azalmıştır. Elektriksel iletkenlik besin maddeleri ilavesi ile 4.7 dS m^{-1} 'ye çıkarıldığında

bitkide besin maddesi alımı görülmemiştir (köklerde P, yaşlı yapraklara petiyollerindeki P ve N alımındaki artış hariç). Bunun aksine ekstra besin maddeleri ile tuzluluk arttırıldığında Mg ve NO₃ - N bitkinin bazı bölümlerinde azalmıştır. Bütün tuz uygulamaları yapraklardaki Mg konsantrasyonunu aynı derecede azaltmıştır (Savvas ve Lenz 2000).

Kalıtım özelliklerine bağlı olarak tuz stresi altındaki bitkilerde; bitki yaş ve kuru ağırlığının azalması, yaprak alanı, yaprak su ve ozmotik basınç, gaz değişim parametreleri, stoma yoğunluğu, yaprak klorofil ve Na kapasitesinin belirlenmesi için domates (*Lycopersicon esculentum* L.) çeşitlerinden Daniela ve Moneymaker'da besin çözeltisi ile birlikte 0, 35 ve 70 mM NaCl ile sulama yapılmıştır. 35 mM NaCl' deki tuzlulukta bitki kuru ağırlığı, bitki boyu ve yaprak sayısı azalmıştır. Yapraklardaki ozmotik basınç tuzluluktan dolayı azalmış; fakat kontrol bitkileri ile kıyaslandığında yaprak turgor basıncının önemli derecede yükseldiği görülmüştür. Sulama suyundaki tuzun arttırılması morfolojik (yaprak alanı ve stoma yoğunluğunda azalma) ve fizyolojik (stoma hareketleri, transpirasyon ve CO₂ asimilasyonunda) değişikliklere sebep olmuştur (Romero-Aranda ve ark. 2001).

Lechno ve ark. (1997)'na göre hıyarda (*Cucumis sativus* L.) yapılan bir çalışmada 100 mM NaCl uygulanmasından 4 gün sonra bitkilerde büyüme durmuş, hücrelerin membran geçirgenliği bozulmuş ve yeşil aksam ağırlığında azalma görülmüştür.

Domateslerde tuzluluğun meyve ağırlığı üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, EC değeri 5-6 dS m⁻¹ olarak ölçülen sulama sularının etkisiyle %10 oranında azalmanın olduğu belirlenmiştir. EC değeri 8 dS m⁻¹ olan sularla sulama yapıldığında ağırlık kaybının %30 ve daha yüksek EC değerlerindeki sularda ise ağırlık kaybı oranlarının %40 ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Gonzalez-Fernandez ve Cuartero 1993).

Uzun süre tuzlu sulama suyundan etkilenen topraklar ve bu topraklarda yetiştirilen biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinin verdiği tepkiler araştırılmıştır. Büyüme devresindeki bitkilere üç farklı sulama uygulaması yapılmıştır. Bitkilerde ürün, gaz değişimi, su ilişkileri ve çözünebilir madde birikimi ölçülmüştür. Tuz uygulanmayan kontrol (EC = 0.5 dS m⁻¹) ve ticari deniz

tuzunun iki konsantrasyonu ($EC = 4.4$ ve 8.5 dS m^{-1}) uygulanmıştır. $EC = 4.4 \text{ dS m}^{-1}$ sulama suyuyla sulama yapılan bitkilerde bitki kuru ağırlığında (yapraklar ve gövde) %46, üründe %25 azalma olmuştur. Sulama suyundaki elektriksel iletkenlik 8.5 dS m^{-1} 'ye çıkarıldığında bitki kuru ağırlığında %34, üründe %58 azalma görülmüştür. Yaprak ve kök hücrelerinin turgoru ve CO_2 asimilasyon oranı tuz stresi altındaki bitkilerin yapraklarında azalmış, bununla birlikte yaprak alanı ve kuru madde birikimi de azalmıştır. Yüksek Na ve Cl konsantrasyonlu sulama suyu yapraklarda ve meyvelerde K oranını önemli düzeyde değiştirmemiştir. Aksine kuraklık stresindeki bitkilerin yaprakları sulama yapılan kontrol bitkilerine göre daha yüksek konsantrasyonda K içermektedir. Sonuçlar göstermektedir ki Na ve K kuraklık ve tuz stresi altındaki turgor hücrelerinde benzer rol oynamaktadır (De Pascale ve ark. 2003).

Yurtseven ve ark. (1996) biberde çimlenme ve fide oluşumu dönemleri ile sonraki bitki gelişme dönemlerindeki sulama suyu tuzluluklarının bazı verim parametreleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Biberde çimlenme üzerine 3 dS m^{-1} 'lik tuzluluk düzeyi önemli bir etki oluşturmamıştır. Fide oluşumu üzerine ise fide boyunun artmasına neden olacak şekilde etki etmiştir. Yine çimlenme ve fide oluşumu dönemlerindeki tuzluluklar, sonraki bitki gelişmesi üzerine de herhangi bir etki yapmamıştır. Sonraki bitki gelişme döneminde göz önüne alınan sulama suyu tuzluluk düzeyleri ise bitki verimini azaltıcı etkide bulunmuşlardır. Tuzluluğun 0.25 dS m^{-1} düzeyinden 6 dS m^{-1} düzeyine artması ile verimde azalma %61'e ulaşmıştır.

De Pascale ve Barbieri (1995), marul (*Lactuca sativa* L.), şikori (*Cichorium endivia* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Mili.) de yapmış oldukları 2.0 dS m^{-1} ile 6.0 dS m^{-1} arasındaki NaCl uygulamalarında pazarlanabilir üründe; şikoride %60, rezenede %15 azalma saptanırken, marul daha toleranslı bulunmuştur. Fakat marulda kalitede azalma ve nekrotik semptomlarda artış görülmüştür. Rezenede 1.8 dS m^{-1} , marulda 2.7 dS m^{-1} tuz eşik değeri olarak kaydedilmiştir. Eğimleri 5.8 dS m^{-1} (marul) ve 15.7 dS m^{-1} (şikori) arasında değişmektedir.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000), bitki türlerinin hatta aynı tür içerisinde genotiplerin, tuzluluk stresine karşı tepkilerinin farklı olabildiğini belirtmişlerdir.

Araştırmacıların biberde yapmış oldukları bir çalışmada, tohumları, petri kaplarında, farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM NaCl) çimlendirmişler, çimlenen bitkileri torf ortamına alarak 17 gün normal çeşme suyuyla sulayarak büyütmüşler, daha sonra bu bitkileri 1:3 oranında kum ve perlit karışımı ortamına aktararak bitki gelişimini incelemişlerdir. Deneme sonunda, 50 mM tuz uygulamasının çimlenmeyi geciktirdiği fakat çimlenme yüzdesine bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, 100 ve 150 mM tuz uygulamalarının hem çimlenmeyi hem de fide gelişimini olumsuz etkilediği ve 150 mM NaCl konsantrasyonundaki bitkilerde meyve sayısı ve ağırlığında belirgin azalmaların olduğunu bildirmişlerdir.

Yurtseven ve Baran (2000), değişik tuzluluktaki sulama sularının, farklı miktarlarda uygulanması halinde, brokolinin verim ve kalitesinde oluşan değişimleri incelemişlerdir. Yapılan sera denemelerinde, 5 tuzluluk (EC=0.25 kontrol, 1, 3, 6 ve 9 dS m⁻¹) ve 3 su miktarı (ihtiyaç duyulan suyun %80, %100, %120'sinin uygulanması) konusu faktöriyel düzende, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak ele alınmıştır. Bitki verimi olarak yaş ve kuru ağırlık değerleri incelenirken, bitki mineral madde içeriği için toplam kül analizi yapılmıştır. Bitki verimi üzerine sulama suyu tuzlulukları ile sulama suyu miktarının her ikisi de etkili olurken, kuru madde ve toplam kül değerleri üzerine sadece tuzluluklar etkili olmuştur. Verimde 6 dS m⁻¹ düzeyinden itibaren önemli azalmalar oluşmuş, sulama suyu miktarındaki artış ise verimi arttırmıştır. Tuzluluğun artması bitki kuru madde miktarlarının azalmasına neden olurken, toplam kül içeriklerini arttırmıştır.

Güngör ve ark. (1993) sulama suyu tuzluluğunun soya kimyasal bileşimi üzerine etkisi isimli çalışmada 0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS m⁻¹ tuz içerikli sularda deneme yapmışlardır. Sulama suyu tuzluluğu ile soya verimi arasındaki ilişki incelendiğinde verimi etkileyen en önemli faktörün sulama suyu tuzluluğu olduğu görülmüştür. Sulama suyu tuzluluğunun artması ile toprak çözeltisi tuz konsantrasyonu artmakta ve çözelti ozmotik basıncı yükseldiğinden bitki kökleri suyu almakta zorluk çekmekte ve fizyolojik kuraklık etkisi altında kalmaktadır. Sulama suyu tuz konsantrasyonunun artması ile toprak çözeltisi konsantrasyonu da artmaktadır. Bitki bünyesine alınan toprak suyu ile bitki

vejetatif aksamında tuzlar biriktirilmekte bu da kaliteyi etkilemektedir. Çözeltide bulunan bazı unsurlar ortamda bulunan diğer öğelerin alımını da etkilemektedir.

Wolf ve ark. (1991)'na göre; tuzu iyi tolere eden türlerde Na ve Cl iyonlarının yeşil aksamın çeşitli organlarında ve dokularındaki dağılımı önemlidir. Tuz stresine neden olan Na ve Cl iyonlarının daha çok yaşlı yapraklarda tutulması ve genç yapraklara iletiminde kısıtlamalara sahip olmaları, tuza toleranslı bitkilerin en bilinen özelliklerindedir. Bu bitkilerde genç yapraklarda, yaşlı yapraklara oranla daha fazla potasyum, ancak daha az sodyum elementinin bulunması, potasyumun floemle taşınımının sodyum elementine göre daha ileri düzeyde olmasına bağlıdır.

Yüksek Na konsantrasyonu fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) gibi duyarlı bitkilerde kloroplastların deformasyonuna yol açarlar, buna karşılık pancar (*Beta vulgaris* L.) ve arpada (*Hordeum sativum* L.) bu deformasyonlar gözlenmemiştir. Daha çok tuza karşı toleranslı soya fasulye çeşidinin kökün alt kısmında Na'u ksilemden tekrar absorbe ettiği, böylece Na'un bitkinin toprak üstü aksamına taşınmasının önemli ölçüde azalmış olduğunu bildirmektedir. Tuza duyarlı fasulye çeşidi ksilemden Na'u yeniden absorbe etme yeteneğine sahip değildir (Wieneke ve Lauchli 1980, Al-Karaki 2000a).

Bitkilerin tuzlu koşullarda almış oldukları sodyum, potasyum ve kalsiyum miktarları bitkilerin K / Na ve Ca / Na oranlarına etki yapmaktadır. Bitkilerdeki K / Na ve Ca / Na oranlarının yüksek olması tuza toleransı arttırmaktadır. K / Na oranının yüksek olması bitkinin sodyum yerine potasyumu tercih ettiğini ortaya koymaktadır. Sonuçta bitkilerin sodyum alımından uzaklaşıp yüksek miktarda potasyum seçiciliği yaptığı ve bunun da tuza karşı dayanımı arttırdığı bildirilmektedir (Al-Karaki 2000b).

Tuzun önemli ozmotik etkilerinden bir tanesi de kök büyümesini sınırlandırmasıdır. Yapılan bir araştırmada, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak üzüm çeşitlerindeki kök gelişimi engellenmiş, Müşküle ve Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşitlerinde sırasıyla %64 ve %67 olan azalmalar Çavuş üzüm çeşidinde %25 olarak tespit edilmiştir (Sivritepe 1995).

Tuzluluğun bütün etkileri negatif değildir; tuzluluğun ürün üzerinde, kalite ve hastalıklara dirençte, olumlu etkileri de vardır. Ispanakta düşükten orta

dereceye kadar olan tuzlulukta üründe artış olmaktadır. Havuçta şeker oranı artmakta, patatesten tuzluluk arttıkça nişasta oranı azalmaktadır. Düşük tuzlulukta lahanada başları daha sıkı olmakta, tuz yoğunluğu arttırıldıkça kerevizin sıkılaştıran etli yaprakları sayesinde tuzun olumsuz etkilerinden korunduğu ve iç kararmasına karşı daha toleranslı olduğu rapor edilmiştir (Shannon ve Grieve 1999).

Tuz stresi bitkilerde bazı mikro besin elementlerinin alınımını olumlu yönde etkilemektedir. Fe, Mn, Zn, ve Cu alınımı tuz stresi altındaki bitkilerde genellikle artmaktadır. Fasulye bitkisinde NaCl'ün etkisiyle besin elementlerinden Cl ve Mn köklerde, Cl, Fe ve Mn yapraklarda, Cl ve Fe meyvelerde yüksek miktarlarda bulunmuştur (Villora ve ark. 2000).

Scialabba ve Melati (1990), turp (*Raphanus sativus* L.) tohumlarına uygulanan 18 dS m⁻¹ NaCl konsantrasyonunun turp fidelerinin büyümesini, olgunlaşmasını ve ksilem farklılaşmasını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Kabak bitkileri (*Cucurbita pepo* var. *moschata*) sera ortamında NaCl'ün (0, 20, 40 ve 80 mM) farklı miktarları verilerek saksılarda yetiştirilmiştir. Cl, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarına verdikleri cevaplar NaCl'ün miktarına bağlı olarak artmıştır. 0 mM NaCl uygulamasında yapraklarda Cu konsantrasyonu en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Meyvelerde, Cl konsantrasyonu, toplam Fe ve taşınabilir Mn miktarı NaCl'ün yüksek konsantrasyonlarında artış göstermiştir. Meyve verimi sadece 80 mM NaCl konsantrasyonunda artmışken meyvede uzunluk ve yaş ağırlık NaCl'ün artan konsantrasyonlarına bağlı olarak artma eğilimi göstermiş, meyve kuru ağırlığının 80 mM NaCl konsantrasyonunda en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır (Villora ve ark. 2000).

Cuartero ve Fernandez-Munoz (1999), domates bitkisinin gelişimi ve meyve verimi üzerine tuzluluğun zararlı etkilerini hafifletmek ve tuza toleranslı domates yetiştirmek için yaptıkları çalışmada, tuzluluğun domateste çimlenmeyi ve çimlenme için gereken süreyi önemli derecede azalttığını belirtmektedir. Düşük NaCl konsantrasyonlarında domates tohumunun çimlenmesinin azaldığını ve 190 mM'da ise çimlenme oranında önemli bir düşüş olduğunu belirtmişlerdir.

2.3. Bitkilerde Tuza Tolerans Yeteneğinin Geliştirilmesi

Tuzlu koşullar büyüme ve hayatta kalmayı çoğu glikofitte olumsuz yönde etkilemektedir. Bulgular göstermektedir ki; bitkinin büyümesinde yüksek konsantrasyondaki tuzun zararlı etkileri olmakta hatta daha da yüksek konsantrasyonlardaki tuz büyümekte olan bitkiyi öldürmektedir. Birçok araştırmacı yüksek tuz konsantrasyonunun çimlenme ve fide gelişimini geciktirdiğini bildirmiştir. Bunun yanında bitki türleri tuza toleransta ve duyarlılıkta farklılıklar göstermektedirler. Bitkilerdeki tolerans ve sakınım mekanizması birçok farklı tuz çeşidine hemen hemen benzer tepkiler vermektedir. Ancak bitkilerde farklı büyüme evrelerinde organlar, dokular ve hücreler tuza toleransta farklı cevaplar vermektedirler (Ramoliya ve Pandey 2003).

Zhu (2000)'ya göre tuza tolerans, kuraklığa, yüksek sıcaklığa, don ve üşüme stresine tolerans konularına göre, daha yaygın çalışılan bir konudur. Tuz zararına karşı toleranslı transgenik bitkiler, kuraklık veya don stresine de toleranslı olabilmektedir. Çünkü tuzluluğu kontrol eden birçok gen, aynı zamanda, diğer abiyotik stres faktörlerini de kontrol edebilmektedir. Tuz stresine karşı toleranslı bitki geliştirmeye yönelik araştırmalar bitki ıslahçılarının hedefleri arasında olup, bu çalışmalarda iyon transferi ve mineral beslenmeyi düzenleyen genler üzerinde durulmaktadır. Fakat tuza toleranslı genotip seçiminde yararlanılan fizyolojik ve moleküler düzeyde çalışmaların tam olarak anlaşılabilmesi ve bu stres faktörünün çok gen tarafından kontrol edilen kompleks bir karakter olması, uygun genetik modelin bulunmasını ve toleranslılık ıslahını zorlaştırmaktadır.

Tuza toleransın değerlendirilmesi ve ölçülmesi genetik yapı ve büyüme dönemine bağlı olarak çeşitli varyasyonlar içermektedir (Lunin ve ark. 1963). Salata genç fide aşamasında ve çiçeklenme döneminde hassastır (Shannon ve ark. 1983), şeker pancarı çimlenme esnasında hassas, ama ilerlemiş büyüme safhalarında toleranslıdır (Bernstein ve Hayward 1958) ve turp çimlenme esnasında toleranslı olmasına karşın fide gelişimi aşamasında verimi etkileyebilecek kadar hassastır (Francois ve ark. 1984).

Çimlenme ve çıkış esnasında tuza tolerans yeteneklerinin kullanılmasında harcanan çabalar diğer büyüme evrelerindeki tuza toleransta pek başarılı olmamaktadır. Genellikle bir dönemdeki tolerans diğerine aktarılamamaktadır. Örneğin, şeker pancarında çimlenme esnasında artan tolerans fide büyüme evresinin başından hasadın sonuna kadar olan bölümde devam etmemektedir (Shannon ve Grieve 1999).

Perez-Alfocea ve ark. (1993)'nın bildirdiklerine göre bitkinin belirli bir aşamasındaki tuza tolerans, başka bir aşamada farklı olabilmektedir. Bununla birlikte domatesin de içinde bulunduğu pek çok bitki türünde, tuzluluk için fizyolojik çalışmalar, genç bitki aşaması temel alınarak gerçekleştirilmektedir.

Tuzluluk sorununun çözümlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda teknolojik ve biyolojik olmak üzere iki farklı yaklaşım türü vardır (Sivritepe 1995). Teknolojik yaklaşımla toprak ya da suyun kontrol altına alınabilmesi için çalışmalar yapılmış; örneğin içerdiği tuz seviyesi bitkilere toksik etki yaratabilecek düzeyde olan suların arındırılmasına çalışılmış ya da çeşitli filtrasyon, yıkama ve drenaj yöntemleriyle toprak bünyesinde bulunan tuzun uzaklaştırılmasına çalışılmıştır. Böylelikle, düşük kaliteli suyun, fakir toprakların ve hatta tarıma uygun olmayan sahil şeritlerinin bile kullanımına olanak sağlanmaya çalışılmıştır (Epstein ve ark. 1980, Croughan ve ark. 1981, Tal 1983, Hasegawa ve ark. 1986).

Gelişen teknolojiye paralel olarak yapılan çalışmalarda araştırmacıların ilgisi tuz stresini ortadan kaldıracak biyolojik çözümlere yönelmiştir. Bu amaçla, arazi koşullarında klasik yöntemler kullanılarak başlayan ilk ıslah faaliyetleri uzun yıllar ve yoğun işçilik gerektirmiştir. Tuza toleransın, tek bir gen ile belirlenemiyor olması ve dışsal pek çok faktörün etkisiyle değişkenlik göstermesi sebebiyle klasik yöntemler terk edilmeye başlanmıştır (Sivritepe 1995).

Biyoteknolojideki son gelişmeler sayesinde hücre bazına inilerek tuza tolerans fizyolojisinin araştırılması (Croughan ve ark. 1981, Tal 1983, Noble ve West 1989) ve antioksidatif enzim yapısı (Sivritepe ve ark. 2008, Yaşar ve ark. 2008) ile iyon dağılımına bağlı olarak bitkilerin tuza tolerans yeteneklerinin nasıl

değiştirdiğinin belirlenmesi çalışmaları önem kazanmıştır (Sivritepe ve ark. 2003, Kuşvuran ve ark. 2008, Manchanda ve Garg 2008, Villalta ve ark. 2008).

Son zamanlarda genetik uygulamalar ve ıslah yöntemleri ile bitkileri tuzlu ortamlara adapte edebilmek amacıyla, tuza daha toleranslı olduğu bilinen türlerden daha hassas olduğu bilinen türlere gen aktarımı (Bordas ve ark. 1997, Gisbert ve ark. 2000) yapılmakta ya da ozmotik koşullandırma yöntemleri (Babaeva ve ark. 1999, Chang-Zheng ve ark. 2002, Ashraf ve Iram 2002, Sivritepe ve ark. 2003, 2005) kullanılarak tuza tolerans yeteneğinin geliştirilmesine çalışılmaktadır.

Ozmotik koşullandırma (OK) terimi, "ozmotik koşullandırma", "osmotic priming", "conditioning" ve "osmotic conditioning" gibi teknik terimlerle eş anlamlıdır. OK tekniğinin esası; Tohumların ozmotik potansiyeli ayarlanmış sıvılarda yüksek nem kapsamlarına çıkarılarak, uzun bir süre çimlenmeden tutulabilmesine dayanmaktadır (Sivritepe 1999).

OK, yeterince düşük ozmotik basınç yaratabilen, suda çözünen birçok kimyasal madde ile yapılabilmektedir. Bunlar: polietilen glikol (PEG); NaCl ve KNO₃ gibi çeşitli inorganik tuzlar; şekerlerden özellikle mannitol ve büyümeyi düzenleyicilerden absizik asit (ABA)'tir (Pill ve ark. 1991, Sivritepe 1999, Demirkaya 2002). Ayrıca üzerinde çok az sayıda araştırma yapılmakla birlikte, OK uygulamalarında deniz yosunu ekstraktı gibi organik preparatlardan da yararlanılmaktadır (Sivritepe 2000b, Yıldırım ve Güvenç 2005).

OK uygulamaları farklı bezelye (Sivritepe 1992, Sivritepe ve Dourado 1995, Sivritepe ve Eriş 2000), soğan (Sivritepe ve Demirkaya 2002), domates (Alvarado ve Bradford 1988), biber (Thanos ve ark. 1989, Çay 2005) ve kavun (Sivritepe 1999, Sivritepe ve ark. 1999a) çeşitlerinin tohumlarında ortalama çimlenme süresini azaltmıştır.

OK uygulamaları sayesinde başta tuzluluk (Pill ve ark. 1991, Passam ve Kakouriotis 1994, Bonilla ve ark. 1995, Cayuela ve ark. 2001, Sivritepe 2003, Ashraf ve Foolad 2005) olmak üzere, birçok olumsuz çevre ve toprak koşullarında (Demir ve Öztokat 2003, Korkmaz 2006) çimlenmenin arttığı ve hızlandığı rapor edilmiştir.

Hasanbey ve Kırkağaç kavun çeşitlerinde tohumların çimlenmeleri esnasında tuza toleransın artırılması amacıyla, NaCl ile yapılan OK uygulamalarının kullanım olanakları araştırılmıştır. Her iki çeşide ait kavun tohumlarında NaCl'ün farklı konsantrasyonları (%0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0) ile 20°C'de 3 gün OK uygulamaları yapılmıştır. Toplam çimlenme ve ortalama çimlenme süresi parametrelerine bağlı olarak kontrol grubu ile farklılık göstermeyen %1.0 NaCl konsantrasyonu, kavun tohumlarında yapılan OK uygulamaları için optimum doz olarak belirlenmiştir. Daha sonra, %1.0 NaCl ile OK uygulanan tohumlar farklı NaCl konsantrasyonları (%0.0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1.0) ile çimlenme testlerine alınmıştır. Toplam çimlenme ve ortalama çimlenme süresine ait sonuçların yanı sıra tolerans oranı ve tolerans indeksi sonuçları da OK uygulamalarının her iki kavun çeşidinde tuza toleransın artırılmasında etkili olduğunu açıkça göstermiştir. Ayrıca, Kırkağaç kavun çeşidinin Hasanbey kavun çeşidine oranla tuza daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir (Sivritepe ve ark. 1999a).

Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Çarliston biber çeşitlerinde tohumların çimlenmeleri esnasında tuza toleranslarının artırılması amacıyla, NaCl ile yapılan OK uygulamalarının kullanım olanakları araştırılmıştır. Her biber çeşidine ait tohumlarda NaCl'ün farklı konsantrasyonları (0, 9, 18, 36 ve 54 dS m⁻¹) ile 20°C'de 1, 3 ve 5 gün OK uygulamaları yapılmıştır. Normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi parametrelerine bağlı olarak biber tohumlarında NaCl ile yapılan OK uygulamalarında en uygun sürenin 3 gün olduğu belirlenmiştir. Daha sonra 0, 18, 36 ve 54 dS m⁻¹ NaCl ile 20°C'de 3 gün OK uygulamalarına tabi tutulan biber tohumları farklı NaCl konsantrasyonları (0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS m⁻¹) ile çimlendirme testlerine alınmıştır. OK uygulamalarının dört biber çeşidinde tuza toleransın artırılması üzerine etkileri; normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi yanında tolerans indeksi ve tolerans oranı parametreleri bazında değerlendirilmiştir. NaCl ile yapılan OK uygulamalarının biber tohumlarında tuza toleransın artırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, biberlerde OK tekniğinin kullanımında en uygun NaCl dozu, uygulama sıcaklığı ve süresinin; sırasıyla, 18 dS m⁻¹, 20°C ve 3 gün olduğu ortaya konmuştur (Çay 2005).

Cayuela ve ark. (1996), domates tohumlarına OK (6 mM NaCl) uygulaması yaparak kontrol bitkilerine göre daha erken çimlenme sağlamıştır. Fide aşamasında ise bu bitkilere 70 ve 140 mM NaCl tuzu uygulandığında, OK uygulanmış olan bitkilerin yapraklarında organik asit ve şeker miktarının kontrol bitkilerine göre daha yüksek olduğu, bu durumda bitkinin NaCl tuzluluğuna karşı daha iyi korunabildiği tespit edilmiştir.

Yıldırım ve Güvenç (2005), deniz yosunu özü uygulamalarının, tuzlu koşullarda pırasada (*Allium porrum* L.) tohum çimlenmesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, Kalem ve İnegöl 92 çeşitlerine ait tohumlar, 1:250, 1:500, 1:1000 konsantrasyonlarında deniz yosunu özü ve saf suda 24 saat süreyle bekletilmişlerdir. Daha sonra tohumlar, saf su ile yıkanıp 20°C'de beş farklı tuz konsantrasyonunda (0, 50, 75, 100 ve 125 mM) 14 gün süre ile çimlendirilmişlerdir. Araştırmada, toplam çimlenme oranı ve çimlenme hızının ifadesi olarak Çimlenme Oran indeksi (ÇOI) tespit edilmiştir. Her iki çeşitte de deniz yosunu özü uygulamaları dikkate alınmaksızın, artan tuz konsantrasyonuna paralel olarak çimlenme oranında azalma görülmüştür. Bununla birlikte, her iki çeşitte de özellikle 1:250 ve 1:500 konsantrasyonlarda deniz yosunu özü uygulamalarının çimlenme oranını, kontrol ve su uygulamasına göre önemli ölçüde arttırdığı ve tuzluluğun olumsuz etkisinin azaldığı tespit edilmiştir.

Telegraph çeşidi hıyar tohumlarına 0.7 M mannitol solüsyonu ile 3 gün 25°C'de karanlıkta OK uygulanmıştır. OK uygulanan tohumlar 15 ve 25°C'de 10-200 mM NaCl solüsyonları ve arasındaki solüsyonlarla sulanarak çimlendirilmiştir. Toplam çimlenme oranı 15°C'de artmıştır. NaCl'den kaynaklanan stresin OK ile çimlenme, çıkış ve fide gelişimi süresince azaldığı fakat fide döneminde devam etmediği gözlenmiştir (Passam ve Kakouriotis 1994).

Valencia ve TEG-502 soğan çeşitlerinin tohumlarına NaCl'ün %1 ve %3'lük çözeltileri kullanılarak 15°C'de 3 gün süre ile OK uygulamaları yapılmıştır. Daha sonra her iki soğan çeşidinde, kontrol ile mukayeseli olarak OK uygulamasına tabi tutulan bu tohum grupları farklı NaCl konsantrasyonları (%0.0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1.0) ile 20°C'de çimlenme testlerine alınmıştır. Kontrol

ve %3'lük NaCl ile yapılan OK uygulamasına kıyasla, %1'lik NaCl ile yapılan uygulamanın soğan tohumlarının tuza toleransının artırılmasında daha fazla etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, TEG-502 soğan çeşidinin Valencia soğan çeşidine oranla tuza daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir (Sivritepe 2000a).

Cayuela ve ark. (2001), domateste NaCl ile yapılan OK uygulamalarının, tuz stresinin etkilerini hafifletmesi yönündeki olumlu etkilerinin hasada kadar devam ettiğini ve uygulama görmeyenlere kıyasla ürün artışı sağladıklarını belirlemiştir.

Sivritepe ve ark. (2005), OK uygulamalarının kavun bitkilerinde uzun dönem tuzlu koşullarda oluşturduğu tuza tolerans etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla denemeler gerçekleştirmiştir. Hasanbey ve Kırkağaç kavun çeşitlerine ait tohumlara 20°C'de 3 gün süreyle 18 dS m⁻¹ NaCl çözeltisi ile OK uygulamaları yapılmıştır. Çimlenme ve fide gelişimi dönemlerinde 35 gün süreyle kontrol tohumları 0.3 dS m⁻¹'lik su ile sulanmış, uygulama grubu tohumlar ise 9 dS m⁻¹'lik tuzlu sularla sulanmıştır. Daha sonra 8 L'lik saksılara aktarılan fideler 5 farklı konsantrasyondaki (kontrol, 4.5, 9.0, 13.5 and 18.0 dS m⁻¹) sular ile 90 gün boyunca sulanmışlardır. Yapılan incelemelerde OK uygulanmış tohumlarda stoma iletkenliği ve klorofil kapsamı daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca OK uygulamalarının etkisiyle artan K ve Ca iyon miktarları ve azalan Na iyonu dolayısıyla toksik etkinin azaldığı belirlenmiştir. Kavun bitkilerinde uzun dönem tuzluluğa karşı toleransın geliştirilmesinde OK uygulamalarının etkili olabileceği ve bu uygulamaların direk tuzlu koşullara ekim yapılabilmesine olanak sağlayabileceği tespit edilmiştir.

Valencia ve TEG-502 soğan çeşitlerinin tohumları 3 gün süreyle 15°C'de 18 dS m⁻¹ NaCl çözeltisi ile OK uygulamalarına tabi tutulmuştur. Fidelerin çıkış performanslarının değerlendirilebilmesi amacıyla ısıtılmalı serada bulunan tepsilere ekilen tohumlar farklı konsantrasyonlardaki (0.3, 4.5, 9.0 ve 13.5 dS m⁻¹) NaCl çözeltileri ile 4 hafta süreyle sulanmışlardır. Her iki çeşitte de toplam çıkış oranı, ortalama çıkış süresi, tolerans oranı ve tolerans indeksi parametreleri incelenmiştir. Artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak her iki çeşitte de toplam çıkış oranı azalmıştır. Buna rağmen OK uygulaması görmüş

olan tohumların, kontrol grubu tohumlara kıyasla tuza toleranslarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca TEG-502 çeşidinin Valencia çeşidine oranla tuzluluğa daha toleranslı olduğu belirlenmiştir (Sivritepe ve Sivritepe 2007).

Korkmaz ve ark. (2008), ekim öncesi NaCl kullanılarak yapılan OK uygulamalarının, patlıcan fidelerinin tuz stresine karşı toleranslarının artırılması üzerine etkilerini araştırmışlardır. Patlıcan tohumları 150 mM NaCl içeren ortamda 5 gün süre ile 20°C'de ve karanlıkta OK uygulaması görmüş ve daha sonra uygulama görmemiş tohumlarla birlikte vıyollere ekilmişlerdir. Fideler 3 tam gerçek yaprağa sahip olduklarında 15 gün süren tuz stresine maruz bırakılmışlardır. Tuz stresi sırasında her bir bitkiye günde 25 mL NaCl içeren su verilmiş ve tuz konsantrasyonu günlük 25 mM artışlarla son konsantrasyon olan 150 mM'a ulaşılmıştır. NaCl ile ön çimlendirilmiş tohumlardan elde edilen bitkilerin NaCl ile muamele edilmeyen tohumlardan elde edilen bitkilere kıyasla klorofil ve sakkaroz içerikleri ile bitki boylarının daha yüksek, buna karşılık göreceli elektriksel iletkenlik değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yine bu bitkilerin dokularının daha düşük miktarlarda Na fakat daha yüksek oranda Ca içerdikleri tespit edilmiştir. Ekim öncesi NaCl kullanılarak yapılacak olan ön çimlendirme uygulamalarının patlıcanın erken gelişme döneminde tuz stresine karşı toleransı arttırmada kullanılabileceği saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma Eylül 2008 – Ağustos 2009 döneminde Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Bu çalışmada Dual ve Spring çeşitlerinin standart bezelye (*Pisum sativum* L.) tohumları kullanılmıştır. Bursa'daki MayAgro Tohumculuk San. Tic. AŞ firmasından temin edilen bezelye tohumları, uygulamalarda kullanılmaya kadar hermetik olarak kapatılmış cam kavanozlarda ve buzdolabında $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Bezelye çeşitlerinin genel özellikleri aşağıda verilmiştir:

Dual: Ana sezon üretimine uygun bezelye çeşididir. Bitkisi 75 cm boyundadır ve toplu gelişir. Baklaları hafif kıvrık ve koyu yeşil renklidir. Bakla boyu 10 – 11 cm ve bakladaki dane sayısı 10 – 14 adettir. Sanayi ve sofralık tüketime uygun, çok yüksek verimli bir çeşittir.

Spring: Süper erkenci bezelye çeşididir. Bitkisi 60 cm boyundadır. Baklaları küt, 7 – 8 cm uzunluğundadır ve koyu yeşil renklidir. Bakladaki dane sayısı 6 – 7 adettir. Sanayi ve sofralık tüketime uygundur.

Ön hazırlık aşaması da dahil olmak üzere gerçekleştirilen tüm denemelerde %15'lik teknik NaOCl çözeltisi, teknik NaCl tuzu ile hazırlanmış olan solüsyonlar ve distile su (H_2O) kullanılmıştır. Tohum ekimi öncesi yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarında 1 L hacimli polietilen (PE) kaplar ve kâğıt havlulardan yararlanılmıştır. Farklı ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarını takiben yapılan geriye kurutma işlemleri için hava sirkülasyonu sağlayan fanlı ve sıcaklığı ayarlanabilir Nüve İD501 marka iklim dolabı kullanılmıştır. Ayrıca nem kapsamalarının, 1000 tohum ağırlığının ve fide kuru ağırlıklarının belirlenmesinde Nüve FN500 marka etüv ile Precisa 125A marka hassas terazi ve tohumların gücünü belirleyebilmek amacıyla yapılan elektriksel iletkenlik testlerinde dijital ekranlı inoLab (Cond Level 1) marka EC-metre kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumlarda Nem Kapsamının Belirlenmesi

Bezelye tohumlarında nem kapsamının belirlenmesi, Uluslararası Tohum Deneme Birliği (International Seed Testing Association; ISTA) Kuralları'na uygun olacak şekilde Yüksek Sabit Sıcaklıktaki Fırın Yöntemi'ne göre yapılmıştır (ISTA 2007). Kurutma kapları olarak 7 cm çapındaki petri kapları kullanılmıştır. Petri kapları kapakları etiketlendikten sonra içleri boş olacak şekilde tartılmıştır. Daha sonra iyice karıştırılıp homojen hale getirilen tohum popülasyonundan 5.0 g'lık iki tekerrür alınıp öğütüldükten sonra numaralanmış ve tartılmış olan petri kapları içine iyice yayılmıştır. Petri kapları, kapakları kapatılıp örneklerle birlikte tekrar tartılmıştır. Önceden $130\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanıp ısıtılmış olan etüv içerisine kapakları açık olacak şekilde petriler yerleştirilip 1 saat süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda etüvden çıkarılan petrilerin kapakları kapatılarak içerisinde silika jel bulunan desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar soğumaya bırakılmıştır. Soğutulmuş olan petri kapları, içindeki örneklerle birlikte tartılmıştır. Elde edilen veriler aşağıdaki formüle göre değerlendirilmiştir (ISTA 2007):

$$\text{Tohum Nem Kapsamı (\%)} = [(M_2 - M_3) / (M_2 - M_1)] \times 100 \quad (3.1)$$

M_1 = Boş petri kabının etiketli ve kapaklı ağırlığı (g)

M_2 = Kurutma öncesinde tohumlar + petri kabı ve kapağının ağırlığı (g)

M_3 = Kurutma sonrasında tohumlar + petri kabı ve kapağının ağırlığı (g)

Tohum nem kapsamı tayini sonuçlarına göre iki tekerrür arasındaki maksimum farkın %0.2'den küçük olmasına dikkat edilmiştir. Aksi takdirde tohum nem kapsamı tayini tekrarlanmıştır.

Bezelye tohumlarının orijinal nem kapsamı; Spring için %10.9 ve Dual için %11.4 olarak belirlenmiştir. OK uygulamaları öncesinde, tohumların nem düzeylerinin sabitlenebilmesi amacıyla her çeşit ayrı bir tepsiye konularak ve

iyice yayılarak, $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de ve %60 oransal nemde 4 g ün süreyle iklim odasında bekletildikten sonra dengelenmiş olan nem kapsamı: Dual için %10.1 ve Spring için %10.2 seviyesine gelmiştir.

OK uygulamaları sonrasında tohumların ulaştıkları son nem kapsamı aşağıdaki formülden faydalanılarak bulunmuştur (Sivritepe 1992):

$$d = 100 - [a (100 - b) / c] \quad (3.2)$$

d = Tohumun son nem kapsamı (%)

a = Tohumun ilk ağırlığı (g)

b = Tohumun ilk nem kapsamı (%)

c = Tohumun son ağırlığı (g)

3.2.2. Tohumlarda 1000 Tohum Ağırlığının Belirlenmesi

Bezelye tohumlarının 1000 tohum ağırlığının tespitleri ISTA kurallarına uygun olarak yapılmıştır (ISTA 2007).

Her bir tohum popülasyonundan 8 x 100 adet tohum sayılmış ve ayrı ayrı 0.0001 g hassasiyetteki terazide (Precisa 125A) tartılmıştır. Daha sonra sekiz tartımın ortalaması alınıp 10 ile çarpılarak tohumluğun 1000 tohum ağırlığı gram olarak belirlenmiştir.

Sayımların yinelenme gereği; aşağıda açıklanan formüle göre varyans, standart sapma ve varyasyon katsayısının karşılaştırılmasıyla belirlenmiştir (ISTA 2007).

$$s^2 = [n (\sum x^2) - (\sum x)^2] / [n (n - 1)] \quad (3.3)$$

s^2 = Varyans

x = Her tekerrürdeki tohumların ağırlığı (g)

n = Tekerrür sayısı

Standart sapma (s) = $\sqrt{\text{Varyans}}$

Varyasyon Katsayısı = $(s / \bar{x}) \cdot 100$

\bar{x} = 100 tohumun ortalama ağırlığı (g)

Sonuçta bulunan varyasyon katsayısı 4.0'dan büyük değilse, sonuçların kabul edilebilir olduğu belirlenmiş ve denemeler esnasında 1000 tohum ağırlığı olarak hesaplanan bu değerlerin kullanılmasında bir sakınca olmadığına karar verilmiştir.

3.2.3. Yüzeysel Sterilizasyon Uygulamaları

OK uygulamaları ve çimlendirme testleri aşamalarında meydana gelebilecek olası patojen gelişimlerini engellemek amacıyla tüm uygulamalar öncesinde tohumlar seyreltilmiş olan %5'lik NaOCl çözeltisi içerisinde 10 dakika bekletilerek yüzeysel sterilizasyon uygulamasına tabi tutulmuşlardır.

Yapılan her bir sterilizasyon uygulamasından çıkarılan tohumlar 3 dakika süreyle su altında yıkanıp daha sonra da bir kez saf sudan geçirilip kâğıt havlular arasında yüzey kuruluğu sağlanana kadar bekletilip denemelerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir.

3.2.4. Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları

Dual ve Spring bezelye çeşitlerinin tohumlarına NaCl'ün farklı konsantrasyonları (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) uygulanmıştır (Ek 2 ve 3). Uygulamalar öncesinde denemede kullanılan PE kaplar, %5'lik NaOCl ile steril hale getirilmiştir. Bir kez de %70'lik alkolden ve saf sudan geçirilip kurutulmuşlardır.

OK uygulamalarında, 1 L hacimli PE kapların her birinin içerisine 4 kat kâğıt havlu yerleştirilmiş ve H₂O ya da her bir NaCl çözeltisinden 50 mL konularak PE kapların kapakları kapatılmıştır. Daha önceden tartılarak yüzeysel sterilizasyon işlemlerine tabi tutulmuş olan 200 adet tohum, kapların içerisinde bulunan nemli kâğıtların yüzeyine yayılmıştır. PE kaplar 16±1°C'de (Sivritepe 1992) çalışan iklim dolabına 1, 2 ve 3 gün olmak üzere 3 farklı sürede tutulmuştur. Hiçbir uygulama görmeyen tohumlar ise kontrol olarak değerlendirilmiştir. İklim dolabından aynı anda çıkarılan tohumlar tel süzgeç yardımıyla 3 dakika süreyle su altında yıkanıp daha sonra bir kez de saf sudan

geçirilip kâğıt havlular arasında yüzey kuruluğu sağlanana kadar (yaklaşık 2 saat) bekletilip son nem kapsamlarının belirlenebilmesi için tekrar tartılmışlardır. H₂O ile OK yapılan ve kontrol grubu tohumlar da son yıkama uygulamalarına tabi tutulmuşlardır. NaCl ve H₂O ile OK sonrası nem kapsamları yükselmiş olan tohumlar ve kontrol tohumları her tekerrürde 25 tohum olacak şekilde 8 tekerrürlü olarak çimlendirme testlerine tabi tutulmuşlardır.

Dual ve Spring çeşitlerine ait bezelye tohumlarının OK uygulamalarına yönelik genel eğilimini belirleyebilmek amacıyla yapılan birinci deneme kurulmuştur. Bu denemede, 16±1°C sıcaklıkta, farklı süreler de (1, 2 ve 3 gün) ve 100 mM konsantrasyondaki NaCl çözeltisi kullanılarak yapılan OK uygulamalarında, çeşitlere bağlı olarak, 2. günün sonunda yaklaşık %2-3 oranında çimlenmeye başlayan tohumların 3. günde yaklaşık %9-10 oranında çimlendikleri belirlenmiş ve bu nedenle birinci denemeye son verilmiştir. Kullanılan NaCl dozunun çözeltinin ozmotik potansiyelini yeterince düşürememesi nedeniyle, bir sonraki denemede daha yüksek dozların kullanılmasına karar verilmiştir.

İkinci denemede, Dual ve Spring çeşitlerine ait bezelye tohumları, yine 1, 2 ve 3 gün süre ile 200 ve 300 mM konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri kullanılarak OK uygulamalarına tabi tutulmuştur. Dual çeşidi tohumlar ile yapılan 3 günlük uygulamalarda 200 mM'da yaklaşık %8 ve 300 mM'da yaklaşık %4, Spring çeşidi tohumlarda ise 200 mM'da yaklaşık %10 ve 300 mM'da yaklaşık %5 oranında çimlenmeler meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca OK uygulamalarını takiben, yapılan çimlendirme testleri sonuçlarına göre de 300 mM NaCl ile yapılan OK uygulamalarında canlılığın belirgin bir şekilde düştüğü tespit edilmiştir. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda, 2 gün süre ile yapılan OK uygulamalarının Dual ve Spring çeşitlerine ait bezelye tohumlarında kullanılabileceği ve NaCl ile yapılan 300 mM'lık OK uygulamalarının toksik etki yarattığı sonucuna varılmıştır.

İkinci denemeden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, üçüncü denemede yapılan OK uygulamalarında; 1 L hacimli PE kapların her birinin içerisine 4 kat kâğıt havlu yerleştirilmiş ve her NaCl çözeltisinden (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) 50 mL konularak PE kapların kapakları kapatılmıştır. Daha

önceden tartılarak yüzeysel sterilizasyon işlemlerine tabi tutulmuş olan 200 adet tohum, kapların içerisinde bulunan nemli kâğıtların yüzeyine yayılmıştır. PE kaplar $16\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de çalışan iklim dolabında 2 gün süreyle tutulmuştur. OK sonrası yıkama uygulamaları birinci ve ikinci denemelerde olduğu gibi yapılmıştır. OK sonrası nem kapsamları yükselmiş olan tohumlar (Ek 4) iki gruba ayrılıp bir kısmı yüzeysel olarak, diğer kısmı ise orijinal nem kapsamlarına gelinceye kadar kurutulduktan sonra nem kapsamlarının belirlenebilmesi amacıyla yeniden tartılmıştır. Daha sonra yüzeysel olarak kurutulmuş olan tohumlar her tekerrürde 25 tohum olacak şekilde 8 tekerrürlü olarak çimlendirme testlerine tabi tutulmuşlardır. Orijinal nem kapsamlarına gelinceye kadar kurutulmuş olan tohumlar ise elektriksel iletkenlik testlerine tabi tutulmuşlardır.

Ön denemeler olarak da adlandırabileceğimiz birinci, ikinci ve üçüncü denemelerden elde edilen sonuçlara göre en uygun şekilde gerçekleştirilen asıl denemede yapılan OK uygulamalarında; 1 L hacimli PE kapların her birinin içerisine 4 kat kâğıt havlu yerleştirilmiş ve her kabın içerisine 150 mM NaCl çözeltisinden 50 mL konularak PE kapların kapakları kapatılmıştır. Daha önceden tartılarak yüzeysel sterilizasyon işlemlerine tabi tutulmuş olan 200 adet tohum, kapların içerisinde bulunan NaCl çözeltisi emdirilmiş kâğıtların yüzeyine yayılmıştır. PE kaplar $16\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de çalışan iklim dolabında 2 gün süreyle tutulmuştur. OK sonrası tohumların yıkanması, bir grubun yüzeysel olarak, diğer grubun ise orijinal nem kapsamına gelinceye kadar geriye kurutulmaları ve son nem kapsamlarının belirlenmesi üçüncü denemede olduğu gibi yapılmıştır. Daha sonra her uygulama grubuna dahil olan tohumlar her tekerrürde 25 tohum olacak şekilde 8 tekerrürlü olarak ve farklı NaCl (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) çözeltileri ile sulanarak çimlendirme testlerine tabi tutulmuşlardır.

3.2.5. Kurutma Uygulamaları

Ozmotik koşullandırma uygulamaları sonucunda nem kapsamları yükselmiş olan tohumların çimlendirme testlerine alınabilmeleri için, uygulamaları takiben tohumlar hava sirkülasyonu sağlayan fanlı ve sıcaklığı ayarlanabilir bir iklim dolabında $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de yüzeysel olarak kurutmanın (yaklaşık

2 saat) yanı sıra orijinal nem kapsamına gelinceye kadar (yaklaşık 50 saat) da kurutulmuşlardır (Ek 5 ve 6).

3.2.6. Elektriksel İletkenlik Testleri

Elektriksel iletkenlik testleri uzun yıllardan beri bezelye tohum partilerinin güç bakımından derecelendirilmesinde kullanılmaktadır (Ek 7).

OK uygulamaları sonucunda nem kapsamı yükselmiş olan tohumlar, tekrar orijinal nem kapsamına gelene kadar geriye kurutma işlemine tabi tutulmuşlardır. Tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliğinin ölçümü için, ISTA Kuralları'na uygun olacak şekilde denemeler gerçekleştirilmiştir (ISTA 2007). Tohumlar, her tekerrürde 50 adet olacak şekilde tartılıp, içerisinde 250 mL saf su bulunan 500 mL hacimli cam kavanozlara konulmuş ve kapakları kapalı halde iklim dolabına yerleştirilmiş, 24 saat süreyle $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta karanlık koşullarda bekletilmişlerdir. Daha sonra tohumların gücü ile ilgili analitik değerlendirmeler yapabilmek amacıyla dijital ekranlı inoLab (Cond. Level 1) marka EC-metre kullanılarak çözeltilerin elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak bulunan değer, tohum ağırlığına bölünerek tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliği $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ tohum olarak belirlenmiştir.

3.2.7. Çimlendirme Testleri

Çimlendirme testleri ISTA Kuralları'na uygun olacak şekilde yapılmıştır (ISTA 2007). Yıkanmış ve yüzeysel olarak kuru hale getirilmiş her bir uygulama grubuna ait 200 tohum, her biri 25 tohum içeren sekiz tekerrüre ayrılmıştır. Tohumlar her tekerrürde 25 adet tohum olacak şekilde kâğıt havlular arasına yerleştirilmişlerdir.

Çimlendirme testleri $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de çalışan iklim dolabında 16 saatlik fotoperiyot uygulamasına maruz bırakılarak yapılmıştır ve iklim dolabının her rafının homojen şekilde aydınlanabilir olmasına özen gösterilmiştir. Sayımlar günlük olarak, çimlenmiş olan tohumların sayılması suretiyle yapılmıştır.

Çimlendirme testleri; özellikle yüksek NaCl konsantrasyonlarına maruz bırakılmış fidelerin tam gelişimini de gözlemleyebilmek amacıyla (8 gün olan süre 1 gün uzatılarak) 9 gün sürdürülmüştür. Radikulası testadan çıkıp, düzenli bir gelişme göstererek primer kök ve daha sonra sekonder kökleri oluşturan; radikulanın testadan çıkışını takiben epikotil ve plumulasının gelişimini düzenli olarak sağlayan fideler normal çimlenme grubuna dahil edilmiştir. Kök ve sürgün sistemlerinde çeşitli şekillerde kusurlu ya da eksik gelişim gösterenler ise anormal fide olarak tanımlanmıştır (ISTA 2006).

Bu çalışmada tohumların normal çimlenme oranları değerlendirilmiştir. Hesaplamalarda her tekerrüre ait normal çimlenmiş tohum sayısı dikkate alınarak yüzde olarak değerlendirmeler yapılmıştır.

3.2.8. Ortalama Çimlenme Süresi

Bezelye tohumlarında yapılan çimlendirme testlerinde, 9 gün boyunca çimlenen tohumlar günlük olarak sayılmış ve elde edilen sonuçlar Ellis ve Roberts (1981)'in geliştirmiş olduğu aşağıdaki formülden yararlanılarak değerlendirilmiş ve böylece tohumların gücü ile ilgili analitik değerlendirmeler yapabilmek amacıyla ortalama çimlenme süreleri hesaplanmıştır.

$$O\check{C}S = \sum D n / \sum n \quad (3.4)$$

OÇS: Ortalama çimlenme süresi (gün)

n: D gününde çimlenen tohumların sayısı

D: Çimlendirme testinin başından itibaren sayılan günler

3.2.9. Fide Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi

NaCl ile ozmotik koşullandırma yapılarak yüzeysel olarak kurutulmuş (OK), ozmotik koşullandırma yapıp orijinal nem kapsamına geri kurutulmuş (OK+GK) ve ozmotik koşullandırma yapılmamış (Kontrol) tohum grupları çimlendirme testlerine alınmış ve sonuçta gelişen normal fidelerin tümü organlar

bazında değerlendirilmek üzere bistüri ile kesilerek parçalara ayırma işlemine tabi tutulmuşlardır.

Normal olarak gelişen sağlıklı bir bezelye fidesi temel olarak radikula, plumula, testa ve kotiledonlar olmak üzere 4 farklı kısımdan oluşmaktadır. Organlar bazında bezelye fidelerinin tuzdan ne şekilde etkilendiklerini tespit edebilmek amacıyla çimlendirme testlerinin son gününde normal şekilde gelişmiş olan sağlıklı fideler bistüri yardımıyla kesilerek yukarıda belirtilen 4 farklı kısma ayrılmışlardır. Her bir tekerrürde elde edilen organlar tartılarak taze ağırlıkları (mg) belirlenmiştir. Bu işlemin sonucunda ise $70\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta çalışan etüvde 24 saat süreyle kurumaya bırakılan organlar tekrar tartılarak kuru ağırlıklar (mg) kaydedilmiştir.

Hem taze ağırlık hem de kuru ağırlık hesaplamalarında fide başına düşen radikula, plumula, testa ve kotiledon ağırlıkları ile fide başına düşen toplam ağırlıklar hesaplanmıştır.

3.2.10. Tolerans Oranı (TO)

Denemeye alınan bezelye çeşitlerine ait tohumların NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına göstermiş oldukları toleransın karşılaştırılması amacıyla, Chandler ve ark. (1986) tarafından geliştirilmiş olan "Tolerans Oranı" kullanılmıştır. Tolerans oranı aşağıdaki formüle göre; toplam çimlenme oranı (%) bazında, her çeşit ve her tuz konsantrasyonu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Böylelikle çeşitler tuzlu ortamda tespit edilen asıl değerleri ile değil, belli konsantrasyonda tuza karşı göstermiş oldukları oransal gelişmeleri ile değerlendirilmişlerdir.

$$TO = T_x / T_0 \quad (3.5)$$

T_x : Belli konsantrasyonda NaCl uygulanmış tohumların çimlenme oranı (%)

T_0 : NaCl uygulaması görmemiş tohumların çimlenme oranı (%)

3.2.11. Tolerans İndeksi (Tİ)

Denemeye alınan bezelye çeşitlerine ait tohumların uygulanan NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına karşı genel tavırlarını ortaya koyabilmek ve çeşitlerin karşılaştırılmasında çeşit özelliklerinden kaynaklanabilecek gelişme farklılıklarını elimine edip, sadece tuza karşı olan performanslarını kıyaslayabilmek için, La Rosa ve ark. (1989) tarafından geliştirilen "Tolerans İndeksi" kullanılmıştır. Tolerans İndeksi, toplam çimlenme oranı (%) bazında aşağıdaki formüle göre her bir çeşit için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$Tİ = 100 + \sum [x (T_x / T_0) 100] \quad (3.6)$$

n: 5

x: 0, 2.92, 5.84, 8.76, 11.68 g NaCl / L

T_x: "x g NaCl / L" uygulanmış tohumların toplam çimlenme oranı (%)

T₀: NaCl uygulanmamış tohumların toplam çimlenme oranı (%)

3.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi

Normal çimlenen fidelerin yüzdeleri arcsin çevrimi yapıldıktan sonra ve ayrıca elde edilen ortalama çimlenme süresi, organlar bazındaki fide kuru ağırlıkları, tolerans oranı ve tolerans indeksi parametreleri bazında elde edilen verilerin varyans analizleri BARNES bilgisayar programı kullanılarak tesadüf parsellerinde iki faktörlü faktöriyel deneme desenine uygun olacak şekilde yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıklar ise MSTAT-C bilgisayar programında, 0.05 önemlilik seviyesinde LSD Testi ile değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Ozmotik Koşullandırma Uygulaması İçin En Uygun Sürenin Belirlenmesi

Dual ve Spring bezelye çeşitlerinin tohumlarının, OK uygulamalarına yönelik genel eğilimini belirleyebilmek amacıyla, 16°C sıcaklıkta, farklı sürelerde (1, 2 ve 3 gün) ve 100 mM konsantrasyondaki NaCl çözeltisi kullanılarak yapılan birinci denemede, kullanılan NaCl dozunun çözeltinin ozmotik potansiyelini yeterince düşürememesi nedeniyle, bir sonraki denemede daha yüksek dozların kullanılmasına karar verilmiştir.

Dual ve Spring çeşitlerine ait tohumlar kullanılarak yapılan ikinci denemede farklı süre (1, 2 ve 3 gün) ve daha yüksek konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri (200 ve 300 mM) kullanılarak yapılan OK uygulamaları ve çimlendirme testlerinin sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.

OK uygulamaları sonrasında her iki bezelye çeşidinde de uygulama süresi arttırıldıkça tohum nem kapsamalarında artış olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2).

Bezelye tohumlarında OK uygulamalarını takiben yapılan çimlendirme testlerinde; Dual ve Spring çeşitlerinde normal çimlenme oranı açısından OK dozu, OK süresi ve OK dozu x OK süresi interaksyonu bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Genel olarak 1 ve 2 günlük OK uygulamalarında yüksek çimlenme oranları kaydedilmiştir. Dual çeşidinde kontrol grubu tohumlar %94.0 oranında normal çimlenmiştir. 200 mM'lık NaCl ile OK uygulaması görmüş tohumlardan 1 ve 2 günlük OK sürelerinde %93.5 ve %94.0'lük normal çimlenme oranları elde edilirken, bu oran 3 günlük uygulamada %88.0'e kadar gerilemiştir. Dual çeşidinde özellikle 300 mM'lık NaCl'ün etkisiyle 2 ve 3 günlük sürelerde normal çimlenme oranında önemli düşüşler meydana gelmiştir. 1 günlük OK uygulamasında %92.5 oranında normal çimlenme gerçekleşirken, 2 günlük uygulamada %78.0 ve 3 günlük uygulamada ise %29.0 oranında normal çimlenme gerçekleşmiştir.

Spring çeşidi tohumlarda ise kontrol grubu ve 200 mM'lık NaCl ile OK uygulaması görmüş tohumlarda 1, 2 ve 3 günlük OK sürelerinde elde edilen normal çimlenme oranı değerlerinde önemli farklılıklar ortaya çıkmazken; kontrol grubunda %98.0, 1 ve 2 günlük OK uygulamalarında %97.0 olarak gerçekleşen normal çimlenme oranı 3 günlük uygulamanın etkisiyle bir miktar azalmış ve %93.5 olarak gerçekleşmiştir. Spring çeşidi tohumlarda da aynı Dual çeşidi tohumlarda olduğu gibi, özellikle 300 mM'lık NaCl konsantrasyonunun etkisiyle 2 ve 3 günlük sürelerde normal çimlenme oranında önemli düşüşler meydana gelmiştir. Ancak bu düşüşler Dual çeşidi tohumlara kıyasla çeşit özelliğine bağlı olarak Spring çeşidi tohumlarda daha az oranda gerçekleşmiştir. 1 günlük OK uygulamasında %95.0 oranında normal çimlenme gerçekleşirken, 2 günlük uygulamada %85.5 ve 3 günlük uygulamada ise %50.5 oranında normal çimlenme gerçekleşmiştir.

Ortalama çimlenme süresi bakımından da Dual ve Spring çeşitlerinde OK dozu, OK süresi ve OK dozu x OK süresi interaksyonu bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Her iki çeşitte de OK uygulamalarının etkisiyle ortalama çimlenme sürelerinde kısaltmalar meydana gelmiştir. Dual çeşidi tohumlarda, kontrol grubu tohumlara kıyasla 200 mM NaCl çözeltisiyle yapılan OK uygulamalarının etkisiyle ortalama çimlenme süreleri oldukça kısalmıştır. Kontrol tohumlarında ortalama çimlenme süresi 5.2 gün olarak gerçekleşirken, bu süre OK uygulamalarının etkisiyle 200 mM NaCl uygulanmış tohumlarda kısaltarak 1 günlük uygulamada 4.6, 2 günlük uygulamada 4.2 ve 3 günlük uygulamada ise 4.1 güne kadar inmiştir. Ancak 300 mM NaCl uygulanmış tohumlarda söz konusu iyileşmeler gerçekleşmemiştir. Beklentilerin tersine 300 mM'lık NaCl ile yapılan OK uygulaması ortalama çimlenme süresini kısaltmamış ve hatta 3 günlük uygulama nedeniyle ortalama çimlenme süresi uzayarak 5.3 güne kadar çıkmıştır.

Spring çeşidi tohumlarda da ortalama çimlenme süreleri açısından Dual çeşidine benzer durumlar ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu tohumlara kıyasla 200 mM NaCl çözeltisiyle yapılan OK uygulamalarının etkisiyle ortalama çimlenme süreleri oldukça kısalmıştır. Kontrol tohumlarında ortalama çimlenme

süresi 5.0 gün olarak gerçekleşirken, bu süre OK uygulamalarının etkisiyle 200 mM NaCl uygulanmış tohumlarda kısalarak 1 günlük uygulamada 4.0, 2 günlük uygulamada 4.2 ve 3 günlük uygulamada 4.0 güne kadar inebilmiştir. Ancak 300 mM NaCl uygulanmış tohumlarda söz konusu iyileşmeler gerçekleşmemiştir. 300 mM NaCl ile yapılan OK uygulaması ortalama çimlenme süresini kısaltmamış ve hatta 3 günlük uygulama nedeniyle ortalama çimlenme süresi 5.2 gün olarak gerçekleşmiştir.

Denemede 3 gün süreyle yapılan OK uygulamaları (200 ve 300 mM NaCl) sonunda Dual çeşidi tohumlarda 200 mM'da yaklaşık %8 ve 300 mM'da yaklaşık %4, Spring çeşidi tohumlarda ise 200 mM'da %10 ve 300 mM'da %5 oranında çimlenmelerin meydana geldiği saptanmıştır. Ayrıca OK uygulamalarını takiben yapılan çimlendirme testleri sonuçlarına göre de 300 mM'lık NaCl nedeniyle her iki çeşitte de canlılığın oldukça azaldığı tespit edilmiştir. Bununla beraber NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak değişen uygulamalarda genel olarak 2 günlük OK uygulamasında en kısa çimlenme süreleri saptanmıştır. OK tekniğinin esasına göre uygulamalar esnasında tohumlarda hiç çimlenme olmaması gerektiğinden maksimum 2 günlük OK uygulamasının yeterli olabileceğine karar verilmiş; normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi parametreleri beraber değerlendirildiğinde de OK için en uygun sürenin 2 gün olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Dual çeşidi bezelye tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) üzerine etkileri.

OK Dozu (mM)	OK Süresi (gün)	OK Sonrası Tohum Nem Kapsamı (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	OÇS (gün)
Kontrol	0	10.1	94.0 a ^a	5.2 a
200	1	45.3	93.5 a	4.6 c
	2	47.5	94.0 a	4.2 de
	3	--- ^b	88.0 a	4.1 e
300	1	41.6	92.5 a	5.0 b
	2	45.4	78.0 b	5.0 b
	3	--- ^c	29.0 c	5.3 a
OK Dozu (A)			*	*
OK Süresi (B)			*	*
A x B			*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir (P<0.05)

^b Tohumlarda yaklaşık %8 oranında çimlenme meydana geldiği için nem kapsamı hesaplanamamıştır.

^c Tohumlarda yaklaşık %4 oranında çimlenme meydana geldiği için nem kapsamı hesaplanamamıştır.

* 0.05 düzeyinde önemli fark

Çizelge 4.2. Spring çeşidi bezelye tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) üzerine etkileri.

OK Dozu (mM)	OK Süresi (gün)	OK Sonrası Tohum Nem Kapsamı (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	OÇS (gün)
Kontrol	0	10.2	98.0 a ^a	5.0 b
200	1	46.3	97.0 a	4.0 d
	2	47.9	97.0 a	4.2 cd
	3	--- ^b	93.5 ab	4.0 d
300	1	42.9	95.0 a	5.0 b
	2	45.6	85.5 b	5.0 b
	3	--- ^c	50.5 c	5.2 a
OK Dozu (A)			*	*
OK Süresi (B)			*	*
A x B			*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir (P<0.05)

^b Tohumlarda yaklaşık %10 oranında çimlenme meydana geldiği için nem kapsamı hesaplanamamıştır.

^c Tohumlarda yaklaşık %5 oranında çimlenme meydana geldiği için nem kapsamı hesaplanamamıştır.

* 0.05 düzeyinde önemli fark

4.2. Ozmotik Koşullandırma Uygulaması İçin En Uygun NaCl Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Dual ve Spring çeşitlerine ait tohumlar kullanılarak farklı konsantrasyonlardaki (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) NaCl çözeltileri ile 2 gün süreyle yapılan OK uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi ile elektriksel iletkenlik bakımından tohum performansı üzerine etkileri Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Bezelye tohumlarında farklı OK uygulamalarını takiben yapılan çimlendirme testlerinde; Dual ve Spring çeşitlerinde normal çimlenme oranı

bakımından çeşitler arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Aynı zamanda OK dozu ve çeşitler x OK dozu etkileşimi bakımından ise uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).

Genel olarak NaCl ile yapılan OK uygulamalarının konsantrasyonları arttıkça normal çimlenme oranında bazı değişimler görülmüştür. Ancak, tohum canlılığında meydana gelen bu değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Dual çeşidinde kontrol grubu tohumlarda normal çimlenme oranı %94.5 iken NaCl ile yapılan OK uygulamalarında; 0 mM'da %95.0, 50 mM'da %94.5, 100 mM'da %92.0, 150 mM'da %95.5 ve 200 mM'da ise %93.5 olarak tespit edilmiştir.

Spring çeşidinde de Dual çeşidine benzer olarak, NaCl ile yapılan OK uygulamaları nedeniyle tohum canlılığında meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Kontrol grubu tohumlarda normal çimlenme oranı %98.5 iken NaCl ile yapılan OK uygulamalarında 0 mM'da %97.0, 50 mM'da %99.0, 100 mM'da %95.5, 150 mM'da %97.5 ve 200 mM'da ise %98.5 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan uygulamalar ortalama çimlenme süresi bakımından değerlendirildiğinde; 0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl çözeltileri ile yapılan tüm OK uygulamalarında, OK uygulamasının temel karakteristiği olan ortalama çimlenme süresindeki kısaltmaların belirgin şekilde ortaya çıktığı saptanmıştır. Dual ve Spring çeşitlerinde ortalama çimlenme süresi bakımından çeşitler ve OK dozu etkisiyle ortaya çıkan farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Buna rağmen çeşitler x OK dozu etkileşimi bakımından ise uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).

Ortalama çimlenme süresi bakımından tüm uygulama gruplarında kontrol grubu tohumlarına karşı istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). Dual çeşidi tohumlarda ortalama çimlenme süresi bakımından farklı NaCl çözeltileri ile yapılan uygulamaların ortalama çimlenme süresini kısalttığı belirlenmiştir. Kontrol grubu tohumlarda 5.2 gün olan ortalama çimlenme süresi 0 mM'da 4.4, 50 mM'da 4.3, 100 mM'da 4.3, 150 mM'da 4.4 ve 200 mM'da 4.5

gün olarak tespit edilmiştir. Spring çeşidi tohumlarda ise kontrol grubu tohumlarda 5.0 gün olan ortalama çimlenme süresinin farklı NaCl çözeltileri ile yapılan OK uygulamalarının etkisiyle 4 güne kadar indirilebildiği belirlenmiştir.

NaCl çözeltileri ile yapılan OK uygulamalarının tohum gücüne olan etkilerinin tespiti ve OK için en uygun NaCl dozunun belirlenebilmesi amacıyla farklı OK uygulamalarını takiben yapılan elektriksel iletkenlik testlerinde; Dual ve Spring çeşitlerinde EC değerleri açısından çeşitler, OK dozu ve çeşitler x OK dozu interaksyonu bakımından uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($P < 0.05$).

Dual çeşidi tohumlar ile yapılan denemelerde kontrol grubu tohumlarda ölçülen EC değeri $26.9 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. NaCl ile yapılan OK sonrası elde edilen EC değerleri ise 0 mM'da $18.7 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 50 mM'da $23.5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 100 mM'da $25.5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 150 mM'da $27.9 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ve 200 mM'da ise $35.5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak EC değerlerinin de arttığı ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Kontrol grubu tohumları ile 150 mM NaCl ile OK uygulaması görmüş olan tohumların EC değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Spring çeşidi tohumlar ile yapılan denemelerde kontrol grubu tohumlarda ölçülen EC değeri $25.5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. NaCl ile yapılan OK sonrasında elde edilen EC değerleri 0 mM'da $12.1 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 50 mM'da $14.5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 100 mM'da $22.8 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 150 mM'da $25.3 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ve 200 mM'da ise $28.3 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak EC değerlerinin de arttığı ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Kontrol grubu tohumları ile 150 mM NaCl ile OK uygulaması görmüş olan tohumların EC değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Özellikle Dual çeşidinde 200 mM NaCl konsantrasyonu nedeniyle tohumlarda meydana gelen aşırı güç kaybı neticesinde bu konsantrasyonun kullanımının olanaksız olacağı belirlenmiştir. Uygulamalar sonucu elde edilen EC değerleri konsantrasyona bağlı olarak artış eğilimi gösteriyor olsa da, her iki çeşit için de ortak noktada kesişen ve kontrol grubu tohumları ile benzer

karakteristiği gösteren uygulamanın 150 mM NaCl uygulaması olduğu belirlenmiştir.

Dual ve Spring çeşitlerine ait tohumlarda farklı konsantrasyondaki NaCl çözeltileri ile gerçekleştirilen OK uygulamaları sonucunda elde edilen normal çimlenme, ortalama çimlenme süresi ve EC parametreleri göz önünde bulundurularak, her iki çeşit için de kabul edilebilecek en uygun OK dozunun 150 mM'lık NaCl konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Dual ve Spring çeşitlerinin tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi (OÇS) ve elektriksel iletkenlik (EC) değişimi üzerine etkileri.

Çeşit	OK Dozu (mM)	OK Sonrası Tohum Nem Kapsamı (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	OÇS (gün)	EC ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Dual	Kontrol	10.1	94.5 cde ^a	5.2 a	26.9 bc
	0	48.7	95.0 cde	4.4 cd	18.7 e
	50	48.4	94.5 cde	4.3 d	23.5 d
	100	48.0	92.0 e	4.3 d	25.5 cd
	150	47.7	95.5 bcde	4.4 cd	27.9 b
	200	47.5	93.5 de	4.5 c	35.5 a
Spring	Kontrol	10.2	98.5 ab	5.0 b	25.5 b
	0	49.9	97.0 abcd	4.0 e	12.1 e
	50	48.6	99.0 a	4.0 e	14.5 d
	100	48.7	95.5 bcde	4.0 e	22.8 c
	150	48.0	97.5 abc	4.0 e	25.3 b
	200	47.9	98.5 ab	4.0 e	28.3 a
Çeşit (A)			öd	öd	*
OK Dozu (B)			*	öd	*
A x B			*	*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir (P<0.05)

öd: Önemli değil

* 0.05 düzeyinde önemli fark

4.3. Bezelye Tohumlarında Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri

Dual ve Spring çeşidi bezelye tohumlarının tuza toleransının ve OK uygulamalarının tuza tolerans yeteneğinin geliştirilmesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, çimlendirme testleri sonucunda normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi, organlar bazında fide kuru ağırlıkları, tolerans oranı ve tolerans indeksi parametreleri değerlendirilmiştir.

4.3.1. Normal Çimlenme Oranı ve Ortalama Çimlenme Süresi

Dual bezelye çeşidinin tohumlarında kontrol, 150 mM NaCl ile ozmotik koşullandırma yapıldıktan sonra yüzeysel kurutma (OK) ve 150 mM NaCl ile ozmotik koşullandırma yapıldıktan sonra orijinal nem kapsamına kadar geriye kurutma (OK+GK) uygulamaları ile sulama suyu olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) NaCl çözeltilerinin normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Dual çeşidi tohumlarda farklı ozmotik koşullandırma uygulamalarını takiben yapılan çimlendirme testi sonuçlarına göre; normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi açısından ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

Kontrol grubu tohumlarda 0 mM'da %97.0 ve 50 mM'da %94.0 olarak tespit edilen normal çimlenme oranları arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı belirlenmiştir ($P > 0.05$). Ancak artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle azalan normal çimlenme oranının 100 mM'da %89.0, 150 mM'da %73.5 ve 200 mM'da %40.0'a düştüğü ve canlılıktaki bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

OK uygulaması görmüş olan tohumlarda normal çimlenme oranı açısından 150 mM NaCl konsantrasyonuna kadar istatistiksel farklılık olmamasına rağmen ($P > 0.05$), 200 mM'da normal çimlenme oranının %79.0'a

düşmüş olması nedeniyle istatistiksel açıdan önemli bir farklılık ortaya çıkmıştır ($P<0.05$).

OK + GK uygulaması görmüş olan tohumlarda ise normal çimlenme oranlarında 100 mM NaCl konsantrasyonuna kadar önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak artan konsantrasyonların etkisiyle 150 mM'da %89.0 ve 200 mM'da %51.0'e kadar gerileyen normal çimlenme oranları nedeniyle istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.4. Dual bezelye çeşidine ait tohumlarda farklı ön uygulamaların etkisiyle tuzlu koşullarda gerçekleşen normal çimlenme ve ortalama çimlenme süresi değerleri.

Ön uygulamalar	NaCl Konsant. (mM)	Normal Çimlenme Oranı (%)	OÇS (gün)
Kontrol	0	97.0 a ^a	5.3 k
	50	94.0 a	6.4 g
	100	89.0 b	7.4 d
	150	73.5 c	9.0 a
	200	40.0 e	9.0 a
OK	0	94.5 a	4.7 l
	50	97.0 a	5.6 i
	100	96.5 a	7.2 e
	150	94.5 a	8.0 c
	200	79.0 c	9.0 a
OK+GK	0	96.5 a	5.4 j
	50	96.0 a	6.2 h
	100	93.5 ab	7.1 f
	150	89.0 b	8.1 b
	200	51.0 d	9.0 a
Ön uygulamalar (A)		*	*
NaCl Konsantrasyonları (B)		*	*
A x B		*	*

^a Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

* 0.05 düzeyinde önemli fark

Ortalama çimlenme süresi bakımından yapılan incelemelerde, kontrol grubu tohumlarda 0 mM NaCl ile yapılan çimlendirme testlerinde 5.3 gün olarak tespit edilen ortalama çimlenme süresinin artan konsantrasyonların etkisiyle 50 mM'da 6.4, 100 mM'da 7.4, 150 mM'da ve 200 mM'da ise 9.0 güne kadar uzadığı ve ortaya çıkan farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu tohumlarda 0 mM'da 4.7 güne kadar kısaltılabilen ortalama çimlenme süresi, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle 50 mM'da 5.6, 100 mM'da 7.2, 150 mM'da 8.0 ve 200 mM'da ise 9.0 güne kadar uzamış ve ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

OK + GK uygulaması görmüş olan tohumlarda ise 0 mM'da 5.4 gün olarak tespit edilen ortalama çimlenme süresinin, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle 50 mM'da 6.2, 100 mM'da 7.1, 150 mM'da 8.1 ve 200 mM'da ise 9.0 güne çıktığı ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Spring bezelye çeşidinin tohumlarında kontrol, 150 mM NaCl ile ozmotik koşullandırma yapıldıktan sonra yüzeysel kurutma (OK) ve 150 mM NaCl ile ozmotik koşullandırma yapıldıktan sonra orijinal nem kapsamına kadar geriye kurutma (OK+GK) uygulamaları ile sulama suyu olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) NaCl çözeltilerinin normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Spring çeşidi tohumlarda farklı ozmotik koşullandırma uygulamalarını takiben yapılan çimlendirme testi sonuçlarına göre; normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi açısından ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksiyonu bakımından farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Kontrol grubu tohumlarda 100 mM NaCl konsantrasyonuna kadar normal çimlenme oranları arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ancak artan konsantrasyonların etkisiyle normal çimlenme oranının, 150 mM'da %80.0 ve 200 mM'da %36.5'e düştüğü ve azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

OK uygulaması görmüş olan tohumlarda 150 mM NaCl konsantrasyonuna kadar normal çimlenme oranı bakımından önemli farklılıklar olmamasına rağmen ($P>0.05$), 200 mM'da normal çimlenme oranı farklılık yaratacak düzeyde azalarak %47.5 olmuştur ($P<0.05$).

Benzer şekilde, OK + GK uygulaması görmüş olan tohumlarda da 150 mM NaCl konsantrasyonuna kadar normal çimlenme oranı bakımından önemli farklılıklar olmamasına rağmen ($P>0.05$), 200 mM'da normal çimlenme oranı %46.5 ile farklılık yaratacak düzeyde önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.5. Spring bezelye çeşidine ait tohumlarda farklı ön uygulamaların etkisiyle tuzlu koşullarda gerçekleşen normal çimlenme ve ortalama çimlenme süresi değerleri.

Ön uygulamalar	NaCl Konsant. (mM)	Normal Çimlenme Oranı (%)	OÇS (gün)
Kontrol	0	98.5 a ^a	5.2 i
	50	98.0 a	6.3 f
	100	96.5 abc	6.6 d
	150	80.0 d	8.0 b
	200	36.5 f	9.0 a
OK	0	97.5 ab	4.2 k
	50	96.5 abc	4.6 j
	100	97.5 ab	5.3 h
	150	93.5 bc	6.4 e
	200	47.5 e	9.0 a
OK+GK	0	95.5 abc	5.2 i
	50	96.5 abc	6.2 g
	100	95.5 abc	7.1 c
	150	92.5 c	8.0 b
	200	46.5 e	9.0 a
Ön uygulamalar (A)		*	*
NaCl Konsantrasyonları (B)		*	*
A x B		*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir ($P<0.05$)

* 0.05 düzeyinde önemli fark

Ortalama çimlenme süresi bakımından yapılan incelemelerde, kontrol grubu tohumlarda 0 mM NaCl ile yapılan çimlendirme testlerinde 5.2 gün olarak tespit edilen ortalama çimlenme süresinin artan konsantrasyonların etkisiyle 50 mM'da 6.3, 100 mM'da 6.6, 150 mM'da 8.0 ve 200 mM'da ise 9.0 güne kadar uzadığı ve artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu tohumlarda 0 mM'da 4.2 güne kadar kısaltılabilmiş olan ortalama çimlenme süresinin, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle 50 mM'da 4.6, 100 mM'da 5.3, 150 mM'da 6.4 ve 200 mM'da ise 9.0 güne kadar uzamasıyla uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık olduğu ortaya çıkmıştır ($P<0.05$).

OK + GK uygulaması görmüş olan tohumlarda ise 0 mM'da 5.2 gün ve artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle 50 mM'da 6.2, 100 mM'da 7.1, 150 mM'da 8.0 ve 200 mM'da ise 9.0 gün olarak belirlenen ortalama çimlenme süreleri arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

4.3.2. Organlar Bazında Fide Kuru Ağırlıkları

Dual çeşidine ait bezelye tohumlarında ön uygulama olarak yapılan OK uygulamaları ve sulama suyu olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltilerinin, fide gelişimi üzerine olan etkilerinin organlar bazında değerlendirilmesi amacıyla radikula, testa, kotiledon ve plumula kuru ağırlıkları ile toplam fide kuru ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Ön uygulamaların Dual çeşidi bezelye fidelerinde radikula kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çeşitli ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Radikula kuru ağırlıklarında artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle sürekli bir ağırlık kaybı meydana gelmiş ve bu kayıpların istatistiksel olarak

önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Radikula kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 17.7 mg ile OK uygulamasındaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 6.7 mg ile kontrol grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir.

Kontrol grubu fidelerde 0 mM'da 13.9 mg olan radikula kuru ağırlıklarının, 50 mM'da 11.3, 100 mM'da 8.6, 150 mM'da 7.5 ve 200 mM'da 6.7 mg'a kadar düştüğü ve azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu fidelerde 0 mM'da 17.7 mg olan radikula kuru ağırlığının 50 mM'da 14.6, 100 mM'da 11.6, 150 mM'da 9.9 ve 200 mM'da 8.2 mg olduğu tespit edilmiş ve kuru ağırlıktaki azalmalar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

OK + GK grubu fidelerde de radikula kuru ağırlıklarının artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle sürekli bir azalış eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir. 0 mM'da 16.0 mg olan radikula kuru ağırlığı 50 mM'da 14.9, 100 mM'da 10.1, 150 mM'da 8.0 ve 200 mM'da 7.2 mg olarak belirlenmiş ve ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Ön uygulamaların Dual çeşidi bezelye fidelerinde testa kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; ön uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Testa kuru ağırlıklarında artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle düzenli bir ağırlık değişimi olmamasına rağmen, kuru ağırlıklar arasında ortaya çıkan farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Testa kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 18.0 mg ile OK +GK uygulamasındaki 100 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 15.1 mg ile kontrol grubundaki 50 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir.

Kontrol grubu fidelerde 0 mM'da 16.5 mg, 50 mM'da 15.1, 100 mM'da 16.3, 150 mM'da 16.8 ve 200 mM'da 16.9 mg olarak belirlenen kuru ağırlıklar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

OK grubu fidelerde 0 mM'da 16.5 mg, 50 mM'da 17.2, 100 mM'da 16.7, 150 mM'da 17.3 ve 200 mM'da 17.0 mg olarak tespit edilen testa kuru ağırlıkları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

OK + GK grubu fidelerde ise 0 mM'da 16.6 mg, 50 mM'da 16.6, 150 mM'da 16.2 ve 200 mM'da 16.7 mg olarak hesaplanan testa kuru ağırlıkları arasında önemli farklılık bulunmamasına rağmen ($P>0.05$), 100 mM'da 18.0 mg olarak hesaplanan testa kuru ağırlığı nedeniyle ortaya çıkan farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Ön uygulamaların Dual çeşidi bezelye fidelerinde kotiledonların kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu bakımından ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Kotiledonların kuru ağırlıklarında, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle meydana gelen madde birikimine bağlı olarak sürekli bir ağırlık artışı olduğu ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Kotiledonların kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 137.3 mg ile kontrol grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değerler ise 99.9 ve 100.0 mg ile sırasıyla kontrol ve OK gruplarındaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir.

Kontrol grubu fidelerde kotiledonların kuru ağırlıkları 0 mM'da 99.9 mg, 50 mM'da 115.3, 100 mM'da 125.2, 150 mM'da 130.2 ve 200 mM'da 137.3 mg olarak hesaplanmış ve aralarındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu fidelerde 0 mM'da 100.0 mg olan kotiledon ağırlığının 50 mM'da 108.1, 100 mM'da 118.7, 150 mM'da 123.6 ve 200 mM'da 127.9 mg olarak hesaplanmış ve farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

OK + GK grubu fidelerde de aynı eğilimin devam ettiği ve 0 mM'da 106.3 mg olan kotiledon ağırlığının 50 mM'da 110.3, 100 mM'da 116.4, 150 mM'da

126.3 ve 200 mM'da 135.0 mg'a kadar yükseldiği ve farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Ön uygulamaların Dual çeşidi bezelye fidelerinde plumula kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Plumula kuru ağırlıklarında artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle sürekli bir ağırlık kaybı meydana gelmiş ve bu kayıpların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Plumula kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 17.4 mg ile OK uygulamasındaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 6.8 mg ile OK + GK grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir.

Kontrol grubu fidelerde 0 mM'da 14.2 mg olan plumula kuru ağırlığının 50 mM'da 11.1, 100 mM'da 9.8, 150 mM'da 9.2 ve 200 mM'da 9.1 mg'a kadar düştüğü ve azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu fidelerde 0 mM'da 17.4 mg, 50 mM'da 14.8, 100 mM'da 11.5, 150 mM'da 9.6 ve 200 mM'da 9.1 mg olarak hesaplanan plumula kuru ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

OK + GK grubu fidelerde de plumula kuru ağırlıklarında 0 mM 15.7, 50 mM'da 14.6, 100 mM'da 11.5, 150 mM'da 8.9 ve 200 mM'da 6.8 mg olacak şekilde sürekli bir azalış eğiliminin ortaya çıktığı ve bu azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Ön uygulamaların Dual çeşidi bezelye fidelerinde toplam fide kuru ağırlığının değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle kotiledonlarda meydana gelen madde birikimleri nedeniyle toplam fide kuru ağırlıklarında da sürekli bir ağırlık artışı olduğu ve artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Toplam fide kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 170.0 mg ile

kontrol grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 144.5 mg ile kontrol grubundaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Dual çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamalar ve sulama suyu NaCl konsantrasyonlarının farklı organlar ve toplam fide kuru ağırlığı üzerine etkileri.

Ön uygulamalar	NaCl konsant. (mM)	Organlar bazında fide kuru ağırlıkları (mg)				Toplam ağırlık (mg)
		Radikula	Testa	Kotiledon	Plumula	
Kontrol	0	13.9 d ^a	16.5 bc	99.9 j	14.2 d	144.5 j
	50	11.3 e	15.1 d	115.3 g	11.1 e	152.9 i
	100	8.6 g	16.3 c	125.2 de	9.8 f	159.9 de
	150	7.5 i	16.8 b	130.2 c	9.2 gh	163.7 c
	200	6.7 j	16.9 b	137.3 a	9.1 gh	170.0 a
OK	0	17.7 a	16.5 bc	100.0 j	17.4 a	151.7 i
	50	14.6 c	17.2 ab	108.1 hi	14.8 c	154.7 hi
	100	11.6 e	16.7 bc	118.7 f	11.5 e	158.6 efg
	150	9.9 f	17.3 ab	123.6 e	9.6 fg	160.4 de
	200	8.2 gh	17.0 b	127.9 cd	9.1 gh	162.3 cd
OK+GK	0	16.0 b	16.6 bc	106.3 i	15.7 b	154.6 hi
	50	14.9 c	16.6 bc	110.3 h	14.6 cd	156.4 fgh
	100	10.1 f	18.0 a	116.4 fg	11.5 e	156.0 gh
	150	8.0 h	16.2 c	126.3 de	8.9 h	159.4 def
	200	7.2 i	16.7 bc	135.0 b	6.8 i	165.7 b
Ön uygulamalar (A)		*	öd	*	*	*
NaCl konsant. (B)		*	*	*	*	*
A x B		*	*	*	*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir (P<0.05)

* 0.05 düzeyinde önemli fark

öd: Önemli değil

Kontrol grubu fidelerde 0 mM'da 144.5 mg olan toplam fide ağırlığı 50 mM'da 152.9, 100 mM'da 159.9, 150 mM'da 163.7 ve 200 mM'da 170.0 mg'a yükselmiş ve farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0.05).

OK grubu fidelerde 0 mM'da 151.7, 50 mM'da 154.7, 100 mM'da 158.6, 150 mM'da 160.4 ve 200 mM'da 162.3 mg olarak hesaplanan toplam fide kuru ağırlıkları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK + GK grubu fidelerde de 0 mM'da 154.6 mg olan toplam fide ağırlığının, 50 mM'da 156.4, 100 mM'da 156.0, 150 mM'da 159.4 ve 200 mM'da 165.7 mg'a yükseldiği ve bu artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Spring çeşidine ait bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamalar ve sulama suyu olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltilerinin, fide gelişimi üzerine olan etkilerinin organlar bazında değerlendirmesi amacıyla radikula, testa, kotiledon ve plumula kuru ağırlıkları ile fide toplam kuru ağırlıklarına ait ortalama değerler Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Spring çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamaların radikula kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu bakımından ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Radikula kuru ağırlıklarında artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle sürekli bir ağırlık kaybı olduğu ve bu kayıpların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Radikula kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 15.6 ve 15.5 mg ile OK ve kontrol uygulamalarındaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 5.9 mg ile kontrol grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan alınmıştır.

Kontrol grubu fidelerde 0 mM'da 15.5 mg olan radikula kuru ağırlığının 50 mM'da 10.9, 100 mM'da 8.5, 150 mM'da 6.2 ve 200 mM'da 5.9 mg'a kadar düştüğü ve azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu fidelerde 0 mM'da 15.6 mg, 50 mM'da 14.3, 100 mM'da 12.3, 150 mM'da 8.6 ve 200 mM'da 6.6 mg olarak bulunan radikula kuru ağırlıkları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

OK + GK grubu fidelerde de 0 mM'da 13.2, 50 mM'da 12.2, 100 mM'da 10.0, 150 mM'da 7.7 ve 200 mM'da 7.2 mg olarak hesaplanan radikula kuru ağırlıkları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Ön uygulamaların Spring çeşidi bezelye fidelerinde testa kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; ön uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksiyonu açısından farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Testa kuru ağırlıklarında artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle düzenli bir ağırlık değişimi olmamasına rağmen, kuru ağırlıklar arasında azalış yönünden ortaya çıkan farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Testa kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 17.0 ve 16.8 mg ile OK uygulamasındaki 0, 50 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarından elde edilirken, en düşük değer ise 14.0 mg ile OK grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan alınmıştır (Çizelge 4.7).

Kontrol grubu fidelerde testa kuru ağırlıklarının artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle genelde bir azalış eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir. 0 mM'da 16.4 mg olan testa kuru ağırlığının 50 mM'da 16.1, 100 mM'da 15.9, 150 mM'da 15.8 ve 200 mM'da 15.7 mg'a düştüğü ve farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Benzer şekilde OK grubu fidelerde de testa kuru ağırlıklarının artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle genelde bir azalış eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir. 0 mM'da 17.0 mg olan testa kuru ağırlığı, 50 mM'da 16.8, 100 mM'da 16.8, 150 mM'da 16.7 ve 200 mM'da 14.0 mg olarak hesaplanmış ve azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

OK + GK grubu fidelerde ise testa kuru ağırlıklarının artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle istatistiksel açıdan önemli bir değişim göstermedikleri tespit edilmiştir ($P>0.05$). 0 mM'da 15.3 mg olan testa kuru ağırlığının 50 mM'da 15.6, 100 mM'da 15.5, 150 mM'da 15.5 ve 200 mM'da 15.3 mg olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Spring çeşidi bezelye fidelerinde uygulamaların kotiledonların kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Kotiledonların kuru ağırlıklarında, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle meydana gelen madde birikimine bağlı olarak sürekli bir ağırlık artışı olduğu ve artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Kotiledonların kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 119.2 mg ile kontrol grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 73.3 mg ve 75.6 mg ile sırasıyla OK ve kontrol grubundaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Kontrol grubu fidelerde 0 mM'da 75.6 mg olan kotiledon ağırlığının 50 mM'da 93.2, 100 mM'da 102.9, 150 mM'da 110.9 ve 200 mM'da 119.2 mg'a kadar yükseldiği ve artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu fidelerde de kotiledonların kuru ağırlıklarında meydana gelen artışlar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). 0 mM'da 73.3 mg olan kotiledon ağırlığının 50 mM'da 81.8, 100 mM'da 88.6, 150 mM'da 109.5 ve 200 mM'da 115.5 mg'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir.

OK + GK grubu fidelerde ise 0 mM'da 89.6 mg, 50 mM'da 96.2, 100 mM'da 105.4 mg, 150 mM'da 110.1 ve 200 mM'da 113.7 mg olan kotiledon ağırlıkları arasında önemli farklılığın olduğu ($P<0.05$), ancak 150 ve 200 mM arasındaki farklılığın önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Ön uygulamaların Spring çeşidi bezelye fidelerinde plumula kuru ağırlığı değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Plumula kuru ağırlıklarında artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle sürekli bir ağırlık kaybı olduğu ve kayıpların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Plumula kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer

14.5 mg ile OK uygulamasındaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 5.2 mg ile kontrol grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

Kontrol grubu fidelerde 0 mM'da 13.1, 50 mM'da 10.0, 100 mM'da 7.3, 150 mM'da 5.5 ve 200 mM'da 5.2 mg olarak hesaplanan plumula kuru ağırlıkları arasındaki azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$), ancak 150 ve 200 mM arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

OK grubu fidelerde plumula kuru ağırlıklarının artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle sürekli bir azalış eğilimi gösterdikleri belirlenmiştir. 0 mM NaCl konsantrasyonunda 14.5 mg olan plumula kuru ağırlığının 50 mM'da 12.3, 100 mM'da 10.0, 150 mM'da 6.7 ve 200 mM'da 6.0 mg'a kadar düştüğü ve azalışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK + GK grubu fidelerde ise 0 mM'da 13.4 mg, 50 mM'da 11.5, 100 mM'da 7.9, 150 mM'da 7.3 ve 200 mM'da 7.2 mg olarak hesaplanan plumula kuru ağırlıkları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$), ancak 150 ve 200 mM arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Ön uygulamaların Spring çeşidi bezelye fidelerinde toplam fide kuru ağırlığının değişimi üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda; ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle kotiledonlarda meydana gelen madde birikimleri nedeniyle toplam fide kuru ağırlıklarında da sürekli bir ağırlık artışı olduğu ve artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Toplam fide kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 146 mg ile kontrol grubundaki 200 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değer ise 120.4 ve 120.6 mg ile OK ve kontrol gruplarındaki 0 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Spring çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamalar ve sulama suyu NaCl konsantrasyonlarının farklı organlar ve toplam fide kuru ağırlığı üzerine etkileri.

Ön uygulamalar	NaCl Konsant. (mM)	Organlar bazında fide kuru ağırlıkları (mg)				Toplam ağırlık (mg)
		Radikula	Testa	Kotiledon	Plumula	
Kontrol	0	15.5 a ^a	16.4 bc	75.6 j	13.1 b	120.6 i
	50	10.9 e	16.1 cd	93.2 fg	10.0 e	130.2 fg
	100	8.5 g	15.9 de	102.9 e	7.3 g	134.6 def
	150	6.2 jk	15.8 def	110.9 c	5.5 j	138.4 cd
	200	5.9 k	15.7 ef	119.2 a	5.2 j	146.0 a
OK	0	15.6 a	17.0 a	73.3 j	14.5 a	120.4 i
	50	14.3 b	16.8 a	81.8 i	12.3 c	125.2 h
	100	12.3 d	16.8 a	88.6 h	10.0 e	127.7 gh
	150	8.6 g	16.7 ab	109.5 cd	6.7 h	141.5 bc
	200	6.6 j	14.0 h	115.5 ab	6.0 i	142.1 abc
OK+GK	0	13.2 c	15.3 g	89.6 gh	13.4 b	131.5 efg
	50	12.2 d	15.6 efg	96.2 f	11.5 d	135.5 de
	100	10.0 f	15.5 fg	105.4 de	7.9 f	138.8 cd
	150	7.7 h	15.5 fg	110.1 c	7.3 g	140.6 bc
	200	7.2 i	15.3 g	113.7 bc	7.2 g	143.3 ab
Ön uygulamalar (A)		*	öd	*	*	*
NaCl Konsant. (B)		*	*	*	*	*
A x B		*	*	*	*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir (P<0.05)

* 0.05 düzeyinde önemli fark

öd: Önemli değil

Kontrol grubu fidelerde toplam fide kuru ağırlıkları 0 mM'da 120.6 mg, 50 mM'da 130.2, 100 mM'da 134.6, 150 mM'da 138.4 ve 200 mM'da 146.0 mg olarak bulunmuş ve artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

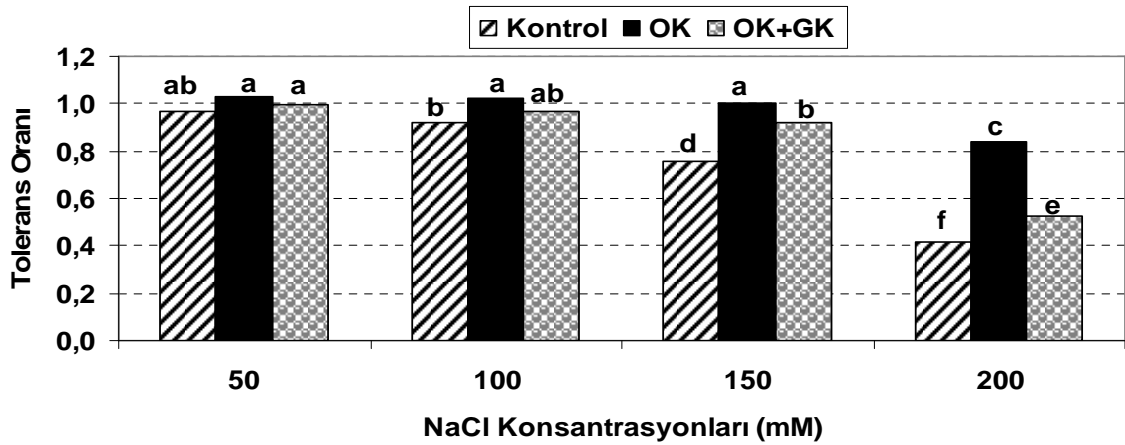
OK grubu fidelerde 0 mM'da 120.4 mg, 50 mM'da 125.2, 100 mM'da 127.7, 150 mM'da 141.5 ve 200 mM'da 142.1 mg olarak hesaplanan toplam fide kuru ağırlıkları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Ancak 150 ve 200 mM arasındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (P>0.05).

OK + GK grubu fidelerde de toplam fide kuru ağırlıklarının artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle sürekli bir artış eğilimi gösterdikleri tespit edilmiştir. 0 mM'da 131.5 mg olan toplam fide ağırlığının 50 mM'da 135.5, 100 mM'da 138.8, 150 mM'da 140.6 ve 200 mM'da 143.3 mg'a kadar yükseldiği ve artışların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

4.3.3. Tolerans Oranı

Denemeye alınan Dual ve Spring bezelye çeşitlerine ait tohumların NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına göstermiş oldukları toleransın karşılaştırılması amacıyla yapılan çimlendirme testleri sonucunda ortaya çıkan tolerans oranı değerleri Şekil 4. 1 ve 4. 2 (Ek 8 ve 9)'de gösterilmiştir.

Çimlendirme testleri sonucunda, Dual çeşidi tohumlarda tolerans oranı bakımından ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve bu iki faktörün interaksyonları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Dual çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamaların, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.

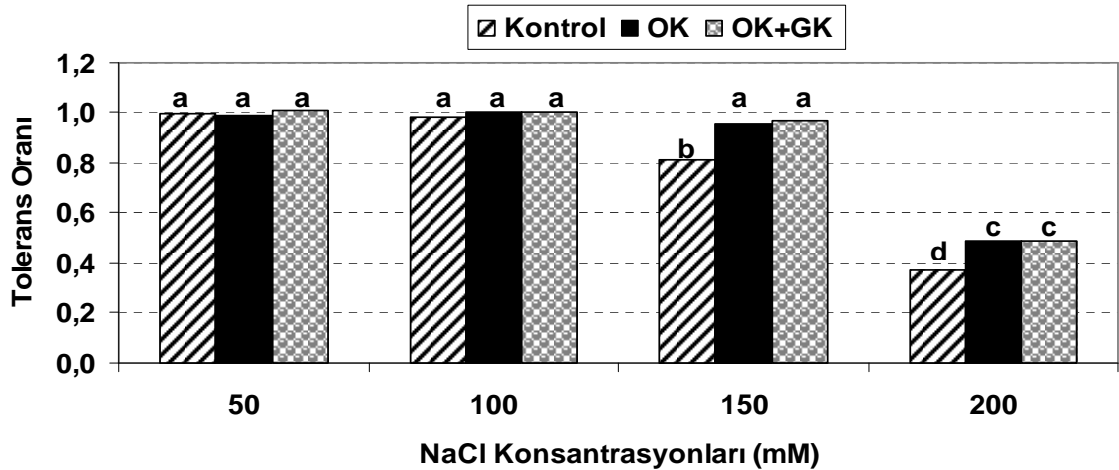
Ön uygulamaları takiben farklı NaCl konsantrasyonlarında hesaplanan tolerans oranı değerlerinin, her üç ön uygulama grubunda da artan konsantrasyonların etkisiyle azaldığı tespit edilmiştir.

Kontrol grubu tohumlarda başlangıçta 50 mM NaCl konsantrasyonunda 0.97 olarak hesaplanan tolerans oranı değerinin 100 mM'da 0.92, 150 mM'da 0.76 ve 200 mM'da 0.41'e düştüğü ve farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu tohumlarda da azalış eğilimi sürüyor olmasına rağmen 50 mM NaCl konsantrasyonunda 1.03, 100 mM'da 1.02, 150 mM'da 1.00 ve 200 mM'da 0.84 olarak hesaplanan tolerans oranı değerleri arasında istatistiksel açıdan farklılık sadece 200 mM'da ortaya çıkmıştır ($P<0.05$).

OK + GK grubu tohumlarda ise 50 mM NaCl konsantrasyonunda 1.00, 100 mM'da 0.97, 150 mM'da 0.92 ve 200 mM'da 0.53 olarak hesaplanan tolerans oranları arasında belirlenen farklılıkların istatistiksel açıdan 150 ve 200 mM'da önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Çimlendirme testleri sonucunda, Spring çeşidi tohumlarda tolerans oranı bakımından uygulamalar, sulama suyu NaCl konsantrasyonları ve bu iki faktörün interaksiyonları istatistiksel açıdan önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Şekil 4. 2).



Şekil 4.2. Spring çeşidi bezelye tohumlarında yapılan ön uygulamaların, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.

Ön uygulamaları takiben farklı NaCl konsantrasyonlarında hesaplanan tolerans oranı değerlerinin, her üç ön uygulama grubunda da artan konsantrasyonların etkisiyle azaldığı tespit edilmiştir.

Kontrol grubu tohumlarda başlangıçta 50 mM NaCl konsantrasyonunda 1.00 olarak hesaplanan tolerans oranı değerinin, 100 mM'da 0.98, 150 mM'da 0.81 ve 200 mM'da 0.37'ye düştüğü ve farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

OK grubu tohumlarda ise 50 mM NaCl konsantrasyonunda 0.99, 100 mM'da 1.00, 150 mM'da 0.96 ve 200 mM'da 0.49 olarak hesaplanan tolerans oranları arasında sadece 200 mM'da istatistiksel açıdan önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

OK grubuna benzer şekilde OK + GK grubu tohumlarda da 50 mM NaCl konsantrasyonunda 1.01, 100 mM'da 1.00, 150 mM'da 0.97 ve 200 mM'da 0.49 hesaplanan tolerans oranları arasında sadece 200 mM'da istatistiksel açıdan önemli farklılık olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

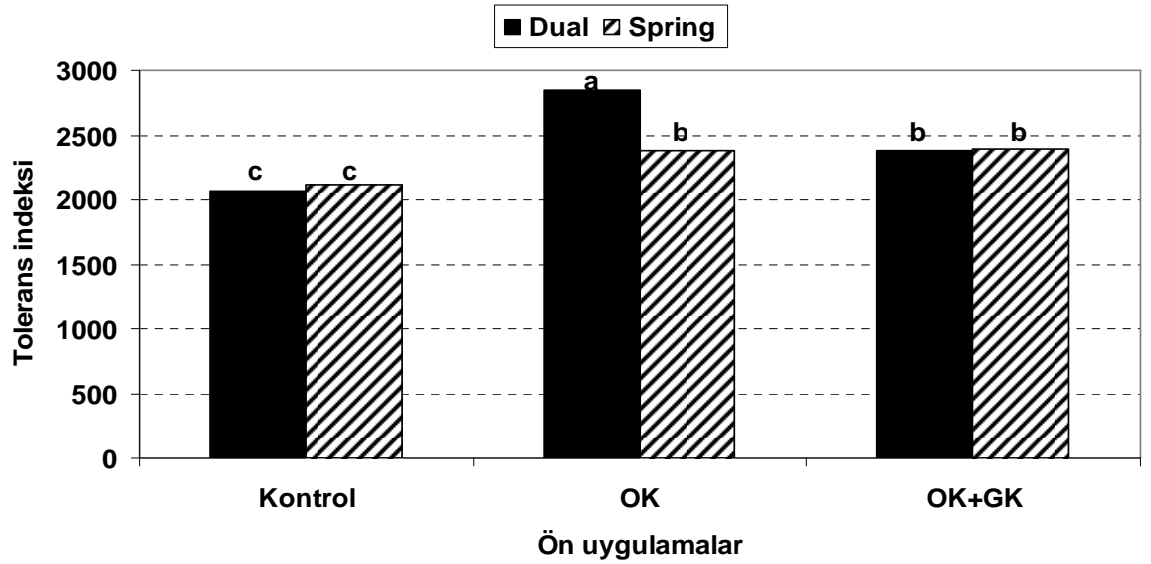
4.3.4. Tolerans İndeksi

Denemeye alınan bezelye çeşitlerine ait tohumların uygulanan NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına karşı genel tavırlarını ortaya koyabilmek ve çeşitlerin karşılaştırılmasında çeşit özelliklerinden kaynaklanabilecek gelişme farklılıklarını elimine edip, sadece tuza karşı olan performanslarını kıyaslayabilmek için hesaplanan tolerans indeksi değerleri Şekil 4.3 (Ek 8 ve 9)'te gösterilmiştir.

Dual ve Spring çeşidi tohumlar ile yapılan çimlendirme testleri sonucunda, tolerans indeksi bakımından ön uygulamalar, NaCl konsantrasyonu ve ön uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonunun etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Dual bezelye çeşidinde kontrol uygulaması ile 2065.07 olarak tespit edilen tolerans indeksi Spring bezelye çeşidinin aynı grubunda 2109.60 olarak belirlenmiş; fakat çeşitler arasındaki bu farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Ozmotik koşullandırma uygulamaları her iki

çeşitte de tuza toleransı arttırmış ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Özellikle OK uygulamasının etkisiyle Dual çeşidi tohumlarda Spring çeşidi tohumlara oranla tuza tolerans yeteneğinin daha fazla gelişmiş olduğu belirlenmiştir. Dual bezelye çeşidinde OK uygulaması ile 2849.34 olarak en yüksek değerde tespit edilen tolerans indeksi Spring bezelye çeşidinin aynı grubunda 2383.25 olarak belirlenmiştir. Ancak Dual çeşidi bezelye tohumlarında OK uygulaması ile elde edilen yüksek tolerans indeksi değerinin geriye kurutmanın etkisiyle azaldığı ve OK+GK uygulamasının 2382.31 olduğu belirlenmiştir. Spring çeşidi bezelye tohumlarında ise OK+GK uygulamasında 2396.91 olarak belirlenen tolerans indeksi değerinin OK uygulamasındakinden daha iyi olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Dual ve Spring çeşidi bezelye tohumlarında NaCl ile yapılan ön uygulamaların normal çimlenme oranı bazında belirlenen tolerans indeksi üzerine etkileri.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Dual ve Spring çeşitlerine ait bezelye tohumlarında çimlenme ve fide gelişimi aşamalarında tuza toleransı arttırmak, NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma (OK) uygulamalarının kullanım olanaklarını araştırmak ve bezelye tohumlarında NaCl ile yapılan OK uygulamaları için, ilk kez uygun bir protokol geliştirebilmek amacıyla çeşitli denemeler gerçekleştirilmiştir. OK uygulamaları, geriye kurutma uygulamaları, nem kapsamı tayinleri, çimlendirme testleri ve elektriksel iletkenlik testleri yapılarak tuzlu koşullarda çeşitli fizyolojik parametreler bazında tohum canlılığı ve gücündeki değişimler ile fide gelişiminin ilk aşamalarındaki değişimler değerlendirilmiştir.

Tuz stresinin tohumlardaki etkisi ile bitkinin diğer gelişme evrelerindeki etkisi, su alım mekanizmaları bakımından farklıdır. Tohumlarda su alımı pasif yolla gerçekleştiğinden, tuzun ilk etkisi ozmotik stres yoluyla ortaya çıkmakta, toksik iyon etkisi daha ileri aşamalarda görülebilmektedir. Beslenme noksanlığından ise bu aşamada bahsetmek oldukça güçtür. Bu nedenle, bitkilerin tuza toleransının artırılmasında tohumların ozmotik strese adaptasyonu önem kazanmaktadır. Bu adaptasyonun gerçekleştirilmesinde suyun ozmotik potansiyelini düşüren diğer kimyasal maddelerden çok, stresin temelini oluşturan NaCl'ün kullanımı daha etkili olabilir (Sivritepe ve ark. 1996). Nitekim OK ile bitkilerin tuza adaptasyonunda, *in vitro* koşullarda hücre bazında tütünde yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar alınmıştır (Heyser ve Nabors 1981, Binzel ve ark. 1985). Cano ve ark. (1991) ise farklı domates çeşitlerinin tohumlarında NaCl ile yapılan OK uygulamalarının sadece tohumların tuza adaptasyonuna değil, bitkinin diğer büyüme ve gelişme dönemlerinde de tuza toleransı arttırdığını, çeşitlere bağlı olarak değişmekle birlikte verimde de artışlara neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

Tohum aşamasında OK tekniğinden faydalanılarak tuza toleransın artırılmasında, toksik iyon etkileri nedeniyle bitki tür ve çeşidine bağlı olarak öncelikle optimum NaCl konsantrasyonlarının belirlenmesi gerekmektedir (Sivritepe ve ark. 1996).

Birinci denemede farklı sürelerde (1, 2 ve 3 gün) ve 100 mM konsantrasyondaki NaCl çözeltisi kullanılarak yapılan OK uygulamalarında, çeşitlere bağlı olarak, 2. günün sonunda yaklaşık %2-3 oranında çimlenmeye başlayan tohumların 3. günde yaklaşık %9-10 oranında çimlendikleri belirlenmiş ve bu nedenle birinci denemeye son verilmiştir. Kullanılan NaCl dozunun çözeltinin ozmotik potansiyelini yeterince düşürememesi nedeniyle, bir sonraki denemede daha yüksek dozların kullanılmasına karar verilmiştir.

İkinci denemede, Dual ve Spring çeşitlerine ait bezelye tohumları, yine 1, 2 ve 3 gün süre ile 200 ve 300 mM konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri kullanılarak OK uygulamalarına tabi tutulmuştur. Dual çeşidi tohumlar ile yapılan 3 günlük uygulamalarda 200 mM'da yaklaşık %8 ve 300 mM'da yaklaşık %4, Spring çeşidi tohumlarda ise 200 mM'da yaklaşık %10 ve 300 mM'da yaklaşık %5 oranında çimlenmeler meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca OK uygulamalarını takiben, yapılan çimlendirme testleri sonuçlarına göre de 300 mM NaCl ile yapılan OK uygulamalarında canlılığın belirgin bir şekilde düştüğü tespit edilmiştir. Genel olarak 2 ve 3 günlük OK uygulamalarının, ortalama çimlenme süresinin kısalması üzerine olan etkileri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Bununla birlikte 3 günlük uygulamalar nedeniyle tohumlarda çimlenmelerin meydana geliyor olması göz önünde bulundurularak, OK uygulamalarının 3. güne uzatılmamasına karar verilmiştir. Bu veriler göz önünde bulundurulduğunda, 2 gün süre ile yapılan OK uygulamalarının Dual ve Spring çeşitlerine ait bezelye tohumlarında kullanılabileceği ve NaCl ile yapılan 300 mM'lık uygulamaların toksik etki yaratması nedeniyle kullanılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Üçüncü denemede ise, 0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl çözeltileri ile 16°C'de 2 gün süre ile aynı birinci ve ikinci denemelerde olduğu gibi OK uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ancak bu denemede OK sonrası nem kapsamları yükselmiş olan tohumlar iki gruba ayrılıp bir kısmı yüzeysel olarak, diğer kısmı ise orijinal nem kapsamlarına gelinceye kadar kurutulduktan sonra nem kapsamlarının belirlenebilmesi amacıyla yeniden tartılmıştır. Daha sonra yüzeysel olarak kurutulmuş olan tohumlar çimlendirme testlerine tabi

tutulmuşlardır. Orijinal nem kapsamlarına gelinceye kadar kurutulmuş olan tohumlar ise elektriksel iletkenlik testlerine tabi tutulmuşlardır.

Ön denemeler olarak da adlandırabileceğimiz birinci, ikinci ve üçüncü denemelerden elde edilen sonuçlarda; artan NaCl konsantrasyonları ile normal çimlenme oranı arasında negatif bir korelasyon olduğu, ancak 200 mM'a kadar istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın oluşmadığı gözlemlenmiştir ($P>0.05$). Ortalama çimlenme süreleri ile artan NaCl konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyon bulunduğu ve yine normal çimlenme oranı sonuçlarına benzer şekilde 200 mM'a kadar istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın oluşmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak elektriksel iletkenlik bazında yapılan değerlendirmelerde, her iki çeşitte de yapılan OK uygulamalarının, tohum performansı üzerine önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Matthews ve Powell (1981)'in yaptıkları derecelendirmeye göre Dual ve Spring bezelye çeşitlerine ait tohumların, sadece uygun koşullarda erken ekime uygun olduklarının belirtildiği ikinci grupta yer aldıkları tespit edilmiştir (Ek 7). Ancak OK uygulamalarının etkisiyle Dual ve Spring çeşitlerinde kontrol grubu tohumlara kıyasla tohum gücünün 0, 50 ve 100 mM'da arttığı ve her türlü koşulda erken ekim için elverişli hale geldiği, 150 mM'da kontrol grubu ile istatistiksel açıdan farklılık yaratmayacak düzeyde kaldığı ($P>0.05$) ve 200 mM'da ise oldukça azaldığı tespit edilmiştir. Farklı konsantrasyondaki NaCl çözeltileri ile gerçekleştirilen OK uygulamaları sonucunda elde edilen normal çimlenme, ortalama çimlenme süresi ve EC parametreleri göz önünde bulundurularak, her iki çeşit için de kabul edilebilecek en uygun OK dozunun 150 mM'lık NaCl konsantrasyonu olduğu tespit edilmiştir.

Normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi parametreleri birlikte değerlendirildiğinde bezelye tohumları kullanılarak yapılan OK uygulamaları için en uygun protokolün, 16°C sıcaklıkta 2 gün süreyle 150 mM konsantrasyondaki NaCl çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilen OK uygulaması olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca OK sonrasında her iki bezelye çeşidinin de tohumlarının ulaştıkları nem kapsamı hesaplanmıştır. OK süresi arttırıldıkça tohumların nem kapsamlarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Tohum nem kapsamlarının

%47-48 aralığında hesaplandığı denemelerde uygulanan protokolün, OK uygulamaları için optimum koşullar olduğu tespit edilmiştir.

Ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre en uygun şekilde gerçekleştirilen asıl denemede, her iki çeşidin tohumları 16°C sıcaklıkta 150 mM NaCl konsantrasyonunda 2 gün süreyle OK uygulamasına tabi tutulmuştur. OK sonrası tohumların bir grubu yüzeysel olarak, diğer grubu ise orijinal nem kapsamına gelinceye kadar geriye kurutulduktan sonra (OK+GK), uygulama görmemiş kontrol grubu tohumlar ile birlikte farklı NaCl (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) çözeltileri ile sulanarak çimlendirme testlerine alınmışlardır. Ayrıca çimlendirme testleri esnasında gelişen bezelye fideleri, denemelerin son gününde organlar bazında değerlendirilmek üzere kesme işlemine tabi tutulduktan sonra, kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Ekonomik önemi yüksek olan birçok sebze türünde üretim fide ile yapıldığından, doğrudan tohum ekimi ile üretilebilen bezelye gibi tuza hassas sebzeler (Maas 1990, Shannon ve Grieve 1999) açısından, tuz zararının çimlenme dönemindeki etkileri üzerine fazla araştırma yoktur. Yine de çeşitli sebze türlerinde yapılmış olan araştırmalar, tuzun tohumlarda çimlenme oranını azalttığını ve ortalama çimlenme süresini arttırdığını ortaya koymaktadır (Levitt 1980, Chartzoulakis 1992, 1994b, Franco ve ark. 1993, Sivritepe ve ark. 1999a, b, Chartzoulakis ve Klapaki 2000, Sivritepe ve ark. 2003, Esmailpour ve ark. 2006, Amjad ve ark. 2007). Bu araştırmada da artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak Dual ve Spring bezelye çeşitlerinde çimlenme oranlarının azaldığı ve ortalama çimlenme sürelerinin arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1- 4.5).

Bu araştırma sonucunda, Dual çeşidinde normal çimlenme oranı bakımından, kontrol grubu tohumlarda 50 mM NaCl konsantrasyonuna kadar tuza tolerans yeteneğinin olduğu ancak bu noktadan sonra canlılığın hızlı bir şekilde düştüğü tespit edilmiştir. OK grubu tohumlarda ise tolerans yeteneği 150 mM'a kadar çıkarılabilmiş ve bu noktadan sonra canlılıkta düşüş meydana gelmiştir. Ancak OK uygulamaları sonucunda kazanılmış olan tuza tolerans yeteneğinin bir kısmının, geriye kurutma uygulamalarının etkisiyle azalmaya başladığı ve OK+GK grubunda tolerans yeteneğinin 100 mM'dan sonra azalması neticesinde canlılıkta düşüş meydana gelmiştir. Bu sonuç

Brocklehurst ve ark. (1984)'nin pırasa tohumlarında, OK uygulamaları sonrasında yapılan geriye kurutma uygulamasının etkisiyle kazanılmış olan faydalı etkinin kaybedildiğini belirttikleri çalışma ile paralellik göstermiştir. Ancak Demir ve ark. (2005), tarafından biberlerde yapılan çalışmada ise OK uygulamaları sonrası, farklı geriye kurutma uygulamalarının etkisiyle canlılıkta meydana gelen düşüşlerin kurutma sıcaklığı ve oransal nemin etkisiyle de değişkenlik gösterebileceği belirtilmiştir.

Spring çeşidinde ise normal çimlenme oranı bakımından, kontrol grubu tohumlarda 100 mM NaCl konsantrasyonuna kadar tuza tolerans yeteneğinin olduğu ancak bu noktadan sonra canlılığın hızlı bir şekilde düştüğü tespit edilmiştir. Dual çeşidine kıyasla Spring çeşidinde OK uygulamaları ile kazanılmış olan tuza tolerans yeteneğinin, geriye kurutma uygulamalarının etkisiyle değişkenlik göstermediği tespit edilmiştir. Bu durumu çeşit özelliğine bağlı bir karakter olarak nitelendirmek mümkündür. Hem OK grubunda hem de OK+GK grubunda tolerans yeteneğinin 150 mM'a kadar çıkarılabildiği ve bu noktadan sonra canlılıkta düşüşlerin meydana geldiği belirlenmiştir.

Araştırmamızda Dual ve Spring bezelye çeşitlerinde, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle normal çimlenme oranlarının azaldığı, ortalama çimlenme sürelerinin uzadığı ve elektriksel iletkenlik değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Tohum canlılığındaki azalma ile güç kaybı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Ayrıca her iki çeşitte de ortalama çimlenme sürelerindeki artış (güç kaybı) ile elektriksel iletkenlikteki artış arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar Doijode (1990) ve Demirkaya (2006)'nın soğan tohumlarında canlılık ve güç kaybının, tohumdan madde sızıntısındaki artışla pozitif bir ilişki içerisinde olduğunu belirttikleri çalışmaları teyit edilmiştir.

Farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri ile yapılan OK uygulamalarını takiben gerçekleştirilen elektriksel iletkenlik testlerinde, artan konsantrasyonların etkisiyle tohumdan sızan maddelerde de artış olduğu belirlenmiştir. Yani canlılık düştükçe elektriksel iletkenliğin arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar; Pearce ve Abdel Samad (1980)'in yerfıstığı tohumlarında, Tilden ve West (1985)'in soya fasulyesi tohumlarında,

Ram ve Wiesner (1988)'in buğday tohumlarında, Pandey (1989a)'in fasulye tohumlarında, Pandey (1989b), Doijode (1990), Basra ve Malik (1994), İlbi ve Eser (2004) ile Demirkaya (2006)'nın soğan tohumlarında, Zeng ve ark. (2004)'nin hıyar tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralellik göstermiştir.

Tuza tolerans yeteneğinin tam olarak ölçülebilmesinin mümkün olmaması nedeniyle birkaç parametrenin bir arada incelenmesi oldukça önemlidir. Bunlar çimlenme esnasındaki tolerans, sürgünlerin kuru ağırlığı, köklerin kuru ağırlığı ve tuz stresi altındaki bitkinin gelişimi olarak sayılabilir (Shannon ve Grieve 1999).

Tuz stresi altında bitkilerin ilk tepkileri görsel olarak tespit edilebilir. Bu tepkilerin bitki büyümesinde duraksamalar, yeşil aksam oluşumunda azalmalar, bitki boyu, yaprak alanı ve yaprak sayısında azalmalar olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Greenway ve Munns 1980, Munns ve Termaat 1986, Mer ve ark. 2000)

Bu çalışmada elde edilen veriler; Dual ve Spring bezelye çeşitlerinin fidelerinde, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle radikula ve plumula kuru ağırlıklarında önemli düşüşler olduğunu ortaya koymuştur. Radikula ve plumula kuru ağırlıkları ile NaCl konsantrasyonları arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur (Çizelge 4.6 ve 4.7). Bu bağlamda, araştırmamızdan elde edilen sonuçlar; tuz stresine maruz kalan bezelye (Elsheikh ve Wood 1990), fasulye (Abbas ve ark.1991), kavun (Franco ve ark.1993), asma (Sivritepe 1995), hıyar (Lechno ve ark. 1997), şeker pancarı (Shannon ve Grieve 1999) ve domateste (Romero-Aranda ve ark. 2001) kök, gövde ve sürgün büyümesinin azaldığı; tuzlu koşullarda arpa ve buğdayın (Mer ve ark. 2000) büyüyen kısımlarında büyüme hızının düşük olup bodur bir yapı sergilediği belirtilen çalışmalar ile paralellik göstermiştir. Bezelye fidelerinde testa kuru ağırlıkları bakımından düzenli bir değişim olmamasına rağmen, kuru ağırlıklar arasında lokal sayılabilecek düzeyde artış ya da azalış şeklinde meydana gelen farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Özellikle kotiledon kuru ağırlıklarında meydana gelen artışlar, fide toplam kuru ağırlıklarının da artmasına sebep olmuştur. Bu nedenle fide toplam kuru ağırlıkları bakımından literatürdeki bazı çalışmalar ile tezat oluşturabilecek sonuçlar elde edilmiştir.

Sulama suyunun artan tuzluluğu nedeniyle çeşitli meyve, sebze ve tarla bitkilerinin biyokütlelerinde değişik oranlarda azalmaların olduğu belirtilmiştir (Sivritepe 1995, Scardaci ve ark. 2002, Sivritepe ve ark. 2003, 2005, 2008, Kaya ve ark. 2007).

Bu çalışmada kotiledonların kuru ağırlıklarında, artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle meydana gelen madde birikimine bağlı olarak sürekli bir ağırlık artışı olduğu tespit edilmiştir. Kotiledonlardaki ağırlık artışının sebeplerini çeşitli şekillerde açıklamak mümkündür. İlk olarak sulama suyu kaynaklı tuzluluktan asgari düzeyde etkilenebilmek amacıyla bezelye tohumlarının, toksik etkiye sahip olduğu ve fazlaca alındığı bilinen Na ve Cl iyonlarını köklere en yakın noktada bulunan depo organlarında yani kotiledonlarda biriktirme yolunu seçmiş olabilecekleri düşünölmektedir. Çünkü yapılan bazı çalışmalarda tuz stresi altındaki bitkilerde, tuzun hücreler içinde tutulduğu ve tuz bezleri gibi özelleşmiş hücrelerde biriktirildiğı tespit edilmiştir (Zhang ve ark. 2001). Bununla birlikte, kotiledonlardaki ağırlık artışını tuza tolerans ile ilgili ortaya çıkan çeşitli sekonder metabolitlerin birikimleri ile de açıklamak mümkündür. Yapılan çeşitli araştırmalarda, farklı türlere ait tuz stresi altındaki bitkilerde çeşitli karbonhidratların (sakkaroz, heksoz ve şeker alkoller) değişen oranlarda biriktiğı belirtilmiştir. Aynı zamanda ozmotik strese karşı toleransın geliştirilmesiyle şeker birikimi arasında güçlü bir ilişkinin varlığından söz edilmiştir (Abd-El Baki ve ark. 2000, Gilmour ve ark. 2000, Streeter ve ark. 2001, Taji ve ark. 2002, Bartels ve Sunkar 2005). Kurulan bu hipoteze göre, şekerlerin çeşitli ozmotik düzenleyiciler gibi davranarak ve/veya önemli bazı makro moleküllerin korunmasını sağlayarak hücre zarı stabilitesinin korunmasına yardımcı olduğu düşünölmektedir. Tuz stresi altındaki bitkilerde şeker ve türevi maddelerin birikimlerinin yanı sıra; çeşitli amino asitler (alanin, arginin, glisin, serin, lösin, valine ve prolin) ile protein olmayan amino asitlerin (sitrulin ve ornitin) (Wyn Jones 1981, Ashraf ve Waheed 1993, Ashraf 1994b, Mansour 2000), glutamin ve asparagin gibi amidlerin (Mansour 2000, Dubey 1997) de biriktikleri tespit edilmiştir.

Buraya kadar elde ettiğimiz veriler, tuzun bitki bünyesine olan kısıtlayıcı etkilerini ve bitki bünyesinde teşvik ettiğı metabolik bozulmayı göstermektedir.

Ancak fizyolojik süreçlerde mutlak surette iyonik yapı ve iyon değişimleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü iyonların etkisiyle oluşabilecek primer ya da sekonder stresler değişik zararlanma şekilleridirler ve bitki büyümesini de dolaylı şekilde etkileyebilirler (Sivritepe 1995). Çeşitli kaynaklarda Na/K ve Na/Ca dengelerinin aşırı Na birikimi neticesinde bozulmasıyla tuz zararının arttığı bildirilmiştir (Greenway ve Munns 1980, Levitt 1980, Sivritepe 1995, Akıncı ve ark. 2004).

Rhoades ve ark. (1992), kök bölgesindeki tuzluluğun, metabolik sentezi ve hücre büyümelerini kapsayan büyüme oranlarına zararlı etki yaptığını belirtmektedirler. Tuzluluğun bitkilerin K içeriğine etkisine ilişkin yapılan çalışmalarda tuz uygulamasına bağlı olarak ortama verilen Na'un K ile bir rekabet içerisine girdiği ve böylece bitkiler tarafından K alınımının engellendiği ya da kök vakuollerindeki K'un Na ile yer değiştirdiği ifade edilmiştir (Hecht-Bucholz 1982). Ayrıca tuz uygulamasına bağlı olarak bitkiyi tuzluluğa karşı toleranslı kılabilmek için, aşırı Na varlığında Na'a eşdeğer Ca'un bulunması gerektiği ifade edilmiştir (Clarkson ve Hanson 1980, Epstein 1981). Başka bir çalışmada ise tuz stresi altında Cl iyonunu daha az biriktiren veya bünyesinden uzak tutan / uzaklaştıran bitkilerin tuza toleransının daha fazla olacağı bildirilmiştir (Kuşvuran ve ark. 2008).

Özet olarak bitkilerin tuzlu koşullarda Na iyonu yerine K veya Ca iyonlarını almayı tercih etmelerini sağlayan seçicilik özelliğinin gelişmiş olması ve buna bağlı olarak ölçülen yüksek K/Na ve Ca/Na oranlarının, tuza toleranslı genotip seçimlerinde kullanılabilir bir parametre olabileceği ortaya konulmuştur (Maathuis ve Altmann 1999).

Stres altındaki canlıların genelinde olduğu gibi bitkilerde de stres karşısında serbest oksijen radikallerini zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri yüksek olduğunda, o bitkiler oksidatif zararlanmaya karşı daha dayanıklı olmaktadır (Yaşar ve ark. 2008). Son yıllarda yapılan çalışmalarda tuza tolerans yeteneğinin geliştirilmesinde çeşitli enzim mekanizmalarının da aktif rol aldıkları düşünülmektedir. Pek çok araştırmacı, değişik türlerde yapmış oldukları çalışmalarla, bitkilerin tuzun zararlı etkilerinden korunmak için genetik

yapılarının desteklediği ölçüde süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POX), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) gibi bazı antioksidan enzim aktivitelerini yükselttiklerini rapor etmektedirler (Gossett ve ark. 1996, Harinasut ve ark. 2003, Yaşar ve ark. 2006, Sivritepe ve ark. 2008). Öte yandan bezelyede (Hernandez ve ark. 1995), kavunda (Yaşar ve ark. 2006, Sivritepe ve ark. 2008), karpuzda (Yaşar ve ark. 2008) yapılan bazı çalışmalarda, tuz stresinin APX enzimi aktivitesini toleranslı çeşitte arttırdığı, duyarlı çeşitte ise bir değişiklik yaratmadığı bildirilmektedir. Kavunda yapılan bir araştırmada ise tuz stresinin etkisiyle, malondialdehit kapsamı bakımından kontrol grubunda herhangi bir değişiklik tespit edilemezken, OK uygulaması yapılmış olan gruptan elde edilen değerlerin kontrole kıyasla oldukça azaldığı tespit edilmiştir (Sivritepe ve ark. 2008).

Bezelyede, çimlenme aşamasında uygulanan yüksek tuz (NaCl) konsantrasyonlarının fide gelişimini olumsuz yönde etkilediği; ancak tuza tolerans yeteneğinin geliştirilebilmesi özelliği bakımından, denemelerde yer alan bezelye çeşitleri arasında önemli düzeyde farklılıkların ortaya çıktığı belirlenmiştir ($P < 0.05$). Denemeye alınan Dual ve Spring bezelye çeşitlerine ait tohumların NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına göstermiş oldukları toleransın karşılaştırılması amacıyla yapılan çimlendirme testleri sonucunda ortaya çıkan tolerans oranı ve tolerans indeksi değerleri incelendiğinde, her iki çeşitte de NaCl ile yapılan OK uygulamalarının tuza toleransın artırılmasında etkili olduğu bulunmuştur. Bu sonuç hıyarda (Passam ve Kakouriotis 1994), domateste (Cayuela ve ark. 1996), kavunda (Sivritepe ve ark. 1999, 2003), biberde (Çay 2005) ve soğanda (Sivritepe 2000a, Sivritepe ve Sivritepe 2007) yapılan OK uygulamaları sonucunda, kontrol grubu tohumlarına kıyasla tolerans oranı ve tolerans indeksi bakımından artışların tespit edildiği çalışmalar ile paralellik göstermiştir. Özellikle tuza tolerans açısından Dual ve Spring çeşitleri arasında farklılık olmamasına rağmen, Dual bezelye çeşidinde OK uygulamasının etkileri daha çarpıcı olarak ortaya çıkmıştır. Ancak Dual çeşidi bezelye tohumlarında OK uygulaması ile kazanılmış olan yüksek tolerans yeteneğinin geriye kurutmanın etkisiyle azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.1- 4.3).

Bu çalışma bezelye tohumlarında NaCl ile yapılan OK uygulamalarının tuza tolerans yeteneğinin geliştirilmesi ile ilgili olarak gerçekleştirilen ilk araştırma olmakla birlikte, ülkemizde yaygın olarak yetiştiricilikte kullanılmakta olan iki bezelye çeşidinin tuza toleranslarının ortaya konması bakımından da önemlidir. Özellikle tuza hassas olduğu bilinen (Ek 1), ekonomik önemi yüksek olan ve yaygın bir şekilde yetiştiriciliği yapılan bezelye tohumlarında daha önceden bu tür bir çalışmanın hiç yapılmamış olması, bu çalışma ile ilk kez ortaya konan bezelye tohumlarında NaCl ile yapılan OK protokolünün önemini bir kat daha arttırmaktadır. Bu tür çalışmaların diğer bezelye çeşitleri ile birlikte farklı sebze türlerinde de denenmesi ve uygun protokollerin oluşturulması, her geçen gün artan tuzluluk sorununu bertaraf edebilmemiz açısından önemlidir. Bundan sonra bezelyelerde yapılacak çalışmalarda, tuza tolerans ile ilgili çeşitli iyonlar, aminoasitler, protein ve şekerlerin tespit edilmesi, malondialdehit kapsamı ve çeşitli antioksidatif enzimlerin aktivitelerinin belirlenmesi ile moleküler düzeyde tuza toleransın geliştirilmesi gibi konuların araştırılması yerinde olacaktır. Bunun ötesinde, NaCl ile OK uygulamalarının tuza toleransın artırılmasında sadece çimlenme ve fide gelişimi aşamalarındaki etkileri değil, bitkinin diğer büyüme ve gelişme dönemlerine olan etkilerinin de araştırılması gerekmektedir. Ayrıca bezelye tohumlarında OK uygulamaları ile kazanılmış olan tolerans yeteneğinin, depolama esnasında ne kadar süre korunabileceği ve diğer türlerde de nasıl bir süreç gerektiğinin belirlenmesi tohum teknolojisi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- ABBAS, M.A., M.E. YOUNIS, W.M. SHUKRY. 1991. Plant Growth, Metabolism and Adaptation in Relation To Stress Condition. The Effect of Salinity on the Internal Solute Concentrations in *Phaseolus vulgaris*. J. Plant Physiol. 138(6): 722-727.
- ABD-EL BAKI, G.K., F. SIEFRITZ, H.M. MAN, H. WEINER, R. KALDENHOFF, W. KAISER. 2000. Nitrate Reductase in *Zea mays* L. under Salinity. Plant Cell Environ. 23: 515-521.
- AKINCI, I.E., S. AKINCI, K. YILMAZ, H. DIKICI. 2004. Response of Eggplant Varieties (*Solanum melongena*) To Salinity in Germination and Seedling Stages. New Zeal. J. Crop Hort. 32(2): 193-200.
- AL-KARAKI, G.N. 2000a. Morphological and Yield Traits of Wild Legume (*Tetragonolobus palaestinus*) Populations. J. Argon. Crop Sci. 184(4): 267-270.
- AL-KARAKI, G.N. 2000b. Growth, Sodium and Potassium Uptake and Translocation in Salt Stressed Tomato. J. Plant Nutr. 23(3): 369-379.
- ALSAIDI, I.H., L.A. SHAKIR, Z.A. DAWOOD, B.J. ALAWI. 1985. Effect Of Saline Condition On Growth and Mineral Content in Different Parts of Grapevine W.Deiss (*V. vinefera* L.). Ann. Agric. Sci. 30(2): 1495-1512.
- ALVARADO, A.D., K.J. BRADFORD. 1988. Priming and Storage of Tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) Seeds. I. Effects of Storage Temperature on Germination Rate and Viability. Seed Sci. Technol. 16: 601-602.
- AMJAD, M., K. ZIAF , Q. IQBAL , I. AHMAD , M.A. RIAZ, Z.A. Saqib. 2007. Effect of Seed Priming On Seed Vigour and Salt Tolerance in Hot Pepper. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 44(3): 408-414.
- ASHRAF, M. 1994a. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. Crit. Rev. Plant Sci. 13: 17-42.
- ASHRAF, M. 1994b. Organic Substances Responsible for Salt Tolerance in *Eruca sativa*. Biol. Plant. 36: 255-259.
- ASHRAF, M., M.R. FOOLAD. 2005. Pre - Sowing Seed Treatment-A Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, And Crop Yield under Saline and Non - Saline Conditions. Advances in Agronomy, 88.
- ASHRAF, M., A. IRAM. 2002. Optimization and Influence of Seed Priming With Salts of Potassium or Calcium in Two Spring Wheat Cultivars Differing in Salt Tolerance At The Initial Growth Stages. Agrochimica, 46: 47-55.
- ASHRAF, M., A. WAHEED. 1993. Responses of Some Local/Exotic Accessions of Lentil (*Lens culinaris* Medic.) to Salt Stress. J. Agron Soil Sci. 170: 103-112.

- ASHRAF, M., N. NAZIR, T. MCNEILLY. 2001. Comparative Salt Tolerance of Amphidiploid and Diploid *Brassica* spp. *Plant Sci.* 160(4): 683-689.
- BABAEVA, E.Y., V.F. VOLOBUEVA, B.A. YAGODIN, G.I. KLIMAKHIN. 1999. Sowing Quality and Productivity of *Echinacea Purpurea* in Relation To Soaking The Seed in Manganese and Zinc Solutions. *Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademii*, 4: 73-80.
- BABOURINA, O., T. LEONOVA, S. SHABALA. 2000. Effect of Sudden Salt Stress on Ion Fluxes in Intact Wheat Suspension Cell. *Ann. Bot.-London.* 85: 759-767.
- BARTELS, D., R. SUNKAR. 2005. Drought and Salt Tolerance In Plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 24: 23-58.
- BASRA, B.S., MALIK, C.P. 1994. Amelioration of the Effects of Ageing in Onion Seeds. *Biologia Plantarum*, 36(3): 365-371.
- BERNSTEIN, L., H.E. HAYWARD. 1958. Physiology of Salt Tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 9: 25-46.
- BHIVARE, V.N., J.D. NIMBALKAR. 1984. Salt Stress Effects on Growth on Mineral Nutrition of French Beans. *Plant Soil.* 80(1): 91-98.
- BINZEL, M.L., P.M. HASEGAWA, A.K. HANDA, A. BRESSAN. 1985. Adaptation of Tobacco Cells to NaCl. *Plant Physiol.* 79: 118-125.
- BONILLA, P., T. HIRAI, H. NAITO, M. TSUCHIYA. 1995. Physiological-Response to Salinity in Rice Plant & Induced Salt-Tolerance by Low NaCl Pre-treatment. *Jpn. J. Crop Sci.* 64: 266-272.
- BORDAS, M., C. MOMTESINOS, M. DABAUZA, A. SALVADOR, L.A. ROIG, R. SERRANO, V. MORENO. 1997. Transfer of The Yeast Salt Tolerance Gene HAL 1 To *Cucumis melo* L. Cultivars and In Vitro Evaluation of Salt Tolerance. *Transgenic Res.* 6: 41-50.
- BROCKLEHURST, P.A., J. DEARMAN, R.L.K. DREW. 1984. Effect of Osmotic Priming on Seed Germination and Seedling Growth in Leek. *Sci. Hort.*, 24(3-4): 201-210.
- CANO, E.A., M.C. BOLARIN, F. PEREZ-ALFOCEA, M. CARO. 1991. Effect of NaCl Priming on Increased Salt Tolerance in Tomato. *J. Horti. Sci.* 66: 621-628.
- CAYUELA, E., F. PEREZ-ALFOCEA, M. CARO, M. C. BOLARIN. 1996. Priming Of Seeds With NaCl Induces Physiological Changes in Tomato Plants Grown Under Salt Stress. *Pyhsiol. Plantarum.* 96: 231-236.

- CAYUELA, E., M.T. ESTAÑ, M. PARRA, M. CARO, M. C. BOLARIN. 2001. NaCl Pre-Treatment At The Seedling Stage Enhances Fruit Yield Of Tomato Plants Irrigated With Salt Water. *Plant Soil*. 230: 231-238.
- CHANDLER, S.F., B.B. MANDAL, T.A. THORPE. 1986. Effect of Sodium Sulphate on Tissue Cultures of *Brassica napus* cv. Westar and *Brassica campestris* L. cv. Tobin. *J. Plant Physiol*. 126(1): 105-117.
- CHANG-ZHENG, H., H. JIN, Z. ZHI YU, R. SONG LIN, S. WEN Jian. 2002. Effect of Seed Priming With Mixed - Salt Solution on Germination and Physiological Characteristics of Seedling in Rice (*Oryza sativa* L.) under Stress Conditions. *J. Zhejiang Univ. Agric. Life Sci*. 28: 175-178.
- CHARTZOULAKIS, K.S. 1992. Effects of NaCl Salinity on Germination Growth and Yield of Greenhouse Cucumber. *J. Hort. Sci*. 67(1): 115-119.
- CHARTZOULAKIS, K.S. 1994a. Photosynthesis, Water Relations and Leaf Growth of Cucumber Exposed to Salt Stress. *Sci. Hort*. 59: 27-35.
- CHARTZOULAKIS, K.S. 1994b. Eggplant Response to NaCl Salinity. Abstracts. XXIVth Int. Hort. Congress. 21-27 August 1994. Kyoto-Japan ISHS.
- CHARTZOULAKIS, K.S., G. KLAPAKI. 2000. Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity during Different Growth Stages. *Sci. Hort*. 86(3): 247-260.
- CHARTZOULAKIS, K.S., M.H. LOUPASSAKI. 1997. Effects of NaCl Salinity on Germination, Growth, Gas Exchange and Yield of Greenhouse Eggplant. *Agr. Water Manage*. 32(1997): 215-225.
- CLARKSON, D.T., J.B. HANSON. 1980. The Mineral Nutrition of Higher Plants. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 31: 239-2980.
- CRAMER, G.R., A.R. SPURR. 1986. Salt Responses of Lettuce to Salinity. II. Effect of Calcium on Growth and Mineral Status. *J. Plant Nutr*. 9(2): 131-142.
- CROUGHAN, T.P., J.S. STAVAREK, D.W. RAINS. 1981. In Vitro Development Of Salt Resistant Plants. *Environ.Exp.Bot*. 21(3/4): 317-324.
- CUARTERO, J., R. FERNANDEZ-MUNOZ. 1999. Tomato and Salinity. *Sci. Hort*. 78: 83-125.
- ÇAY, S. 2005. Biberlerde (*Capsicum annuum* L.) NaCl ile Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Bursa.

ÇELİK, C. 2009. Tuz ve Toprak. www.izotar.com, Erişim tarihi: 25.09.2009. Konu: Toprak Tuzluluğu.

DEL AMOR, F.M., M.C. RUIZ-SCANCEZ, V. MARTINEZ, A. CERDA. 2000. Gas Exchange, Water Relations and Ion Concentrations of Salt Stressed Tomato and Melon Plants. J. Plant Nutr. 23: 1315-1325.

DEMİR, I., C. ÖZTOKAT. 2003. Effect of Salt Priming on Germination and Seedling Growth at Low Temperatures in Watermelon Seeds during Development. Seed Sci. Technol. 31: 765-770.

DEMİR, I., S. ERMİS, G. OKCU. 2005. Effect of Dehydration Temperature and Relative Humidity After Priming On Quality Of Pepper Seeds. Seed Sci. Technol. 33(3): 563-569.

DEMİRKAYA, M. 2002. Polietilenglikol İle Ozmotik Koşullandırma ve Hümidifikasyon Uygulamalarının Biber Tohumlarının Çimlenme Hızı ve Oranı Üzerine Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 22(1-2): 223-228.

DEMİRKAYA, M. 2006. Soğan (*Allium cepa* L.) Tohumlarında Canlılık Kaybı ve Onarım Aşamasında Meydana Gelen Fizyolojik Değişimler. Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Bursa.

DE PASCALE, S., G. BARBIERI. 1995. Effects of Soil Salinity From Long-Term Irrigation with Saline-Sodic Water on Yield and Quality of Winter Vegetable Crops. Sci. Hort. 64: 145-157.

DE PASCALE, S., C. RUGGIERO, G. BARBIERI, A. MAGGIO. 2003. Physiological Responses of Pepper to Salinity and Drought. American Society for Hort. Sci. 128(1): 158-165.

DOIJODE, S.D. 1990. Solute Leakage in Relation to Loss of Seed Viability on Accelerated Ageing in Different Onion Cultivars. Indian J. Plant Physiol. 33: 54-57.

DUBEY, R.S. 1997. Photosynthesis in Plants under Stressful Conditions. In: M. Pessarakli (Ed) Handbook of Photosynthesis. Marcel Dekker, New York, p. 859-875.

EKMEKÇİ, E., M. APAN, T. KARA. 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20(3): 118-125.

EL-HADIM, A.H.A., A. ALEXANDER, H.W. DOERING. 1983. The Effect of Substrate Salinity on Dry Matter Production and Phosphate Uptake by Bush Beans. Hort. Abst. 53(11): 7306.

- ELLIS, R.H., E.H. ROBERTS. 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. *Seed Sci. Technol.* 9: 373-409.
- ELSHEIKH, E.A.E., M. WOOD. 1990. Effect of Salinity on Growth, Nodulation and Nitrogen Yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Exp. Bot.* 41: 1263-1269.
- EPSTEIN, E. 1981. Genetic Engineering of Osmoregulation. Impact of Plant Productivity for Food. Chemicals and Energy (Eds.) D.W. Rains, C. Valentine, H. Follander, Plenum Press, London. p. 7-29.
- EPSTEIN, E., J.D. NORTLYN, D.W. RUSH, R.W. KINGSBURY, D.B. KELLEY, G.A. CUNNINGHAM, A.F. WRONA. 1980. Saline Culture of Crops: A Genetic Approach. *Science*, 210: 399-404.
- ESMAIELPOUR, B., K. GHASSEMI-GOLEZANI , F.R. KHOEI , V. GREGOORIAN , M. TOORCHI. 2006. The Effect of NaCl Priming on Cucumber Seedling Growth under Salinity Stress. *J. Food Agric. Environ.* 4(2): 347-349.
- FLOWERS, T.J., A.R. YEO. 1981. Variability in the Resistance of Sodium Chloride Salinity Within Rice (*Oryza Sativa* L.) Varieties. *New Phytol.* 88: 363-373.
- FRANCO, J.A, C. ESTEBAN, C. RODRIGUEZ. 1993. Effects of Salinity on Various Growth Stages of Muskmelon cv. *Rev. J. Hort. Sci.* 68(6): 899-904.
- FRANCOIS, L.E., T. DONOVAN, E.V. MAAS. 1984. Salinity Effects on Seed Yield, Growth and Germination of Grain Sorghum. *Agron. J.* 76: 741-744.
- GHASSEMI-GOLEZANI K., B. ESMAEILPOUR. 2008. The Effect of Salt Priming on the Performance of Differentially Matured Cucumber (*Cucumis sativus*) Seeds. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 36 (2): 67-70.
- GILMOUR, S.J., A.M. SEBLOT, M.P. SALAZAR, J.D. EVERARD, M.F. THOMASHOW. 2000. Overexpression of the Arabidopsis CBF3 Transcriptional Activator Mimics Multiple Biochemical Changes Associated With Cold Acclimation. *Plant Physiol.* 124: 1854-1865.
- GISBERT, C., A.M. RUS, M.C. BOLARÍN, J.M. LÓPEZ-CORONADO, I. ARRILLAGA, C. MONTESINOS, M. CARO, R. SERRANO, V. MORENO. 2000. The Yeast *HAL1* Gene Improves Salt Tolerance of Transgenic Tomato. *Plant Physiol.* 123: 393-402.
- GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, J.J., J. CUARTERO. 1993. Evolucion De La Produccion De Cuatro Entradas Detomate Cultivadas Con Sal. *Actas de Horticultura* 10: 1067-1072.

- GOSSETT, D.R., S.W. BANKS, E.P. MILLHOLLON, C. LUCAS. 1996. Antioxidant Response to NaCl Stress in a Control and NaCl Tolerant Cotton Cell Line Grown in the Presence of Paraquat, Buthionine, Sulfoximine and Exogenous Glutathione. *Plant Physiol.* 112: 803-809.
- GREENWAY, H., R. MUNNS. 1980. Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31: 149-190.
- GUZMAN, M., J. OLAVE. 2006. Response of Growth and Biomass Production of Primed Melon Seed (*Cucumis melo* L. cv. Primal) To Germination Salinity Level and N-Forms in Nursery. *J. Food Agric. Environ.* 4(1): 163-165.
- GÜNGÖR, Y., N. ARTIK, E. YURTSEVEN. 1993. Sulama Suyu Tuzluluğunun Soya Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkisi. *Doğa Tr. J. of Agricultural and Forestry*, 17: 443-449.
- HARINASUT, P., D. POONSOPA, K. ROENGMONGKOL, R. CHAROENSATAPORN. 2003. Salinity Effects On Antioxidants Enzymes In Mulberry Cultivar. *Science Asia*, 29:109-113.
- HASEGAWA, P.M., R.A. BRESSAN, A.V. HANDA. 1986. Cellular Mechanisms Of Salinity Tolerance. *Hortscience.* 21(6): 1317-1324.
- HASEGAWA, P.M., R.A. BRESSAN, J.K. ZHU, H.J. BOHNERT. 2000. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity. *Ann. Rev. Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51: 463-499.
- HELLEBUST, J.A. 1976. Osmoregulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27: 485-505.
- HERNANDEZ, J.A., E. OLMOS, F.J. CORPAS, F. SEVILLA, I.A. DEL RIO, 1995. Salt-Induced Oxidative Stress in Chloroplasts of Pea Plants. *Plant Sci.* 105: 151-167.
- HEYSER, J.W., M.W. NABORS. 1981. Osmotic Adjustment of Cultured Tobacco Cells (*Nicotiana tabacum* var. Samsun) Growth on Sodium Chloride. *Plant Physiol.* 67: 720-727.
- HUANG, J., R.E. REDMANN. 1995. Solute Adjustment to Salinity and Calcium Supply in Cultivated and Wildbarley. *J. Plant Nutr.* 18(7): 1371-1389.
- ISTA. 2006. *ISTA Handbook on Seedling Evaluation Third Edition.* International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA. 2007. *International Rules for Seed Testing. 2007 Edition.* International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

İLBİ, H., B. ESER. 2004. Soğan Tohumlarında Yaşlanma ve Fosfolipidlerdeki Değişimler. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. s. 51-57.

JONES, R.W.JR., L.M. PIKE, L.F. YOURMAN. 1989. Salinity Influences Cucumber Growth and Yield. J. Am. Soc. Hort. Sci. 114(4): 547-551.

KAYA, C., D. HIGGS, A. IKINCI. 2002. An Experiment To Investigate Ameliorative Effects Of Potassium Sulphate On Salt and Alkalinity Stressed Vegetable Crops. Journal of Plant Nutr. 25(11): 2545-2558.

KAYA, M.D., G. KAYA, Ö. KOLSARICI. 2005. Bazı *Brassica* Türlerinin Çimlenme ve Çıkışı Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11(4): 448-452.

KAYA, C., A. TUNA, M. ASHRAF, H. ALTUNLU. 2007. Improved Salt Tolerance of Melon (*Cucumis melo* L.) by The Addition of Proline and Potassium Nitrate. Environ. Exp. Bot. 60: 397-403.

KHANOUBA, S.D., K.N.J. CHATUVEDI, V.K. GARD. 1980. Effect of Exchangeable Sodium Percentage on the Growth and Mineral Composition of Thompson Seedless Grapevine. Sci. Hort. 12(1): 47-53.

KIRKBY, E.A., A.H. KNIGHT. 1987. The Influence of the Level of Nitrate Nutrition on Ion Uptake and Assimilation. Organic Acid Accumulation and Cation Anion Balance in Whole Tomato Plants. Plant Physiol. 60: 349-353.

KORKMAZ, A. 2006. Ameliorative Effects of Ethylene Precursor and Polyamines on the High Temperature Inhibition of Germination in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Before and After Seed Storage. Seed Sci. Technol. 34: 465-474.

KORKMAZ, A., S. AKINCI, A.R. DEMIRKIRAN. 2008. Ekim Öncesi NaCl ile Yapılan Ön Çimlendirme Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Fidelerinin Gelişmesi Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Tohumculuk Kongresi Bildiri Kitabı. s.125-128.

KUŞVURAN Ş., F. YAŞAR, K. ABAK, Ş. ELLİALTIOĞLU. 2008. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis* sp.'nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi,18(1): 13-20.

KWIATOWSKY, J. 1998. Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta. Her Majesty the Queen in the Right of Alberta. LA ROSA, P.C., N.K. SINGH, P.M. HASEGAWA, R.A. BRESSAN. 1989. Stable NaCl Tolerance of Tobacco Cells is Associated with Enhanced Accumulation of Osmotin. Plant Physiol. 91(5): 855-861.

LAUCHLI, A., 1986. Responses and Adaptations of Crops to Salinity. Acta Hort.190: 243-246.

LECHNO, S., E. ZAMSKI, E. TELOR. 1997. Salt Stress-Induced Responses in Cucumber Plants. J. Plant Physiol. 150(1-2): 206-211.

LEVITT, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses Volume II. (Physiological Ecology), Academic Pres, New York. p. 365-490.

LUNIN, J., M.H. GALLATIN, A.R. BATCHELDER. 1963. Saline Irrigation Of Several Vegetable Crops at Various Growth Stages. I. Effect on Yields. Agron. J. 55: 107-114.

MAAS, E. V. 1984. Crop Tolerance. California Agric. 38(10): 20-21.

MAAS, E.V. 1990. Crops Salt Tolerance. Agriculture Salinity Assessment and Managment. American Society Civil Engineers, In: K.K. Tanji, New York. p. 262-334.

MAATHUIS, F.J.M., A. ALTMANN. 1999. K Nutrition and Na Toxicity: The Basis of Cellular K/Na Ratios. Ann. Bot. 10: 123-133.

MANCHANDA, G., N. GARG. 2008. Salinity and Its Effects on the Functional Biology of Legumes Acta Physiol. Plant. 30:595-618.

MANSOUR, M.M.F. 2000. Nitrogen Containing Compounds and Adaptation of Plants to Salinity Stress. Biol. Plant. 43:491-500.

Marschner, H.1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Pres. p.657-680.

MATTHEWS, S., A.A. POWELL. 1981. Electrical Conductivity Test. In: Handbook of Vigour Test Methods (ed. D. A. Perry), p. 37-41, International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

MAYER, A.M., A. POLJAKOFF-MAYBER. 1989. The Germination of Seeds. Pergamon Press plc, Oxford, England.

MEENA, S.K., N.K. GUPTA, S. GUPTA, S.K. KHANDEHVAL, E.V.D. SASTRY. 2003. Effect of Sodium Chloride on the Growth and Gas Exchange of Young *Ziziphus* Seedling Rootstocks. J. Hortic. Sci. Biotech. 78(4): 454-457.

MER, R.K., P.K. PRAJITH, D.H. PANDYA, A.N. PANDEY. 2000. Effect of Salts on Germination of Seeds and Growth of Young Plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. J. Agronomy & Crop Science, 185: 209-217.

- MORISHITA, T., SHIRASUNA, N., SEGAWA, M., OHTA, Y. 1986. Changes in the Concentration of Organic Acids and Mineral Ions in Saps of Cucumber and Tomato Plants under Excess Supply of Sodium Chloride. *Soil Science and Plant Nutrition*, 32(3): 469-473.
- MUNNS, R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell and Environ.* 25: 239-250.
- MUNNS, R., A. TERMAAT. 1986. Whole-plant Responses to Salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
- MURATA, Y., I. OBI, M. YOSHIHASHI, M. NOGUCHI, T. KAKUTANI. 1994. Reduced Permeability To K^+ and Na^+ Ions Of K^+ Channels In The Plasma-Membrane Of Tobacco Cells In Suspension After Adaptation To 50 mM NaCl *Plant and Cell Physiology*. 35(1): 87-92.
- NAVARRO, J.M., C. GARRIDO, M. CARVAJAL, V. MARTINEZ. 2002. Yield and Fruit Quality of Pepper Plants under Sulphate and Chloride Salinity. *J. Hort. Sci. Biotech.* 77(1): 52-57.
- NEUMANN P.M., E. VAN VOLKENBURGH, R.E.S. CLELAND. 1988. Salinity Stress Inhibits Bean Leaf Expansion By Reducing Turgor, Not Wall Extensibility Ource: *Plant Physiology*. 88(1): 233-237.
- NUKAYA, A., M. MASUI, A. ISHIDA, 1984. Salt Tolerance Of Muskmelon As Affected By Diluted Sea Water Applied At Different Grovwth Stages In Nutrient Solution Culture. *Hort. Abst.* 55(1): 261.
- NOBLE, C.L., D.W. WEST. 1989. Irrigation of Temperate Fruit crops With Saline Water. *Acta Hort.* 240: 257-260.
- PANDEY, D.K. 1989a. Amelioration of the Effect of Ageing in Onion Seeds. *Indian J. Plant Physiol.* 32(4): 379-382.
- PANDEY, D.K. 1989b. Priming Incuded Alleviation of Effect of Natural Ageing Derived Selective Leakage of Constituents in French Bean Seeds. *Seed Sci. Techonol.* 17: 391-397.
- PARLAK, M., A.Ö. PARLAK. 2006. Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerinin Silajlık Sorgumun (*Sorghum bicolor* L. cv. Moench) Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi.* 12(1): 8-13.
- PARIDA, A.K., A.B. DAS. 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review. *Ecotox. Environ. Safe.* 60: 324-349.

- PASSAM, H.C., D. KAKOURIOTIS. 1994. The Effects of Osmoconditioning on the Germination, Emergence and Early Plant Growth of Cucumber under Saline Conditions. *Sci. Hort.* 57: 233-240.
- PEARCE, R.S., ABDEL SAMAD, I.M. 1980. Change in Fatty Acid Content of Polar Lipids during Ageing of Seeds of Peanut (*Arachis hypogea* L). *J. Exd. Bot.* 31: 1283-1290.
- PEREZ-ALFOCEA, F., M.T. ESTAN, M. CARO, M.C. BOLARIN. 1993. Responses of Tomato Cultivars to Salinity. *Plant Soil.* 150: 203-211.
- PEREZ-ALFOCEA, F., M.E. BALIBREA, M. PARA, M.C. BOLARIN. 2002. Increasing Salt Tolerance in Tomato and Lettuce by Inducing Plant Adaptation: Haloconditioning. *Acta Hort.* 573: 369-375.
- PILL, W.G., J.J. FRETT, D.C. MORNEAU. 1991. Germination and Seedling Emergence of Primed Tomato and Asparagus Seeds under Adverse Conditions. *Hort. Sci.* 26: 1160–1162.
- RAJASEKARAN, L.R., K.G. SHANMUGAVELU. 1983. Studies On The Leaf Tissue Nutrient Contents As Influenced by Different Types of Soil and Water in Tomato. *Hort. Abst.* 53(7): 5180.
- RAM, C., WIESNER, L.E. 1988. Effects of Artificial Ageing on Physiological and Biochemical Parameters of Seed Quality in Wheat. *Seed Sci. Technol.* 16: 579-587.
- RAMOLIYA, P.J., A.N. PANDEY. 2003. Effect of Salinization of Soil on Emergence, Growth and Survival of Seedlings of *Cordia rothii*. *Forest Ecol. Manag.* 176: 185-194.
- RHOADES, J.D., A. KANDIAH, A.M. MASHALI. 1992. The Use of Saline Waters for Crop Production, *FAO Irrig. And Drain.* Rome. p. 48.
- ROMERO-ARANDA, R., T. SORIA, J. CUARTERO. 2001. Tomato Plant - Water Uptake and Plant- Water Relationships under Saline Growth Conditions. *Plant Sci.* 160: 265-272.
- SALISBURY, F.B., C.W. ROOS. 1992. *Plant Physiology.* 4th edition. Wadsworth Pulishing Com. Belmont, California. p. 682 .
- SAVVAS, L., F. LENZ. 2000. Effects of NaCl or Nutrient-Induced Salinity on Growth, Yield, and Composition of Eggplants Grown in Rockwool. *Sci. Hort.* 84: 37-47.
- SCARDACI, S.C., A.U. EKE, J.E. HILL, M.C. SHANNON, J.D. RHOADES. 2002. Water and Soil Salinity Studies on California Rice. U.S. Salinity Lab., USDA, 450w. CA, 92507, California.

- SCIALABBA, A., M. R. MELATI. 1990. The Effect of NaCl on Growth and Xylem Differentiation of Radish Seedling. *Bot. Gaz.* 15(4): 516-521.
- SHANNON, M.C., C.M. GRIEVE. 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. *Sci.Hort.* 78: 5-38.
- SHANNON, M.C., J.D. MCCREIGHT, J.H. DRAPER. 1983. Screening Tests for Salt Tolerance in Lettuce. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 108: 225-230.
- SHIMOSE, N., N. HAYASHI. 1985. Salt Tolerance of Parsley Welsh Onion, Radish and Cabbage. *Hort. Abst.* 55(1): 214.
- SIEGEL, S. M., B. Z. SIEGEL, J. MASSEY, P. LAHNE, J. CHEN. 1980. Growth of Com. in Saline Waters. *Plant Physiol.* 50: 71-73.
- SILVA, J.A.B., W.C. OTONI, C.A. MARTINEZ, L.M. DIAS, M.A.P. SILVA. 2001. Microtuberization of Andean Potato Species (*Solanum* spp.) as Affected by Salinity. *Sci. Hort.* 89: 91-101.
- SİVRİTEPE, H.Ö. 1992. Genetic Deterioration and Repair in Pea (*Pisum sativum* L.) Seeds During Storage. Ph.D. Thesis, University of Bath, England, 227p.
- SİVRİTEPE, H.Ö. 1999. Sebze Tohumlarında Kalite ve Performansın Arttırılması Üzerine Ozmotik Koşullandırmanın Etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül 1999, Ankara. s. 525-529.
- SİVRİTEPE, H.Ö. 2000a. Soğan Tohumlarında Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül, Isparta, s. 475-481.
- SİVRİTEPE, H.Ö. 2000b. Deniz Yosunu Ekstratı (*Ascophyllum nodosum*) ile Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Biber Tohumlarında Canlılık Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül, Isparta, s. 482-486.
- SİVRİTEPE, H.Ö., M. DEMIRKAYA. 2002. The Effect of Post-Storage Hydration Treatments on Viability of Onion Seeds. *Acta Hort.* 579: 215-219.
- SİVRİTEPE, H.Ö., A.M. DOURADO. 1995. The Effect of Priming Treatments on the Viability and Accumulation of Chromosomal Damage in Aged Pea Seeds. *Ann. Bot.* 75(2): 165-171.
- SİVRİTEPE, H.Ö., A. ERIS. 2000. The Effects of Post-Storage Priming Treatments on Viability and Repair of Genetic Damage in Pea Seeds. *Acta Hort.* 517: 143-149.
- SİVRİTEPE, H.Ö., N. SİVRİTEPE. 2007. NaCl Priming Affects Salt Tolerance of Onion (*Allium cepa* L.) Seedlings. *Acta Hort.* 729: 157-161.

- SİVRİTEPE, H.Ö., A. ERIŞ, N. SİVRİTEPE. 1996. Kavun Tohumlarında Priming Uygulamalarının Tuza Dayanım Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Serisi No:16.
- SİVRİTEPE, H.Ö., A. ERİS, N. SİVRİTEPE. 1999a. The Effects of Priming Treatments on Salt Tolerance in Melon Seedlings. *Acta Hort.* 492: 77-84.
- SİVRİTEPE, H.Ö., A. ERİS, N. SİVRİTEPE. 1999b. The Effects of Priming Treatments on Salt Tolerance in Melon Seeds. *Acta Hort.* 492: 287-295.
- SİVRİTEPE, H.Ö., N. SİVRİTEPE, A. ERIŞ, E. TURHAN. 2005. The Effects of NaCl Pre-Treatments on Salt Tolerance of Melons Grown Under Long-Term Salinity. *Sci. Hort.* 106: 568-581.
- SİVRİTEPE, N. 1995. Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerine Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Bursa.
- SİVRİTEPE, N., A. ERIŞ. 1996. Bitkilerde Tuza Dayanım Mekanizması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.* 12: 223-234.
- SİVRİTEPE, N., A. ERIŞ. 1999. Determination of Salt Tolerance in Some Grapevine Cultivars Under *in vitro* Conditions. *Tr. J. Biology.* 23(4): 473-485.
- SİVRİTEPE, N., H.Ö. SİVRİTEPE, A. ERIŞ. 2003. The Effects of NaCl Priming on Salt Tolerance in Melon Seedlings Grown under Saline Conditions. *Sci. Hort.* 97(3/4): 229-237.
- SİVRİTEPE, N., H.Ö. SİVRİTEPE, İ. TURKAN, M. BOR, F. OZDEMİR. 2008. NaCl Pre-Treatments Mediate Salt Adaptation In Melon Plants Through Antioxidative System. *Seed Sci. Technol.* 36: 360-370.
- SOURIAL, G.F., M.A. MELİGİ, A.A. TAWFIK, A.M. EL-DEMİR. 1985. Effect of Saline Irrigation on Chemical Constituents of One-Year-Old Rooted Vines: Sugars and NPK Content. *Acta Hort.* 158: 169-185.
- SÖNMEZ, B. 2004. Türkiye'de Çorak Islahı Araştırmaları ve Tuzlu Toprakların Yönetimi. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, Ankara, s. 157-162.
- SÖNMEZ, B., A. AĞAR, İ. BAHÇECİ, A. MAVİ. 1996. Türkiye Çorak Islahı Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, 93: 126-129.
- SREENIVASULU, N., B. GRIMM, U. WOBUS, W. WESCHKE. 2000. Differential Response of Antioxidant Compounds to Salinity Stres in Salt-Tolerant and Salt - Sensitive Seedling of Fox-Tail Millet (*Setaria italica*). *Plant Physiol.* 109: 435-442.

- STODDARD, F.L., C. BALKO, W. ERSKINE, H.R. KHAN, W. LINK, A. SARKER. 2006. Screening Techniques and Sources of Resistance to Abiotic Stresses in Cool-Season Food Legumes. *Euphytica*. 147: 167-186.
- STREETER, J.G., D.G. LOHNES, R.J. FIORITTO. 2001. Pattern of Pinitol Accumulation in Soybean Plants and Relationships to Drought Tolerance. *Plant Cell Environ.* 24:429-438.
- TABAN, S., A. GÜNEŞ, M. ALPARSLAN, H. ÖZCAN. 1999. Sensitivity of Various Maize (*Zea mays* L. cvs.) Varieties to Salinity. *Tr. J. Agric. For.* 23: 625-633.
- TAJI, T., C. OHSUMI, S. IUCHI, M. SEKI, M. KASUGA, M. KOBAYASHI, YAMAGUCHI-SHINOZAKI K., K. SHINOZAKI. 2002. Important Roles of Drought and Cold Inducible Genes for Galactinol Synthase in Stress Tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 29:417–426.
- TAL, M. 1983. Selection for Stress Tolerance. In “Handbook of Plant Cell Culture, Volume 1” (D.E. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.). Collier Macmillan Publisher, London. pp. 461-487.
- THANOS, C.A., K. GEORGHIOU, H.C. PASSAM. 1989. Osmoconditioning and Ageing of Pepper Seeds During Storage. *Ann. Bot.* 63: 65-69.
- TILDEN, R.L., S.H. WEST. 1985. Reversal Effects of Ageing in Soybean Seeds. *Plant Physiol.* 77: 584-586.
- UMEZAWA, T., K. SHIMIZU, M. KATO, T. UEDA. 2000. Enhancement of Salt Tolerance in Soybean with NaCl Pretreatment. *Physiol. Plantarum.* 110: 59-63.
- VILLALTA, I., A. REINA-SÁNCHEZ, M.C. BOLARÍN, J. CUARTERO, A. BELVER, K. VENEMA, E.A. CARBONELL, M.J. ASINS. 2008. Genetic Analysis of Na⁺ and K⁺ Concentrations in Leaf And Stem As Physiological Components Of Salt Tolerance In Tomato. *Theor. Appl. Genet.* 116: 869-880.
- VILLORA, G., G. PULGAR, D.A. MORENO, L. ROMERO. 1997. Effect of Salinity Treatments on Nutrient Concentration in Zucchini Plants (*Cucurbita pepo* L. var. *moschata*) *Aust. J. Exp. Agric.* 37(5): 605-608.
- VILLORA, G., D.A. MORENO, G. PULGAR, L. ROMERO. 2000. Yield Improvement in Zucchini under Salt Stress: Determining Micronutrient Balance. *Sci. Hort.* 86: 175-183.
- WAHOME, P.K., H.H. JESCH, I. GRITNER. 2001. Mechanisms of Salt Stress Tolerance in Two Rose Rootstocks: *Rosa chinensis* 'Major' and *R. rubiginosa*. *Sci. Hort.* 87: 207-216.

WIENEKE, J., A. LAUCHLI. 1980. Effects of Salt Stress on Distribution of Na⁺ and Some Other Cations in 2 Soybean Varieties Differing in Salt Tolerance. *Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 143(1): 55-67.

WILD, A. 2003. *Soils, Land And Food: Managing The Land During The Twenty-First Century*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.

WOLF, O., R. MUNNS, M. L.TONNET, W.D. JESCHKE. 1991. The Role of the Stem in the Partitioning of Na and K in Salt-Treated Barley. *J. Exp. Bot.* 42: 697-704.

WOODS, S. A., 1996. *Salinity Tolerance of Ornamental Trees and Shrubs*. Her Majesty the Queen in the Right of Alberta.

WYN JONES, R.G. 1981. Salt Tolerance. In: Johnson CB (Ed) *Physiological Processes Limiting Plant Productivity*. Butterworths, London, pp 271–292.

YADAV, B.R., S.P.S. TOMAR. 1990. Comperative Effects of Chloride and Sulphate Salinity in Irrigation Water on Yield and Mineral Nutrition of Cauliflower. *Vegetable Science*. 17(2):191-194.

YAKIT, S., A.L. TUNA. 2006. Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg Ve K'un Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 19(1): 59-67.

YAŞAR, F., Ş. ELLİALTIOĞLU, T. ÖZPAY, Ö. UZAL. 2008. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 51-55.

YILDIRIM, E., İ. GÜVENÇ. 2005. Deniz Yosunu Özü Uygulamalarının Tuzlu Koşullarda Pırasada Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi. *Bahçe*. 34 (2): 83 – 87.

YURTSEVEN, E., H.Y. BARAN. 2000. Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica oleracea* v. botrytis) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. *Turk. J. Agric.* 24(2): 185-190.

YURTSEVEN, E., A. ÖZTÜRK, A. KADAYIFÇI, B. AYAN. 1996 Sulama Suyu Tuzluluğunun Biberde (*Capsium annuum*) Farklı Gelişme Dönemlerinde Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2(2): 5-9.

ZENG, X.Y., R.Z. CHEN, J.R. FU, X.W. ZHANG. 2004. The Effects of Water Content during Storage on Physiological Activity of Cucumber. *Plant Cell Preview*. Published Online May 21, 2004.

ZHANG, H.X., J.N. HODSON, J.P. WILLIAMS. 2001. Engineering Salt-Tolerant Brassica Plants: Characterization of Yield and Seed Oil Quality in Transgenic Plants with Increased Vacuolar Sodium Accumulation. *Proceedings of the*

National Academy of Sciences of the United States of America. 98(22): 12832-12836.

ZHU, J.K. 2000. Genetic Analysis of Plant Salt Tolerance Using Arabidopsis. *Plant Physiol.* 124(3): 941-948.

ZHU, J.K. 2001. Plant Salt Tolerance. *Trends in Plant Science.* 6(2): 66-71.

EKLER

Ek 1. Ekonomik önemi yüksek olan bazı sebze türlerinin tuza tolerans yetenekleri bakımından karşılaştırılması (Maas 1990).

Tür	Botanik Adı	Eşik Değeri* (dS m ⁻¹)	Verimdeki Azalış Oranı** (%)	Tolerans Derecesi
Bamya	<i>Abelmoschus esculentus</i>	--	--	H
Bezelye	<i>Pisum sativum</i>	--	--	H
Fasulye	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1.0	19.0	H
Havuç	<i>Daucus carota</i>	1.0	14.0	H
Soğan	<i>Allium cepa</i>	1.2	16.0	H
Karnabahar	<i>Brassica oleracea botrytis</i>	--	--	ODH
Karpuz	<i>Citrullus lanatus</i>	--	--	ODH
Kavun	<i>Cucumis melo</i>	--	--	ODH
Şalgam	<i>Brassica rapa</i>	0.9	9	ODH
Patlıcan	<i>Solanum melongena</i>	1.1	6.9	ODH
Turp	<i>Raphanus sativus</i>	1.2	13.0	ODH
Salata	<i>Lactuca sativa</i>	1.3	13.0	ODH
Biber	<i>Capsicum annuum</i>	1.5	14.0	ODH
Mısır	<i>Zea mays</i>	1.7	12.0	ODH
Lahana	<i>Brassica oleracea capitata</i>	1.8	9.7	ODH
Kereviz	<i>Apium graveolens</i>	1.8	6.2	ODH
Ispanak	<i>Spinacia oleracea</i>	2.0	7.6	ODH
Hıyar	<i>Cucumis sativus</i>	2.5	13.0	ODH
Domates	<i>Lycopersicon esculentum</i>	2.5	9.9	ODH
Brokoli	<i>Brassica oleracea botrytis</i>	2.8	9.2	ODH
Soya fasulyesi	<i>Glycine max</i>	5.0	20.0	ODH
Enginar	<i>Cynara scolymus</i>	--	--	ODT
Pancar	<i>Beta vulgaris</i>	4.0	9.0	ODT
Sakız kabağı	<i>Cucurbita pepo</i>	4.7	9.4	ODT
Kuşkonmaz	<i>Asparagus officinalis</i>	4.1	2.0	T

* Bitkilerin verim kaybı olmaksızın tuzluluğu tolere edebildikleri eşik değeri.

** Eşik değerinin üzerindeki tuzluluklarda her 1 dS m⁻¹'lik artışla meydana gelen verimdeki azalış oranı.

H: Hassas

ODH: Orta Derecede Hassas

ODT: Orta Derecede Toleranslı

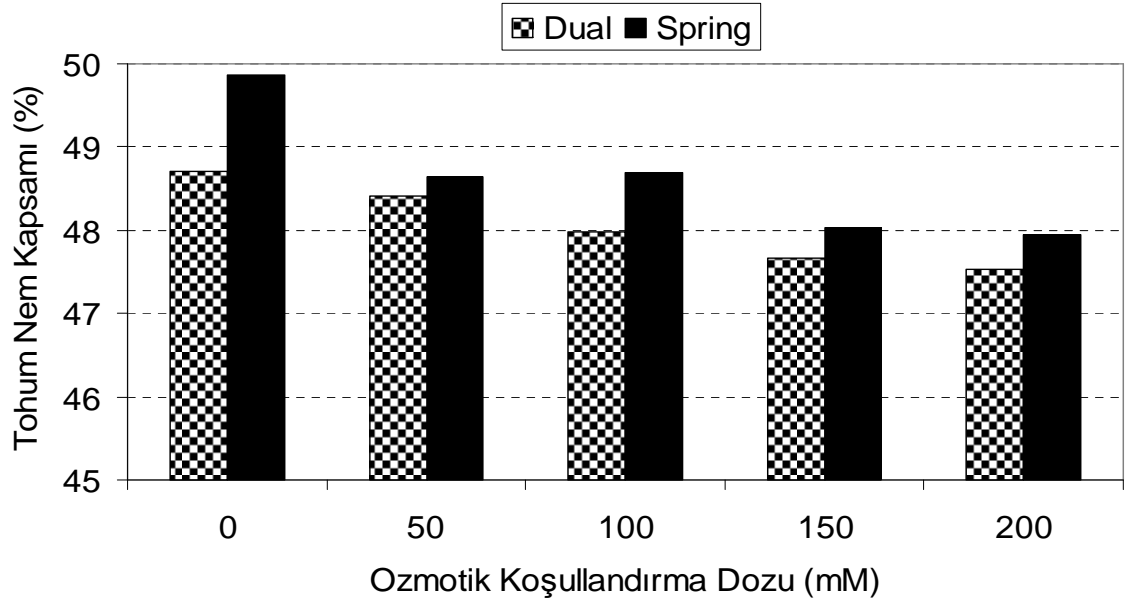
T: Toleranslı

Ek 2. Çimlendirme testlerinde kullanılan NaCl çözeltilerinin 20°C sıcaklıktaki genel özellikleri.

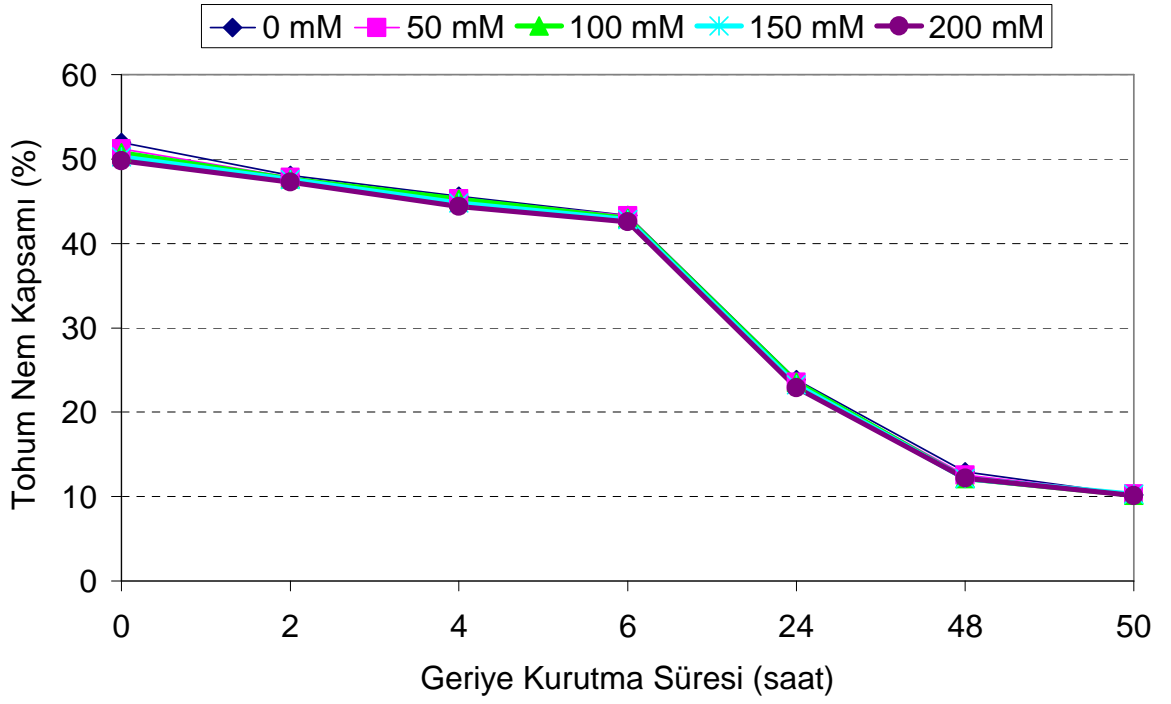
NaCl (g/L)	Konsantrasyonlar		Elektriksel İletkenlik (dS m ⁻¹)	Ozmotik Potansiyel (MPa)
	(%)	(mM)		
0	0	0	0	0
2.92	0.29	50	5.9	-0.24
5.84	0.58	100	11.1	-0.49
8.76	0.88	150	15.9	-0.73
11.68	1.17	200	20.3	-0.97
14.60	1.46	250	25.2	-1.22
17.52	1.75	300	30.1	-1.46

Ek 3. Ozmotik koşullandırma uygulamalarında kullanılan NaCl çözeltilerinin 16°C sıcaklıktaki genel özellikleri.

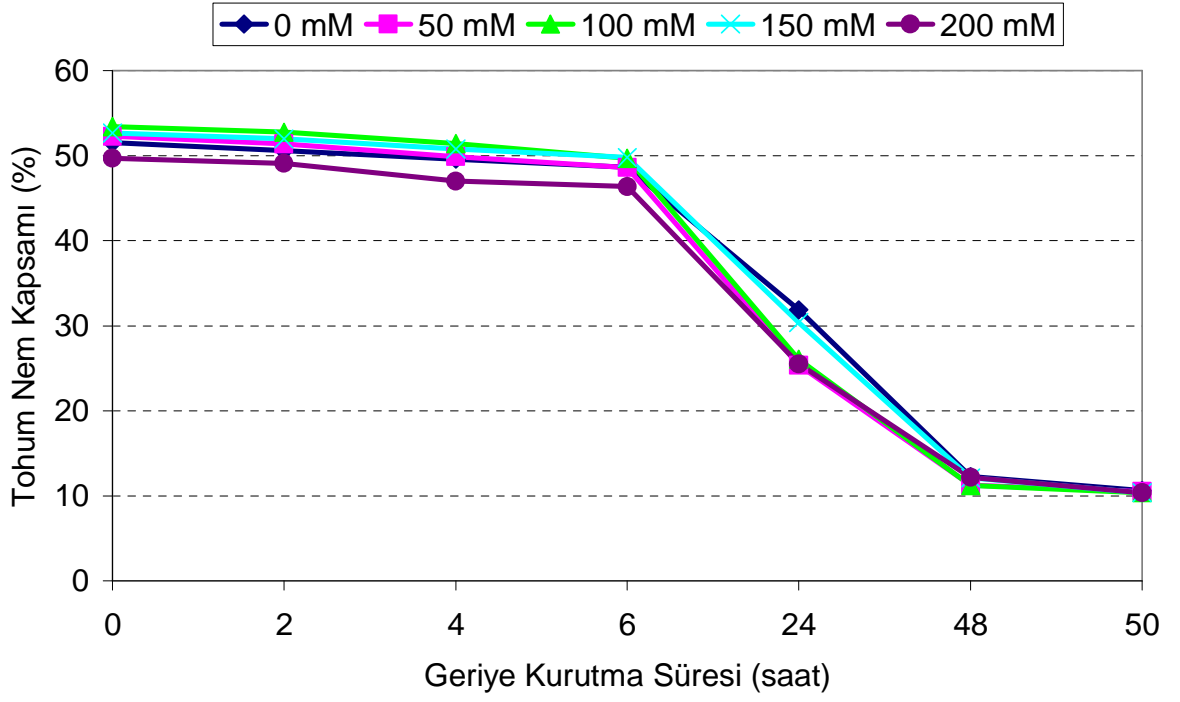
NaCl (g/L)	Konsantrasyonlar		Elektriksel İletkenlik (dS m ⁻¹)	Ozmotik Potansiyel (MPa)
	(%)	(mM)		
0	0	0	0	0
2.92	0.29	50	5.6	-0.24
5.84	0.58	100	10.7	-0.48
8.76	0.88	150	15.6	-0.72
11.68	1.17	200	20.2	-0.96
14.60	1.46	250	25.1	-1.20
17.52	1.75	300	29.9	-1.44



Ek 4. Dual ve Spring bezelye çeşitlerinin tohumlarında farklı NaCl konsantrasyonları kullanılarak 2 gün süre ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları sonucu elde edilen nem kapsamı değerleri.



Ek 5. Dual çeşidi bezelye tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları sonucu yükselmiş olan nem kapsamlarının, geriye kurutma uygulamalarının etkisiyle değişimi.



Ek 6. Spring çeşidi bezelye tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları sonucu yükselmiş olan nem kapsamlarının, geriye kurutma uygulamalarının etkisiyle değişimi.

Ek 7. Bezelye tohum partilerinin güç bakımından derecelendirilmesinde kullanılmakta olan elektriksel iletkenlik değerleri ve bu güç seviyelerindeki özellikleri (Matthews ve Powell 1981).

Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	Tohum Özellikleri
< 25	Erken ekim ve uygun olmayan koşullardaki ekimden hiçbir şekilde etkilenmez.
25 - 39	Erken ekim için uygun olabilir, ancak uygun olmayan koşullarda yapılan ekim risklidir.
39 - 43	Erken ekim için uygun değildir.
> 43	Hiçbir şekilde ekim için uygun değildir.

Ek 8. Dual bezelye çeşidinin tohumlarında yapılan ön uygulamaların farklı NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak göstermiş oldukları tolerans oranı değerleri ve normal çimlenme oranı bazında belirlenen tolerans indeksi üzerine etkileri.

Ön uygulamalar	NaCl Konsantrasyonu (mM)	Tolerans Oranı	Tolerans İndeksi
Kontrol	50 100 150 200	0.97 ab 0.92 b 0.76 d 0.41 f	2065.07 c
OK	50 100 150 200	1.03 a 1.02 a 1.00 a 0.84 c	2849.34 a
OK+GK	50 100 150 200	1.00 a 0.97 ab 0.92 b 0.53 e	2382.31 b
Ön uygulamalar (A)		*	*
NaCl Konsantrasyonu (B)		*	*
AxB		*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir (P<0.05)

* 0.05 düzeyinde önemli fark

Ek 9. Spring bezelye çeşidinin tohumlarında yapılan ön uygulamaların farklı NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak göstermiş oldukları tolerans oranı değerleri ve normal çimlenme oranı bazında belirlenen tolerans indeksi üzerine etkileri

Ön uygulamalar	NaCl Konsantrasyonu (mM)	Tolerans Oranı	Tolerans İndeksi
Kontrol	50	1.00 a	2109.60 c
	100	0.98 a	
	150	0.81 b	
	200	0.37 d	
OK	50	0.99 a	2383.25 b
	100	1.00 a	
	150	0.96 a	
	200	0.49 c	
OK+GK	50	1.01 a	2396.91 a
	100	1.00 a	
	150	0.97 a	
	200	0.49 c	
Ön uygulamalar (A)		*	*
NaCl Konsantrasyonu (B)		*	*
AxB		*	*

^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farkı göstermektedir (P<0.05)

* 0.05 düzeyinde önemli fark

ÖZGEÇMİŞ

Bülent ŞENTÜRK, 1983 yılında Bursa'da doğmuştur. 1994 yılında Yalova Şehit Osman Altinkuyu Anadolu Lisesi'ne girmiş ve 2001 yılında mezun olmuştur. 2003 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne girerek, 2007 yılında bu bölümden Bölüm Birinciliği ve Fakülte İkinciliği Dereceleri ile Ziraat Mühendisi unvanı alarak mezun olmuştur. Eylül 2007'de Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır. Halen Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Öncelikle değerli Hocam Prof.Dr. H. Özkan SİVRİTEPE'ye yalnızca yüksek lisans tez çalışmama olan destek ve katkılarından dolayı değil, lisans eğitimimden bu yana son 4 yılda bana verdiği emek için şükranlarımı sunarım. Bu süre içerisinde fedakarlıkla tüm bilgi ve deneyimlerinden yararlanmamı sağladığı ve beni yönlendirdiği için kendilerine minnettarım.

Yüksek lisans öğrenimim süresince sadece eğitim alanında değil, sosyal ve kültürel süreçlerde de bana destek olan ve çeşitli kongre, sempozyum, teknik gezi ve uluslararası yayın faaliyetlerine katılmama olanak sağlayan başta Hocam Prof.Dr. H. Özkan SİVRİTEPE olmak üzere Doç.Dr. Nuray SİVRİTEPE, Doç.Dr. Cihat TÜRK BEN, Doç.Dr. Ümran ERTÜRK ve Doç.Dr. Himmet TEZCAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bana bu konuda çalışma imkanı sağlayan, çalışmalarımnda büyük ilgi, destek ve katkılarda bulunan, çalışmaların yapılmasında çeşitli şekillerde yardımlarını esirgemeyen Bölüm Başkanımız Prof.Dr. Vedat ŞENİZ'in şahsında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim elemanlarına, tohum temininde yardımcı olan MayAgro Tohumculuk San. Tic. AŞ'ne ve çalışmalarım sırasında beni sabırla destekleyen annem Hilmiye ŞENTÜRK ile babam Hasan ŞENTÜRK'e en içten dileklerle teşekkür ederim.