



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİBERLERDE (*Capsicum annuum* L.) NaCl İLE YAPILAN
OZMOTİK KOŞULLANDIRMA UYGULAMALARININ
TUZA TOLERANS ÜZERİNE ETKİLERİ**

SEMRA ÇAY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

BURSA 2005



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİBERLERDE (*Capsicum annuum* L.) NaCl İLE YAPILAN
OZMOTİK KOŞULLANDIRMA UYGULAMALARININ
TUZA TOLERANS ÜZERİNE ETKİLERİ**

SEMRA ÇAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 28/11/2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. H. Özkan SİVRİTEPE
(Danışman)

Doç.Dr. Gürcan GÜLERYÜZ
(Üye)

Doç.Dr. Köksal YAĞDI
(Üye)

ÖZET

Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Çarliston biber çeşitlerinde tohumların çimlenmeleri esnasında tuza toleranslarının artırılması amacıyla, NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının kullanım olanakları araştırılmıştır. Her biber çeşidine ait tohumlarda NaCl'ün farklı konsantrasyonları (0, 9, 18, 36 ve 54 dS/m) ile 20°C'de 1, 3 ve 5 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları yapılmıştır. Normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi parametrelerine bağlı olarak biber tohumlarında NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarında en uygun sürenin 3 gün olduğu belirlenmiştir. Daha sonra 0, 18, 36 ve 54 dS/m NaCl ile 20°C'de 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamalarına tabi tutulan biber tohumları farklı NaCl konsantrasyonları (0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m) ile çimlendirme testlerine alınmıştır.

Ozmotik koşullandırma 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 ozmotik koşullandırma uygulamalarının biber tohumlarında tuza toleransın artırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca biberlerde ozmotik koşullandırma tekniğinin kullanımında en uygun NaCl dozu, uygulama sıcaklığı ve süresinin; sırasıyla, 18 dS/m, 20°C ve 3 gün olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler : *Capsicum annuum* L., NaCl, ozmotik koşullandırma, normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, tolerans indeksi, tolerans oranı.

The Effects of NaCl Osmoconditioning on Salt Tolerance of Peppers (*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT

Possibilities of using NaCl osmoconditioning were investigated to increase salt tolerance of pepper seeds (cvs. Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma and Yalova Çarliston) during germination. Osmoconditioning treatments in seeds of each pepper cultivar were conducted for 1, 3 and 5 days at 20°C by the use of various concentrations (0, 9, 18, 36 and 54 dS/m) of NaCl. Optimum period for NaCl osmoconditioning of pepper seeds was determined as 3 days, depending on normal germination rate and mean germination time parameters. Then seeds of each pepper cultivar, which were subjected to osmoconditioning with 0, 18, 36 and 54 dS/m NaCl for 3 days at 20°C, were taken to germination tests with different NaCl concentrations (0, 4.5, 9, 13.5 and 18 dS/m).

The effects of osmoconditioning treatments on increasing salt tolerance in seeds of four pepper cultivars were evaluated on the bases of normal germination rate, mean germination time, tolerance index and tolerance ratio. It was concluded that NaCl osmoconditioning had positive effects on increasing salt tolerance of pepper seeds. It was also concluded that optimum NaCl dose, temperature and period for the use of osmoconditioning technique in pepper seeds were 18 dS/m, 20°C and 3 days, respectively.

Key words : *Capsicum annuum* L., NaCl, osmoconditioning, normal germination rate, mean germination time, tolerance index, tolerance ratio.

1. GİRİŞ

Abiyotik streslerden biri olan tuzluluk, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde dünya çapında tarımsal üretimde önemli sorunlardan biridir (Umezawa ve ark. 2000). Tuzluluk sulanan alanları kuraklaştırır ve bitkilerin yaşama alanlarını daraltarak biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır. Dünyada yetiştiricilik yapılan alanların yaklaşık üçte biri tuzluluktan etkilenmektedir (Kaya ve ark. 2002). Dünyadaki toprak alanının %7'si yani 930 milyon hektarı tuzluluktan etkilenmektedir. Dünya çapında yapılan bir araştırmada tarım arazilerinin %6'sı son 45 yılda tuzlanmadan dolayı kullanılamaz hale gelmiştir. Bu alan yaklaşık 77 milyon hektardır (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 milyon yedi yüz elli bin hektarlık bir alanın 1 milyon beş yüz bin hektarında 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).

Yarı kurak iklim koşullarında sulama yapılan alanlarda önemli bir sorun olan tuzluluğun potansiyel etkisi, sadece ürün verimi üzerine değil, aynı zamanda arazilerin tuzlulaşması, toprağın ve suyun bozulması ve yeraltı sularına tuzun karışarak kalitelerinin bozulmasına neden olmaktadır (Feng ve ark. 2003).

İyi kalitedeki suyun azlığı, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde, ürünlerin sulanmasında tuzlu suyun (3-6 dS/m) 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 bozukluğuna 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 $EC = 4$ dS/m, sodyumluluk için $ESP = 10-15$ olması gerekmektedir (Sönmez ve ark. 1996).

Gerek doğal nedenlerle, gerek yoğun ve kontrolsüz tarımsal faaliyetlerden dolayı son yıllarda tuzdan etkilenen toprak yüzeylerinin arttığı ve bunun önemli bir sorun halini aldığı görülmektedir. Özellikle Akdeniz ülkelerinde toprak tuzluluğunun artması nedeniyle, tuzluluk sorunu verimi sınırlandıran en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir (Querghi ve ark. 2000, Parancyhianakis ve Chartzoulakis 2005).

Tuzun bitkiler üzerinde ozmotik, toksik ve beslenme ile ilgili etkileri de olduğu bilinmektedir. Ozmotik ve beslenme ile ilgili etkileri tuzun teşvik ettiği sekonder stresler, toksik etkiler ise primer stres olarak tanımlanmaktadır. Tuz konsantrasyonu kullanılabilir su potansiyelini 0.5-1.0 bar düşürmeye yetecek kadar yüksek ise, bitkide oluşan stres “Tuz Stresi” olarak tanımlanmaktadır (Levitt 1980).

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 üzerinde yada membrandan geçtikten sonra protoplazma içinde doğrudan toksik etkilerinden kaynaklanmaktadır (Levitt 1980).

Tuzluluk bitki büyüme ve verimliliğini sınırlayan temel çevresel faktörlerdendir. Bitkiler üzerinde yüksek tuzluluğun zararlı etkileri bitkinin veriminin düşüşü veya ölümü olarak gözlenmiştir. Çoğu bitki, hücrelerine tuzu sokmamak veya hücre içerisinde tuz zararını azaltmak için tolerans mekanizması geliştirmektedir. Bitkide tuz stresinin başlangıcında veya gelişimi esnasında fotosentez, protein sentezi, enerji ve lipid metabolizması etkilenmektedir. Stres yoğunluğunun artmasıyla bitkinin ilk vereceği cevap yaprak alanını küçültmek olmaktadır (Parida ve Das 2005).

Tuz stresi ozmotik, toksik ve beslenme ile ilgili etkilerine bağlı olarak bitkilerde bir çok 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 bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle bitkilerin toleransı yada dayanıksızlığı altında yatan fizyolojik mekanizmanın bilinmesi, bitkilerin tuza dayanımının artırılması, tuza adaptasyonunda müdahale edilebilecek noktaların yada seleksiyonunda kullanılacak seçici fizyolojik ve biyolojik özelliklerin belirlenmesi bakımından son derece önemlidir (Sivritepe ve Eriş 1996).

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 yada fide çıkışı sağlayabilmeleri için ekim öncesi bazı uygulamalar yapılmaktadır. Ekim öncesi yapılan en önemli uygulamalardan birisi de tohumların ozmotik çözeltilerde tutulmasıdır. Ozmotik koşullandırma olarak adlandırılan bu tekniğin esası; tohumların ozmotik

potansiyeli ayarlanmış sıvılarda yüksek nem kapsamalarına çıkarılarak, uzun bir süre çimlenmeden tutulabilmesine dayanmaktadır (Sivritepe 1999).

“Priming” yada “osmoconditioning” (ozmotik koşullandırma) olarak bilinen ve ozmotik solusyonlarla (inorganik tuzlar, şekerler, büyüme 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 ozmotik koşullandırma uygulamaları *Prosopis flexuosa*'da (Catalan ve ark. 1994), hıyarda (Passam ve Kakouriotis 1994), şeker pancarında (Shannon ve Grieve 1999), kavunda (Sivritepe ve ark. 1999b), soğanda (Sivritepe 2000a), domates ve marulda (Perez-Alfocea ve ark. 2002) 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 yada hassasiyet, bitkilerin gelişme dönemlerine bağlı olarak da değişiklik göstermektedir. Önemli olan, ozmotik koşullandırma 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 2000b).

Bu çalışmada, Demre, Yağ Biberi (28), Yalova Charleston ve Kandil Dolma çeşitlerine ait biber tohumlarında çimlenme aşamasında tuza toleransın artırılması amacıyla, NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının kullanım olanakları ve biber tohumları için bir protokol geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Türkiye’de tohum fizyolojisi konusunda yapılan araştırmaların sayısı oldukça azdır. Ancak tohumların fizyolojik olarak iyileştirilmesi için uygulanan ve ozmotik koşullandırma adı ile bilinen bir teknik, 1990’lı yılların başından beri büyük ilgi görmektedir. Ozmotik koşullandırma tekniğinin esası; Tohumların ozmotik potansiyeli ayarlanmış sıvılarda yüksek nem kapsamlarına çıkarılarak, uzun bir süre çimlenmeden tutulabilmesine dayanmaktadır (Sivritepe 1999).

Tohumlarda çimlenme süresini kısaltmak ve çimlenme yüzdesini arttırmak için bir çok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar katlama, geri kurutma, havalanabilen ortamda su emdirme, ozmotik koşullandırma ve katı matriks priming olarak sıralanabilir (Naglireiter ve ark. 2005).

Ozmotik koşullandırma terimi, “priming”, “osmotic priming”, “conditioning” ve “osmotic conditioning” gibi teknik terimlerle eş anlamlıdır (Sivritepe 1999).

Ozmotik koşullandırma, suda çözünen birçok kimyasal madde ile yapılabilmektedir. Bunlar: Polietilen glikol (PEG), NaCl ve KNO₃ gibi çeşitli inorganik tuzlar, şekerlerden özellikle mannitol ve büyümeyi düzenleyicilerden absisik asit (ABA)’tir (Sivritepe 1999). Ayrıca üzerinde çok az sayıda araştırma yapılmakla birlikte, ozmotik koşullandırma uygulamalarında deniz yosunu ekstraktı gibi organik preparatlardan da yararlanılmaktadır (Sivritepe 2000b).

Ozmotik koşullandırma tekniğinin faydalı etkileri üç temel grupta değerlendirilebilir. Bunlardan ilki ürünlerin yetiştirilmesi ile ilgilidir. Tohumlara ekim öncesi yapılan uygulamalarla çimlenme ya da çıkış hızında artış, yüksek derecede ürün homojenliği ile

daha kaliteli ürün ve daha yüksek verim elde edilmektedir. Nitekim bu konuda yapılan araştırmalar, ozmotik koşullandırma uygulamalarının daha hızlı ve üniform bir çimlenme sağladığı gibi ortalama çimlenme süresini de kısalttığını ortaya koymuştur (Sivritepe 1999).

Ozmotik koşullandırma uygulamaları farklı bezelye, soğan, domates, biber ve kavun çeşitlerinin tohumlarında ortalama çimlenme süresini azaltmıştır (Sivritepe 1992, Sivritepe ve Dourado 1992, 1995, Sivritepe ve ark. 1999a, Sivritepe ve Eriş 2000, Sivritepe ve Demirkaya 2002).

Winterreuzen çeşidi pırasa tohumlarına PEG 6000 ile ozmotik koşullandırma uygulanmıştır. Uygulama tarla ve sera koşullarında çimlenmeyi arttırıp daha üniform bir fide çıkışı sağlamıştır. Ozmotik koşullandırma uygulanan tohumlar tekrar kurutulduklarında çimlenme ve fide çıkışı gecikmiştir. Ozmotik koşullandırma ile elde edilen faydalı özelliklerin geri kurutma ile kaybedildiğı tespit edilmiştir (Brocklehurst ve ark. 1984).

Soğan ve domates tohumlarına 1 haftadan 4 haftaya kadar PEG 8000 ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır. Tohumlar 10, 18 ve 26°C sıcaklıklarda çimlendirilmişlerdir. -8.6 ve -11.9 bar arasında minimum 7 gün ozmotik koşullandırma uygulanan domates ve soğan tohumlarında 15°C’de daha hızlı çimlenme meydana gelmiştir (Ali ve ark. 1990).

Karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) tohumlarına (%3 KNO₃, 6 gün, 20°C) ozmotik koşullandırma uygulamasının serada iki farklı üretim alanında çiçeklenme sonrasının (DAA) 20, 30 ve 40. günlerinde hasat edilen karpuz fidelerinin çıkışı, çıkış hızı, fide ağırlığı ve hipokotil uzunluğu araştırılmıştır. Bütün kriterler için ozmotik koşullandırmanın maksimum faydası 20 DAA’da hasat edilen tohumlarda gözlenmiştir. 30

ve 40 DAA hasat edilen tohumlarda toplam çimlenme süresinin kısılmasında ozmotik koşullandırma uygulamasının etkileri az olmuş fakat fide ağırlığı ve hipokotil uzunluğu artmıştır. Sonuç olarak, tuz ile yapılan ozmotik koşullandırma karpuzlarda çimlenmeyi arttırmıştır (Demir ve Mavi 2004).

Pill ve ark. (1994), mor ekinezya [*Echinacea purpurea* (L.) Moench] tohumlarına 20°C'de PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamışlardır. Ozmotik koşullandırma uygulanan tohumlarda çimlenme yüzdesi ve üniform çimlenme uygulama yapılmayan gruba göre artmıştır. Fide çıkış oranı, ozmotik koşullandırma uygulananlarda uygulanmayanlara göre %80 daha fazla olmuştur.

Çiçeklenmeden sonra 30 ile 90 gün arasındaki sürelerde hasat edilen on biber tohumu grubuna ozmotik koşullandırma (-1.0 MPa PEG 6000, 7 gün, 20°C) uygulanmıştır. Tohumlar yüzeysel olarak kurutulduktan sonra ozmotik koşullandırmanın çimlenme ve depolama ömrüne olan etkisi araştırılmıştır. Çimlenme üzerine en olumlu etki çiçeklenmeden 50 gün sonra hasat edilen tohumlarda görülmüştür. Tohum grupları 40°C'de %10 oransal nemde 49 gün hava geçirmeyen koşullarda saklanarak en uzun depolama ömrünü gösteren tohum grubu tayin edilmiştir (Demir ve Ellis 1993).

California Wonder çeşidi biber tohumlarında deniz yosunu ekstraktının 1:1, 1:5, 1:10, 1:25, 1:50, 1:100, 1:250, 1:500 ve 1:1000'lik konsantrasyonları ile H₂O kullanılarak; 1, 2 ve 3 günlük sürelerle ozmotik koşullandırma uygulamaları yapılmıştır. Deniz yosunu ekstraktı konsantrasyonunun azalması ve uygulama süresinin uzaması toplam çimlenme oranını arttırıp, ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Sonuç olarak yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarında deniz yosunu ekstraktının da kullanılabileceği ortaya konmuştur (Sivritepe 2000b).

İkinci olarak, bu tekniğin uygulanması; depolama sonrası tohumlarda yaşlanma ile teşvik edilen genetik zararlanmaların (hücre çekirdeği ve sitoplazmada meydana gelen zararlanmalar) onarımı ve çimlenme ya da çıkış esnasındaki su zararının önlenmesini sağlamaktadır. Tohumlar depolama esnasında maruz kaldıkları olumsuz koşullara (yüksek sıcaklık, nem, radyasyon, vb.) bağlı olarak zaman içinde canlılıklarını kaybetmektedirler. Ancak çok sayıda türe ait tohumlarda, kuru halde depolama esnasında meydana gelen lezyonların, depolama sonrasında su alımının ilk saatlerinde hücre onarım işlemlerinin faaliyete geçmesi ile kademeli olarak elimine edildiği bilinmektedir (Sivritepe 1999).

Ozmotik koşullandırma uygulamalarının lipit peroksidasyonunun sonucunda oluşan zararlanmaların onarımını teşvik ettiği ve sonuç olarak daha fazla dehidrogenaz aktivitesi sağladığı ve peroksit oluşumunu azalttığı gözlenmiştir (Naglireiter ve ark. 2005).

Ozmotik koşullandırma uygulamaları sonrasında, çimlenen marul (Rao ve ark. 1987) ve bezelye (Sivritepe ve Dourado 1995, Sivritepe ve Eriş 2000) tohumlarının radikula uçlarında yapılan sitolojik gözlemler, yaşlanma ile teşvik edilen genetik bozulmaların onarımına bağlı olarak, ilk mitoz bölünmeler esnasında kromozomal bozulmaların azaldığını ortaya koymuştur.

Kontrollü yaşlandırılmış (45°C'de 4, 6 ve 10 gün) ve yaşlandırılmamış biber tohumlarına -1.1 ve -1.5 MPa PEG içinde 6, 10 ve 14 gün ozmotik koşullandırma uygulanmıştır. 45°C'de 4 gün yaşlandırılmış ve 14 gün -1.1 MPa ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlarda ortalama çimlenme süresinde kısalma olmuştur (Lanteri ve ark. 1996).

Sivritepe ve Dourado (1995) ile Sivritepe ve Eriş (2000), bezelye tohumlarını depolama sonrasında yaşlanma sonucu meydana gelen hasarların düzeltilmesi için 16°C'de

PEG-8000 (-0.25, -0.5, -0.75, -1.0 ve -1.2 MPa), ABA (10^{-3} ve 10^{-4} M) ve saf su ile 1-7 gün ozmotik koşullandırma uygulamalarına tabi tutmuşlardır. Ozmotik koşullandırma uygulamaları su alımı nedeniyle meydana gelen zararın azalmasına, tohum canlılığının artmasına neden olmuştur. Uygulamaların faydası ilk 2 – 3 gün içinde görülmeye başlanmıştır. Ancak, bu tekniğin maksimum faydası 4 – 5 günlük uygulamalardan elde edilmiştir. Ozmotik koşullandırma uygulamaları ile DNA onarım mekanizmasının teşvik edilmesine bağlı olarak, ilk mitoz bölünmeler esnasında kromozomal bozulmalar azalmıştır.

Ozmotik koşullandırma ile tohumların yeterli miktarda su alımı sağlandığında sekonder dormansi kırılmaktadır. Bu kontrollü su alımı bir taraftan inhibitörleri elimine etmekte, diğer taraftan hormon ve enzimleri çimlenme için aktif hale getirmektedir. Ozmotik koşullandırma yapılmış tohumlarda protein ve DNA sentez oranı ile 1-aminosiklopropan 1-karboksilik asit (ACC) etilene çevirme yeteneklerinin arttığı bildirilmiştir. Ozmotik koşullandırma yapılmış bir çok tohum grubunda solunumun arttığı O_2 ölçümleri ile belirlenmiştir (Naglireiter ve ark. 2005).

Pinus sylvestris ve *Larix decidua* tohumlarına PEG + 200 mg kg^{-1} giberellik asit (GA_3) ile ozmotik koşullandırma sonucundaki ölçümlerde elektron paramagnetik rezonans (EPR) spektrası ozmotik koşullandırma uygulanmayan tohumlara göre uygulama yapılan tohumlarda fark edilir miktarda fazla serbest radikal bulunduğunu göstermektedir. K^+ tuzu ile ozmotik koşullandırma uygulanan tohumlarda nispeten daha az serbest radikal gözlenmiştir. *L. decidua* tohumlarının ölçümlerinde, serbest radikal miktarında uygulama yapılmış ve yapılmamış gruplar arasında kayda değer önemli farklar bulunmamıştır. Böylece, PEG + GA_3 ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarında serbest radikallerin miktarında artış görülmüş ve çimlenme uygulaması yapmanın uygun olmayacağı sonucuna varılmıştır (Naglireiter ve ark. 2005)

Bu tekniğin üçüncü faydası ise, bitkilerin kurak ve tuzluluk gibi stres koşullarına adaptasyonlarının sağlanmasıdır (Sivritepe 1999). Bu çalışma tohumların tuzlu koşullara adaptasyonlarının artırılması üzerine yoğunlaştığı için, örneklerimiz de tuzlu koşullarda çimlendirilen tohum ve yetiştirilen bitkilerin tuzdan nasıl etkilendikleri ve bu strese nasıl adapte olabilecekleri hakkında olacaktır.

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 büyüme olan bitkiyi öldürmektedir. Bir çok 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 bir çok 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).

Bitkiler tuza toleranslarına göre hassas, kısmen hassas, kısmen toleranslı ve toleranslı olarak dörde ayrılmaktadır. Fasulye, havuç, çilek, soğan, kayısı, portakal ve şeftali hassas; salgam, turp, marul, üzüm, biber, tatlı patates, mısır, patates, şeker kamışı, lahana, kereviz, hıyar, domates, brokkoli, pirinç ve kabak kısmen hassas; soya fasulyesi, buğday, arpa, mısır ve pancar kısmen toleranslı; şeker pancarı ve pamuk ise toleranslı gruba girmektedir (Maas 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).

Bitkilerde büyüme döneminde, tuza toleransta farklılıklar saptanmıştır. Örneğin; marul genç fide döneminde ve çiçeklenme esnasında hassas, şeker pancarı büyüme döneminde toleranslı, fakat çimlenme esnasında hassastır. Şalgam ise çimlenme esnasında tuza daha toleranslı olmasına karşın fide gelişimi esnasında hassastır (Shannon ve Grieve 1999).

Bitkinin yapısında bulunan tuza tolerans yeteneği geniş çaptaki genetik farklılıklardan dolayı birçok gruba ayrılmıştır. Çoğu ürün, tuzlu ortamların doğal bitki örtüsü olan tuzcul bitkilerin (halofitler) aksine, tuza duyarlı veya aşırı duyarlı bitkilerdir (glikofitler) (Flowers ve ark. 1986, Parida ve Das 2005).

Bitki çeşitleri arasında tuza toleransta çarpıcı farklar bulunmuştur. Örneğin; tuza toleranslı türlerden şeker pancarında 200 mM NaCl tuz konsantrasyonunda kuru ağırlıkta %20 azalma, kısmen toleranslı çeşitlerden pamukta %60 azalma ve duyarlı çeşitlerden soya fasulyesinde ölüm olmaktadır (Munns 2002).

Tuz stresi büyümede birçok değişime sebep olur; hücre bölünmesi ve enzimatik aktiviteler bunların arasındadır. Öncelikle bitkide tuz stresine karşı tolerans genotipe bağlıdır. Genotipe bağlı özelliklerin değişiminde, tuzun köklerle alımı ve iletimi gibi süreçlerde, metabolik ve fizyolojik olaylar hücresel düzeyde gerçekleşmektedir (Silva ve ark. 2001).

Tuzluluk membran geçirgenliğini, kinetik enzimleri, klorofili, fotosentezi, stoma hareketlerini, iyon ve metabolit miktarını etkilemektedir. Tuz iyonları besin maddeleri ile

rekabete girerek membranın iyon seçimini dolayısıyla da bitki büyüme ve gelişimini etkilemektedir (Meena ve ark. 2003).

Uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak ozmotik stresin şiddetinin farklı olabileceği ve aynı şiddette bir ozmotik strese tolerans bakımından, bitki tür ve çeşitleri arasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Levitt 1980).

Bitkilerde tuza tolerans genellikle uzun süreli tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerin biyomas üretimi miktarına göre değerlendirilmektedir. Kısa bir süre tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde, büyüme oranında önemli miktarda azalma olabilir. Türler içinde bitki büyüme oranındaki azalma aynı olabilir ancak bitkilerde tuza tolerans farklı olmaktadır. Örneğin; durum buğdayı ekmeklik buğdaya göre tuza daha fazla duyarlıdır ve durum buğdayının verimi tuzdan daha fazla etkilenmektedir (Munns 2002).

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 lahanalar başları daha sıkı olmakta, tuz yoğunluğu arttırıldıkça kerevizin kolayca etkilendiği ve iç kararmasına karşı daha dirençli olduğu rapor edilmiştir (Shannon ve Grieve 1999).

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

Bitkilerdeki tuza tolerans fizyolojisinin bilinmesi tuzluluk probleminin çözümünde tarım için oldukça önemlidir. Tuzlu toprağın genel karakteristiği yüksek

konsantrasyonlardaki çözünebilir tuzlardır. Bunlar ozmotik potansiyeli arttırarak, tuzlu topraklardaki 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.).

Tuzluluğun ilk ve başlıca etkisi olan ozmotik etki genellikle düşükten orta konsantrasyonlara doğru olur. Kök boylarında azalma ve şişkinleşmenin yanında incelme ve kalınlaşma da olabilir. Türlerin gelişmişliğine bağlı olarak ürünün olgunlaşma oranı gecikebilir. Bitkilerde ürün olgunlaşma derecesi, farklı tuz miktarları ile çoğunlukla türlere ve daha az olarak da türler içindeki varyetelere bağlıdır. Tuzluluğa verilen cevaplar çevre şartlarından kaynaklanan oransal nem, sıcaklık, radyasyon ve hava kirliliği gibi etkilere verilen cevaplardan farklıdır. Tuzluluğun ozmotik etkileri büyüme oranının azalmasına, yaprak renginin değişimine, karakteristik gelişimde gövde oranı gibi ve ürün olgunlaşmasının engellenmesine neden olmaktadır. İyon etkileri daha açık olarak genellikle yaprak ve meristem zararlanması veya beslenme bozukluklarının tipik simptomları gibidir. Yüksek konsantrasyonlardaki Na ve Cl yapraklarda birikir ve sonuçta yanıklıklara sebep olur. Beslenme eksikliği simptomları genellikle tuzluluktan kaynaklanan yaşlılık simptomlarına benzer. Toprak suyunda Na/Ca oranı yüksek olduğunda kalsiyum eksikliği simptomlarına daha çok rastlanılır (Shannon ve Grieve 1999).

Tuz büyümenin engellenmesi yanında özellikle yapraklarda bazı nekrozların meydana gelmesine sebep olarak da bitkilere zarar vermektedir. Tuzun gözle görülebilir ilk simptomları 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.

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

Leanda çeşidi patlıcanlarda (*Solanum melongena* L.) tuz konsantrasyonunu 2.1 dS/m'den 4.7 dS/m'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 etkilenmemiştir. 1. sınıf patlıcanlarda meyve özellikleri 4.7 dS/m'de önemli derecede azalmıştır. Elektriksel iletkenlik besin maddeleri ilavesi ile 4.7 dS/m'ye çıkarıldığında bitkide besin maddesi alımı görülmemiştir (köklerde P, yaşlı yaprakların petiyollerindeki P ve N alımındaki artış hariç). Bunun aksine ekstra besin maddeleri ile tuzluluk artırıldığında Mg ve NO₃ – N bitkinin bazı bölümlerinde azalmıştır. Bütün tuz uygulamaları yapraklardaki Mg konsantrasyonunu aynı derecede azaltmıştır (Savvas ve Lenz 2000).

Biber (*Capsicum annuum* L.) tuza karşı oldukça hassastır. Tuzluluktan öncelikle toplam meyve verimi (10 mM üzerindeki NaCl'de), ikinci olarak taze meyve ağırlığı (25 mM üzerindeki NaCl'de), ve son olarak da bitki başına düşen meyve sayısında (50 mM üzerindeki NaCl'de) azalma olmaktadır (Chartzoulakis ve Klapaki 2000, Navarro ve ark. 2002).

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).

Kabak bitkileri (*Cucurbita pepo* var. *moschata*) sera ortamında NaCl'ün (0, 20, 40 ve 80 mM) farklı miktarları verilerek saksılarda büyütülmüştür. 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 ark. (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'de ise çimlenme oranında önemli bir düşüş olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde tuz stresi koşullarında, bitki yaprak alanı yanında yaprak sayısının azaldığı (Zerki 1991, Satti ve ark. 1994, Sivritepe 1995, Mohammad ve ark. 1998, Shannon ve Grieve 1999) ve bitki boyunun kısaldığına (Shannon ve Grieve 1999) dair bilgiler mevcuttur. Ancak domates bitkisinde yapılan bir araştırmada (Li ve Stanghellini 2001) tuz

uygulamalarının yaprak sayısını etkilemediği gösterilmiştir. Ayrıca tuzlu yetiştirme koşullarında asma, buğday ve domateste kök gelişiminin önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (Sivritepe 1995, Botella ve ark. 1997, Bolarin ve ark. 2000). Tuz uygulamaları ile içinde domatesin de bulunduğu pek çok bitki türünde sürgün gelişiminin azaldığı bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Awang ve ark. 1993, Satti ve ark. 1994, Sivritepe 1995, Mohammad ve ark. 1998).

Yüksek NaCl (35 mM) çözeltisi ile kum kültüründe yetiştirilen ‘Oso Grande’ ve ‘Camarosa’ çilek (*Fragaria × ananassa* Duch) çeşitlerinin besin çözeltisine artı olarak Ca ilavesine verdikleri tepkiler araştırılmıştır. Uygulamalar : (1) Sadece besin çözeltisi (C); (2) Besin çözeltisi artı 35 mM NaCl (C+S); (3) Besin çözeltisi ve 35 mM NaCl’e artı ilave olarak 5 mM Ca (C+S+Ca). Normal besin çözeltisinde yetiştirilen bitkilere göre yüksek NaCl’de yetiştirilen bitkilerde kuru madde, ürün verimi ve klorofil kapsamı daha az bulunmuştur. Tuzluluğun bitki ve ürün verimi üzerindeki olumsuz etkileri Ca ilavesi ile iyileştirilmiştir. Bitkilerde su alınımı NaCl’ün arttırılması ile azalmış ve Ca ilavesi ile artmıştır. Yüksek NaCl uygulaması ile membran geçirgenliği artmış ve bu membran geçirgenliğindeki artış Ca ilavesi ile azalmıştır. Yüksek NaCl’de her iki kültürün dokularında da Na konsantrasyonu artmıştır (Kaya ve ark. 2002).

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 (ACO₂) azalma) değişikliklere sebep olmuştur (Romero-Aranda ve ark. 2001).

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

Çavuş, Müşküle ve Sultani çekirdeksiz üzüm çeşitlerinde *in vitro* koşullarda artan NaCl konsantrasyonları ve uygulama süresine bağlı olarak eksplantlarda çoğalma oranı, büyüme, toplam klorofil miktarı ve canlılığın azaldığı tespit edilmiştir (Sivritepe ve Eriş 1999).

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

Uzun süre tuzlu sulama suyundan etkilenen topraklar ve bu topraklarda yetiştirilen biber bitkisinin (*Capsicum annuum* L.) 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) ve ticari deniz tuzunun iki konsantrasyonu (EC = 4.4 ve 8.5 dS/m) uygulanmıştır. EC = 4.4 dS/m sulama suyuyla sulama yapılan bitkilerde bitki kuru ağırlığında (yapraklar ve gövde) %46, üründe %25 azalma olmuştur. Sulama suyundaki elektriksel iletkenlik 8.5 dS/m'ye çıkarıldığında bitki kuru ağırlığında %34, üründe %58 azalma görülmüştür. Yaprak ve kök hücrelerinin turgoru ve CO₂ 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).

Serada toprak kültüründe 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 1994).

Tuza toleransın artırılması için bir çok biyolojik yöntem bulunmaktadır. Son zamanlarda gen aktarımı ile tuza toleransın artırılması çalışılmaktadır (Bordas et al. 1997). Bitkilerde tuza toleransın artırılmasındaki bir diğer yöntem de ozmotik koşullandırmadır.

Hasanbey ve Kırkağaç kavun çeşitlerine ait tohumlara 20°C'de 3 gün süreyle NaCl'ün farklı konsantrasyonları (%0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0) ile ozmotik koşullandırma uygulanmıştır. Tuza toleransın Kırkağaç kavun çeşidine göre daha az olduğu tespit edilen Hasanbey kavun çeşidinde NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasının etkileri daha fazla olmuştur (Sivritepe ve ark. 1999b).

Valencia ve TEG-502 soğan çeşitlerinin tohumlarına NaCl'ün %1 ve %3'lük çözeltileri kullanılarak 15°C'de 3 gün süre ile ozmotik koşullandırma uygulamaları yapılmıştır. Daha sonra her iki soğan çeşidinde, kontrol ile mukayeseli olarak ozmotik koşullandırma 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 ozmotik koşullandırma 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).

Telegraph çeşiti hıyar (*Cucumis sativus* L.) tohumlarına 0.7 M mannitol solüsyonu ile 3 gün 25°C'de karanlıkta ozmotik koşullandırma uygulanmıştır. Ozmotik koşullandırma 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 ozmotik koşullandırma ile çimlenme, çıkış ve fide gelişimi süresince azaldığı fakat fide döneminde devam etmediği gözlenmiştir (Passam ve Kakouriotis 1994).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, 2004-2005 yıllarında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarı'nda yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Bu araştırmada Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Charleston biber çeşitlerinin standart tohumları kullanılmıştır. Bursa Yenişehir'deki Beta Tohumculuk'tan temin edilen 2003 yılı ürünü olan biber tohumları, uygulamalarda kullanılmaya kadar hermetik olarak kapatılmış cam kavanozlarda ve buzdolabında 3°C'de muhafaza edilmiştir. Biber çeşitlerinin genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

Demre : Örtü altında ve açık tarlada üretimi yapılan standart bir çeşittir. Bitki yapısı kuvvetlidir. Kalın etli, gevrek, düzgün, sivri ve koyu yeşil renkli meyveleri ortalama 15-22 cm. uzunluğundadır. Sofralık olarak kullanılan, verimli ve nakliye için uygun bir çeşittir.

Yağ Biberi (28) : Açık tarla yetiştiriciliğine uygun, standart bir çeşittir. Yaklaşık 10-15 cm. uzunluğunda, kalın etli, geniş, yassı ve konik şekilli meyvelere sahiptir. Başlangıçta koyu yeşil renkli meyveleri daha sonra kırmızı renk alır. Orta erkenci ve verimli bir çeşit olup, salçalık ve kurutmalık olarak sanayide kullanılır.

Kandil Dolma : Açık tarla yetiştiriciliğine uygun, standart bir çeşittir. Bitki orta yükseklikte olup, alçaktan dallanır. 3-4 loblu, ince kabuklu, eti orta kalınlıkta olan bu çeşidin 11.B.14'ten farkı, dal üzerindeki meyvelerin hepsinin aşağıya bakmasıdır. Dikimden hasada kadar geçen süre 50-55 gün olup, verimli ve erkenci bir çeşittir.

Yalova Çarliston : Açık tarlada olduğu kadar örtü altında da yetiştirilebilen, standart bir çeşittir. Sarı-yeşil renkteki meyveleri yaklaşık 16-18 cm. uzunluğunda, etli ve uzun-konik yapıdadır. Erkenci, verimli ve nakliyyeye uygun bir çeşittir.

1. ve 2. denemelerde çimlendirme öncesi yapılan uygulamalarda ve 2. denemede çimlendirme uygulamalarında sulama suyuna ilave edilerek kullanılan tuz Merck marka NaCl'dür. Çimlenme testlerinde 10 cm çapındaki petri kapları ile filtre kağıtlarından yararlanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumlarda Nem Kapsamının Belirlenmesi

Biber tohumlarında nem kapsamı tayini, Uluslararası Tohum Deneme Birliği (ISTA) Kuralları'na uygun olarak, Düşük Sabit Sıcaklık Fırın Metodu'na göre yapılmıştır (Anonim 1999). Kurutma kapları olarak 10 cm çapındaki petri kapları kullanılmıştır. Petri kapları kapakları ile içleri boş olarak tartılmıştır. Daha sonra her çeşidin iyice karıştırılmış tohum örneklerinden 5.0 g'lık iki tekerrür alınıp tartılmış ve numaralanmış olan petri kapları içine iyice yayılmıştır. Petri kaplarının kapakları kapatılıp örneklerle birlikte tekrar tartılmıştır. Önceden 103 ± 2 °C'ye ayarlanıp ısıtılmış etüv içerisine petrilerin kapakları açık olacak şekilde yerleştirilip 17 ± 1 saat süre ile bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda etüvden çıkarılan petri kaplarının kapakları kapatılarak içerisinde silika jel bulunan desikatörde oda sıcaklığına gelene kadar soğumaya bırakılmıştır. Soğutulan petri kapları, içindeki örnekler ile birlikte tekrar tartılmıştır. Elde edilen veriler aşağıdaki formüle göre değerlendirilmiştir (Anonim 1999).

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

M_1 = Boş petri kabının kapaklı ağırlığı

M_2 = Kurutma öncesinde tohumlar + petri kabı ve kapağının ağırlığı

M_3 = Kurutma sonrasında tohumlar + kurutma kabı ve kapağının ağırlığı

Biber tohumlarının orijinal nem kapsamları; Demre %8.7, Yağ Biberi %10.1, Kandil Dolma %7.8 ve Yalova Çarliston %10.4 olarak belirlenmiştir. Ozmotik koşullandırma uygulamaları öncesinde, tohumların nem düzeylerinin sabitlenebilmesi için her çeşit ayrı bir tepsiye konularak ve iyice yayılarak, 20°C'de ve %60 oransal nemde 14 gün boyunca iklim dolabında bekletildikten sonra nem kapsamları: Demre'de %9.7, Yağ Biberi (28)'de %9.5, Kandil Dolma'da %9.6 ve Yalova Çarliston'da %9.6 seviyesine gelmiştir.

Ozmotik koşullandırma sonrasında tohumların son nem kapsamlarının belirlenebilmesi için her tohum grubundan 3 tekerrürlü olarak 5'er gram tartılan tohumlar 15 mL (0, 9, 18, 36 ve 54 dS/m) NaCl çözeltilerinde 1, 3 ve 5 gün bekletildikten sonra ozmotik koşullandırma uygulanan tohum grupları ile aynı anda iklim dolabından çıkartılmıştır. İklim dolabından çıkartılan tohumlar 3 dakika su altında yıkanıp daha sonra saf sudan geçirilerek iki filtre kağıdı arasında yüzey kuruluğu sağlanana kadar bekletilip son nem miktarının belirlenebilmesi için tekrar tartılmışlardır. Tohumların son nem kapsamları aşağıdaki formülden faydalanılarak bulunmuştur (Sivritepe 1992).

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

d = Tohumun son nem kapsamı (%)

a = Tohumun ilk ağırlığı (g)

b = Tohumun ilk nem kapsamı (%)

c = Tohumun son ağırlığı (g)

3.2.2. Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları

Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Charleston biber çeşitlerinin tohumlarına NaCl'ün farklı konsantrasyonları (0, 9, 18, 36 ve 54 dS/m) uygulanmıştır. Uygulama öncesinde denemede kullanılan petri kapları 173°C'de 2 saat kuru sterilizasyona tabi tutulmuştur. Bir kez de %70'lik alkolden ve saf sudan geçirilip kurutulmuşlardır.

Ozmotik koşullandırma uygulamalarında; 10 cm çapındaki her petri kabına 200 tohum yerleştirilmiş ve daha sonra her NaCl solüsyonundan 5 ml konarak petri kabının kapağı kapatılmıştır. Petri kapları 20°C'de (Sivritepe 2000) ve %60 oransal nemde çalışan iklim dolabında 1, 3 ve 5 gün olmak üzere üç farklı sürede tutulmuştur. Hiçbir uygulama görmeyen tohumlar ise kontrol olarak değerlendirilmiştir. Uygulama süreleri sonunda tohumların hepsi aynı anda iklim dolabından çıkarılmıştır. Her bir uygulama grubuna ait tohumlar ayrı ayrı tel süzgeç içerisinde, bol su altında 3 dakika yıkanıp daha sonra bir kez de saf sudan geçirilerek etkili madde uzaklaştırılmış ve tohumların iki filtre kağıdı arasında kuruması sağlanmıştır. Su ile muamele edilen tohumlar ve kontrol tohumları da aynı işlemde geçirilmiştir.

Birinci deneme sonunda 3 günlük uygulamalarda normal çimlenme oranındaki artış ve ortalama çimlenme süresindeki azalma göz önünde tutularak; ikinci denemede biber tohumları 3 günlük periyotta 0, 18, 36 ve 54 dS/m NaCl ile ozmotik koşullandırma uygulamalarına tabi tutulmuştur. Her biber çeşidinden uygulamalar için 1000 adet tohum sayılıp alınmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulamaları; 12 cm çapındaki petri kapları içerisine 20 mL 18, 36 ve 54 dS/m NaCl konsantrasyonları konulup ve daha sonra petri kapları içerisine tohumlar yerleştirilip, kapakları kapatılarak iklim dolabında 1. denemede koşullarda tutulmuşlardır. Kontrol grubu (uygulama yapılmamış) tohumlar (1000 adet) ise aynı boyutlardaki boş bir petri kabı içerisinde diğer uygulama grupları ile

aynı koşullarda bekletilmiştir. Gruplar 3 günlük ozmotik koşullandırma sonunda her tekerrürde 50 tohum olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak ve 5 farklı NaCl (0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m) konsantrasyonu ile sulanmak üzere çimlendirme testlerine tabi tutulmuşlardır.

1. ve 2. denemelerde ozmotik koşullandırma uygulamaları sonrasında bütün tohumlar aynı anda iklim dolabından çıkarılmıştır. Uygulama sonrası her tohum grubu, ayrı ayrı plastik süzgeç içerisinde, musluk suyu altında 3 dakika yıkanmış, bir kere de saf su ile durulandıktan sonra iki filtre kağıdı arasında iyice kuruması sağlanmıştır.

NaCl ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmış ve yapılmamış (kontrol) tohum grupları çimlendirme testlerine tabi tutulmuşlardır.

3.2.3. imlendirme Testleri

imlendirme testleri Uluslararası Tohum Deneme Birliği (ISTA) Kuralları'na göre (Anonim 1999); 1. denemede tesadüf parselleri deneme desenine ve 2. denemede ise tesadüf parsellerinde iki faktörlü faktöriyel deneme desenine uygun olarak yapılmıştır.

Yıkanmış ve yzeyssel olarak kurutulmuş olan her bir uygulama grubuna ait 200 tohum, her biri 50 tohum içeren dört gruba (tekerrüre) ayrılmıştır. Önceden 173°C'de 2 saat kuru sterilizasyona tabi tutulmuş olan petri kapları bir kere de %70'lik alkolden ve saf sudan geirilmış ve kurutulmuştur. Tohumlar, her tekerrürde 50 adet olacak şekilde içine filtre kağıdı yerleştirilmış olan 10 cm çapındaki petri kaplarına yerleştirilmıştir. imlendirme testleri 25°C'de ve %75 oransal neme ayarlı iklim dolabında yapılmıştır. İklım dolabının her rafı bir tekerrür olarak değerlendirilmış ve dört tekerrür oluşturulmuştur. Sayımlar günlük olarak, çimlenmiş olan tohumların ortamdaki çıkarılması sureti ile yapılmış ve sayımlara çimlenme görülmeyinceye kadar devam

edilmiştir. 1. denemede saf su ile, 2. denemede ise 0 (saf su), 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl konsantrasyonları ile sulamalar yapılmıştır. Kotiledon yaprakları testadan çıkan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve çimlendirme testleri 21 gün sürmüştür.

Toplam çimlenme: Normal ve anormal çimlenen tohumların tamamının değerlendirilmesi ile elde edilmiştir.

Normal çimlenme: Normal olarak çimlenen tohumların sayılıp hesaplanmasıdır. Normal çimlenmiş bir tohum, sağlıklı görünümde düzgün şekilli bir radikula çıkışı ilerleyen dönemde kotiledon yapraklar ve yan köklerden oluşmaktadır.

Anormal çimlenme: Tohumun kendisinden kaynaklanan sebeplerden dolayı anormal olarak çimlenen tohumların sayılıp hesaplanması ile elde edilir. Anormal çimlenen tohumların radikulları kısa şişkin, uzun cansız, ucu küt veya spiral şekiller gibi birçok şekilde oluşabilmektedir. Kotiledon yapraklar beyaz-sarı renkli olabilir.

Ölü tohum: Çimlenme için gerekli şartlar sağlanmasına rağmen çimlenmeyen tohumlardır.

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

3.2.4. Ortalama Çimlenme Süresi

Biber tohumlarında yapılan çimlendirme testlerinde, 21 gün boyunca çimlenen tohumlar günlük olarak sayılmış ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde Ellis ve Roberts (1981)'in geliştirmiş olduğu aşağıdaki formülden yararlanılmıştır. Böylece

tohumların gücü ile ilgili olarak daha belirgin analitik değerlendirmeler yapabilmek amacıyla ortalama çimlenme süreleri hesaplanmıştır.

$$O.Ç.S. = \Sigma Dn / \Sigma n$$

O.Ç.S. = Ortalama çimlenme süresi (gün)

n = D gününde çimlenen tohumların sayısı

D = Çimlenme testinin başlangıcından itibaren sayılan günler

3.2.5. Tolerans İndeksi (T.İ.)

Denemeye alınan biber tohumlarının uygulanan tüm NaCl konsantrasyonlarına karşı genel tavrını ortaya koyabilmek ve çeşitlerin karşılaştırılmasında çeşit özelliklerinden kaynaklanabilecek gelişme farklılıklarını elimine edip, sadece tuza karşı performanslarını kıyaslayabilmek için, La Rosa ve ark. (1989) tarafından geliştirilen “Tolerans İndeksi” kullanılmıştır. Tolerans indeksi, toplam çimlenme oranı (%) bazında aşağıdaki formüle göre, her çeşit için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$T.İ. = 100 + \Sigma [x (T_x / T_o) 100]$$

n = 5 (uygulama sayısı)

x = 0, 9, 18, 36, 54 dS/m

T_x = (x g/L) NaCl uygulanmış tohumların çimlenme oranı (%)

T_o = NaCl uygulanmamış tohumların çimlenme oranı (%)

3.2.6. Tolerans Oranı (T.O.)

Denemeye alınan biber çeşitlerine ait tohumların NaCl'ün farklı dozlarına göstermiş oldukları dayanımın karşılaştırılması ise, Chandler ve ark. (1986) tarafından geliştirilen, "Tolerans Oranı" kullanılarak yapılmıştır. 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 gerçek rakamlarla değil, belli konsantrasyonda tuza sahip ortamda, kontrole karşı göstermiş oldukları oransal gelişmeleri ile kıyaslanmışlardır.

$$T.O. = T_x / T_o$$

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

T_o = NaCl uygulanmamış tohumların çimlenme oranı (%)

3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin varyans analizleri BARNES bilgisayar programı kullanılarak 1. denemede tesadüf parselleri deneme desenine ve 2. denemede ise tesadüf parsellerinde iki faktörlü faktöriyel deneme desenine uygun olarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar MSTAT-C bilgisayar programında, 0.05 anlamlılık düzeyinde LSD testi ile değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Ozmotik Koşullandırma İçin En Uygun Sürenin Belirlenmesi

Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Çarliston biber çeşitlerinin tohumlarında nem kapsamları %10 civarında sabitlenmiştir. Ozmotik koşullandırma için en uygun süre ve dozun belirlenmesinde farklı süre (1, 3 ve 5 gün) ve konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri (0, 9, 18, 36 ve 54 dS/m) ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları ve sonuçları Tablo 1- 4'te verilmiştir.

Biber tohumlarında yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme uygulamalarında; Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Çarliston çeşitlerinde normal çimlenme oranı açısından uygulama serileri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). Fakat genel olarak 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamalarında yüksek çimlenme oranları kaydedilmiştir. Ortalama çimlenme süresi bakımından Yağ Biberi (28) ve Kandil Dolma çeşitlerinde ozmotik koşullandırma uygulamaları arasındaki fark anlamlı değildir ($P>0.05$). Bununla birlikte 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamalarında en kısa çimlenme süreleri saptanmıştır. Demre ve Yalova Çarliston çeşitlerinde 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamasında en kısa çimlenme süreleri elde edilmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Denemenin 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması sonunda çimlenme oranında en yüksek değerler tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ortalama çimlenme süresinde ise 3 günlük uygulamalarda en kısa süreye ulaşılmıştır. Normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi parametrelerine bağlı olarak, ozmotik koşullandırma için en uygun sürenin 3 gün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 9 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik

koşullandırma uygulamasının 18 dS/m NaCl uygulamasından farklı bir eğilim göstermediği gözlenmiştir.

Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Charleston biber çeşitlerinin farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri (0, 9, 18, 36 ve 54 dS/m) ile 1, 3 ve 5 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları sonrasında, tohum nem kapsamlarının belirlenmesinde, ozmotik koşullandırma uygulamaları ve uygulama süreleri interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Dört biber çeşidinde de NaCl konsantrasyonu arttırıldıkça tohum nem kapsamındaki artış yavaşlamıştır. Uygulama süresi arttırıldıkça tohumların nem kapsamlarında artış gözlenmiştir.

Tablo 1. Demre biber çeşidinde farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Uygulama Süreleri (gün)	Ozmotik Koşullandırma Sonrasında Tohumların Nem Kapsamları (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	9.6 c ⁺	92.5	8.1 a
0	1	47.9 b	96.5	7.8 a
	3	50.1 ab	95.0	6.2 b
	5	51.5 a	96.0	6.7 b
9	1	45.9 b	93.5	7.6 a
	3	49.1 a	89.0	7.8 a
	5	50.0 a	88.5	6.4 b
18	1	44.2 b	92.5	7.2 a
	3	48.8 ab	95.5	6.8 a
	5	50.0 a	93.0	7.0 a
36	1	43.6 b	88.0	7.8 a
	3	48.0 ab	92.0	6.9 a
	5	50.0 a	93.5	8.3 a
54	1	40.9 b	90.5	7.7 a
	3	46.6 a	97.0	6.8 a
	5	48.7 a	90.0	7.4 a
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*	*
Süre (B)		*	*	*
A x B		*	ad	*

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

Tablo 2. Yağ Biberi (28) çeşidinde farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Uygulama Süreleri (gün)	Ozmotik Koşullandırma Sonrasında Tohumların Nem Kapsamları (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	9.5 c ⁺	92.5	10.6
0	1	41.1 b	96.0	9.0
	3	44.9 a	98.0	8.3
	5	46.6 a	93.5	8.0
9	1	40.4 b	89.5	9.3
	3	44.6 a	95.0	7.7
	5	46.4 a	93.0	9.0
18	1	38.9 b	90.5	9.4
	3	44.5 a	94.5	8.1
	5	45.1 a	93.5	8.7
36	1	33.1 b	94.5	9.5
	3	36.7 b	97.0	8.3
	5	44.2 a	92.0	8.9
54	1	32.9 b	93.5	9.6
	3	33.2 b	94.0	8.0
	5	34.1 a	92.5	9.8
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*	*
Süre (B)		*	*	*
A x B		*	ad	ad

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

Tablo 3. Kandil Dolma biber çeşidinde farklı NaCl konsantrasyonları ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Uygulama Süreleri (gün)	Ozmotik Koşullandırma Sonrasında Tohumların Nem Kapsamları (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	9.6 c ⁺	76.5	11.1
0	1	45.6 b	81.5	11.1
	3	46.1 b	80.0	11.3
	5	48.0 a	53.5	8.8
9	1	45.3 a	77.0	11.4
	3	46.0 a	74.5	10.8
	5	47.5 a	66.0	10.9
18	1	43.1 b	79.5	10.1
	3	46.5 a	80.5	10.4
	5	47.5 a	77.5	11.0
36	1	42.3 b	76.0	10.5
	3	45.2 a	81.0	9.7
	5	47.3 a	71.0	10.7
54	1	39.4 b	78.0	10.9
	3	45.7 a	63.0	9.8
	5	46.5 a	65.0	10.9
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*	ad
Süre (B)		*	*	*
AxB		*	ad	ad

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

Tablo 4. Yalova Çarliston biber çeşidinde farklı NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının tohum nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Uygulama Süreleri (gün)	Ozmotik Koşullandırma Sonrasında Tohumların Nem Kapsamları (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	9.6 c ⁺	86.0	8.6 a
0	1	46.1 b	73.5	8.9 a
	3	48.8 a	83.0	6.7 b
	5	48.2 a	80.5	7.4 b
9	1	44.5 b	79.0	9.0 a
	3	46.0 b	80.0	6.7 b
	5	48.5 a	77.5	8.3 a
18	1	43.2 b	75.0	8.5 a
	3	44.5 ab	81.5	7.9 a
	5	46.0 a	74.0	7.6 a
36	1	39.9 b	80.0	8.8 a
	3	41.5 b	85.5	7.2 b
	5	44.8 a	81.0	8.2 ab
54	1	34.1 b	77.0	9.8 a
	3	37.0 a	77.5	7.6 b
	5	38.0 a	75.5	9.0 a
Ozmotik koşullandırma (A)		*	*	*
Süre (B)		*	*	*
AxB		*	ad	*

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

4.2. Ozmotik Koşullandırma İçin En Uygun NaCl Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Demre biber çeşidinde NaCl konsantrasyonu çözeltileri (0, 18, 36 ve 54 dS/m) ile yapılan 3 günlük ozmotik koşullandırma sonrasında farklı NaCl çözeltilerinden oluşan

sulama rejimlerinin (0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m) normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri Tablo 5’de verilmiştir.

Demre biber çeşidi tohumlarında; NaCl konsantrasyonunun çözeltileri (0, 18, 36 ve 54 dS/m) ile yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme testlerinde uygulanan sulama rejimleri interaksiyonunun etkileri istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Genel olarak NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının konsantrasyonları arttırıldıkça normal çimlenme oranında azalma görülmüştür.

Ortalama çimlenme süresi bakımından değerlendirilecek olursa; 0, 18, 36 ve 54 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarında 9 dS/m sulama rejiminden sonra artarak devam eden NaCl çözeltilerinde ortalama çimlenme süresinin belirgin olarak arttığı tespit edilmiştir. En düşük çimlenme süresi 6.8 gün ile 18 dS/m ozmotik koşullandırma uygulamasında, en yüksek çimlenme süresi ise 12.1 gün ile 54 dS/m ozmotik koşullandırma uygulamasında kaydedilmiştir.

Tablo 5. Demre biber çeşidinde farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	94.0	8.3
	4.5	89.5	8.0
	9	91.0	8.6
	13.5	88.0	9.2
	18	77.5	10.9
18	0	88.0	6.8
	4.5	93.0	6.8
	9	91.5	8.2
	13.5	92.5	8.8
	18	87.0	10.8
36	0	91.5	7.6
	4.5	95.5	7.8
	9	94.5	8.6
	13.5	91.0	9.8
	18	83.5	11.5
54	0	91.5	7.8
	4.5	88.5	8.1
	9	89.5	8.9
	13.5	86.5	10.5
	18	84.5	12.1
Ozmotik Koşullandırma (A)		ad	*
Sulama Rejimleri (B)		*	*
AxB		ad	ad

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

Yağ Biberi (28) çeşidinin farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri (0, 18, 36 ve 54 dS/m) ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları ve çimlendirme uygulamasında kullanılan NaCl'ün farklı çözeltilerinden oluşan sulama rejimlerinin (0, 4.5,

9, 13.5 ve 18 dS/m) normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri Tablo 6'da verilmiştir.

Yağ Biberi (28) çeşidinde yapılan çimlendirme testleri sonucunda, NaCl'ün farklı konsantrasyonları ile yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme testlerinde uygulanan sulama rejimleri interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Ozmotik koşullandırma uygulamalarından kontrol grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında normal çimlenme oranı %95.5 iken sırasıyla çimlendirme uygulamalarında 4.5 dS/m NaCl uygulamasında %94.5, 9 dS/m NaCl uygulamasında %91.5, 13.5 dS/m NaCl uygulamasında %70.0 ve 18 dS/m NaCl uygulamasında ise %14 olarak tespit edilmiştir. Artarak devam eden NaCl çözeltilerine bağlı olarak normal çimlenme oranında azalma görülmektedir. 0, 4.5 ve 9 dS/m NaCl uygulamaları ile tohum canlılığındaki kayıp istatistiksel açıdan fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

18 dS/m NaCl konsantrasyonu ile ozmotik koşullandırma uygulaması gören grupta; 0 dS/m ile yapılan çimlendirme uygulamasında normal çimlenme oranı %92.5 iken 4.5 dS/m NaCl çözeltisinde %97.5 ile en yüksek çimlenme oranı kaydedilmiştir. 9 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %92.5, 13.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %89.0 ve 18 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında ise %28.0 normal çimlenme oranı saptanmıştır. 4.5, 9 ve 13.5 dS/m NaCl uygulamalarında tohum canlılığında meydana gelen azalmalar 0 dS/m uygulamasından istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

36 dS/m NaCl çözeltisi ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında; 0 dS/m ile yapılan çimlendirme uygulamasında normal çimlenme oranı %95.0 ve sırasıyla 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %92.0, 9 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %91.0, 13.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %91.5 ve 18 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında ise %59.5 olarak kaydedilmiştir. 4.5, 9 ve 13.5 dS/m NaCl uygulamalarında tohum canlılığında meydana gelen azalmalar 0 dS/m NaCl uygulamasından istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

54 dS/m NaCl çözeltisi ile yapılan ozmotik koşullandırmada; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %93.5, 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %92.0 olarak tespit edilen normal çimlenme oranı 9 dS/m NaCl uygulaması ile düşmeye başlamıştır. Sırasıyla 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl çimlendirme uygulamalarında %76.5, 77.5 ve 22.0 olarak tespit edilmiştir. 4.5 dS/m NaCl uygulamasında tohum canlılığında meydana gelen azalma 0 dS/m NaCl uygulamasından, 13.5 dS/m NaCl uygulamasında tohum canlılığında meydana gelen azalma ise 9 dS/m NaCl uygulamasından istatistiksel açıdan fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

Yapılan uygulamalar ortalama çimlenme süresi için değerlendirildiğinde:

Ozmotik koşullandırmanın kontrol grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 8.5 gün 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında elde edilen 8.8 gün arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$). 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl çimlendirme uygulamalarında ise ortalama çimlenme süresi sırasıyla 10.5, 11.6 ve 12.3 gün olarak kaydedilmiştir.

Ozmotik koşullandırmanın 18 dS/m NaCl grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 8.1 gün ve 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 8 gün ile en düşük süre kaydedilmiştir. Her iki uygulama arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). 9 dS/m NaCl çözeltisi ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 9.5 gün, 13.5 dS/m ve 18 dS/m ile yapılan uygulamalarda 11.0 ve 12.1 güne ulaşılmıştır. Son iki uygulama arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($P>0.05$).

Ozmotik koşullandırmanın 36 dS/m NaCl grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 8.8 gün olarak tespit edilmiştir. Daha sonraki uygulamalarda NaCl konsantrasyonları arttırıldıkça çimlenme süresi de bu artışa bağlı olarak artmıştır. 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl uygulamalarında sırasıyla 10.1, 11.1, 10.8 ve 11.8 gün ortalama çimlenme süresi kaydedilmiştir. 9 ve 13.5 dS/m NaCl uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır ($P>0.05$).

54 dS/m NaCl çözeltisi ile ozmotik koşullandırma uygulaması gören grupta; 0 dS/m NaCl ile çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 8.5 gün ve 4.5 dS/m NaCl uygulaması ile 9.2 gün olarak tespit edilmiştir. Her iki uygulama sonucu benzer eğilim gösterdiği için aralarında istatistiksel açıdan farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$). Daha sonra artarak devam eden 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl konsantrasyonlarında ortalama çimlenme süreleri 10.9, 10.7 ve 12.1 gün olarak belirlenmiş ve aralarında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

Genel olarak bütün ozmotik koşullandırma uygulamalarında, 9 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasından itibaren tuzun toksik etkileri ortaya çıkmaya başlamış ve buna bağlı olarak ortalama çimlenme süreleri belirgin bir şekilde artmıştır. En kısa ortalama çimlenme süresi 8.1 gün ve 8 gün ile 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında kaydedilmiştir.

Tablo 6. Yağ Biberi (28) çeşidinde farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	95.5 a ⁺	8.5 c
	4.5	94.5 a	8.8 c
	9	91.5 a	10.5 b
	13.5	70.0 b	11.6 ab
	18	14.0 c	12.3 a
18	0	92.5 a	8.1 c
	4.5	97.5 a	8.0 c
	9	92.5 a	9.5 b
	13.5	89.0 a	11.0 a
	18	28.0 b	12.1 a
36	0	95.0 a	8.8 c
	4.5	92.0 a	10.1 bc
	9	91.0 a	11.1 ab
	13.5	91.5 a	10.8 ab
	18	59.5 b	11.8 a
54	0	93.5 a	8.5 b
	4.5	92.0 a	9.2 b
	9	76.5 b	10.9 a
	13.5	77.5 b	10.7 a
	18	22.0 c	12.1 a
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*
Sulama Rejimleri (B)		*	*
A x B		*	*

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

Kandil Dolma biber çeşidinin farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri (0, 18, 36 ve 54 dS/m) ile yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme uygulamasında kullanılan NaCl (0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m) çözeltilerinden oluşan sulama rejimlerinin

normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine olan etkileri Tablo 7’de verilmiştir.

Kandil Dolma biber çeşidi tohumlarında; NaCl’ün farklı konsantrasyonları ile yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme testlerinde; normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Ozmotik koşullandırma uygulamalarından kontrol grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %74.5, 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %57.0 normal çimlenme oranı kaydedilmiştir. Her iki uygulama sonuçları benzer eğilim gösterdiği için aralarında istatistiksel farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$). 9 ve 13.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamalarında %23.0 ve %21.0 çimlenme değerleri kaydedilmiştir. İki uygulama arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). 18 dS/m ile yapılan çimlendirme uygulamasında %7.0 normal çimlenme oranı saptanmıştır.

18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 0 dS/m NaCl ile çimlendirme uygulamasında %72.5 ve 4.5 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasında ise %70.5 normal çimlenme oranı saptanmıştır. Her iki uygulama arasında istatistiksel olarak farklılık kaydedilmemiştir. 9 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasında %49 normal çimlenme oranı kaydedilmiştir ($P>0.05$). 13.5 dS/m ve 18 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamalarında ise sırasıyla %26.0 ve %17.0 normal çimlenme oranı saptanmıştır. Bu iki uygulama arasında istatistiksel açıdan fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 0 ve 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulaması istatistiksel açıdan benzer eğilim gözlenmiştir. 9 dS/m çimlendirme uygulamasında %39.5 çimlenme değeri kaydedilmiştir. 13.5 dS/m ve 18 dS/m çimlendirme uygulamalarında ise sırasıyla %22.0, 12.5 normal çimlenme oranı saptanmış ve aralarında istatistiksel farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$).

54 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında sırasıyla 0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl çimlendirme uygulamalarında %77.5, 62, 37, 25 ve 14 çimlenme değerleri saptanmıştır.

Sonuç olarak bütün ozmotik koşullandırma uygulamalarında 9 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasıyla birlikte artan NaCl çözeltilerine bağlı olarak tohum canlılığındaki ani azalma ile tuzun toksik etkilerinin ortaya çıktığı açıkça görülmektedir.

Yapılan uygulamalar ortalama çimlenme süresi için değerlendirildiğinde;

Ozmotik koşullandırmanın kontrol grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 11.9 gün, 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 11.8 gün ve 9 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 12.3 günlük ortalama çimlenme süresi kaydedilmiştir. İlk üç sulama rejimi uygulaması arasında istatistiksel açıdan farklılık saptanmamıştır. 13.5 dS/m ve 18 dS/m çimlendirme uygulamalarında ise 15.1 ve 17.9 gün ortalama çimlenme süresi tespit edilmiştir.

Ozmotik koşullandırmanın 18 dS/m NaCl grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 11.6 gün ve 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulaması ile bu grubun en düşük ortalama çimlenme süresi 10.7 gün ve 9 dS/m NaCl konsantrasyonu ile yapılan uygulamada ise 11.7 gün kaydedilmiştir.

Her üç uygulamada da aynı fark grubunda yer almıştır. 13.5 dS/m ve 18 dS/m ile yapılan çimlendirme uygulamaları 17.0 ve 17.6 gün ile yüksek fark grubunu oluşturmuştur. Son iki uygulama arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır.

Ozmotik koşullandırmanın 36 dS/m NaCl grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 11.2 gün olarak tespit edilmiştir. 4.5, 9, 13.5 ve 18 NaCl uygulamalarında sırasıyla ortalama çimlenme süresi 10.7, 12.1, 15.1 ve 18 gün olarak kaydedilmiştir.

54 dS/m NaCl çözeltisi ile ozmotik koşullandırma uygulaması gören grupta; 0 dS/m NaCl ile çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 10.6 gün ve 4.5 dS/m NaCl uygulamasında ise 10.5 gün tespit edilmiştir. Her iki uygulama sonucu benzer eğilim gösterdiği için aralarında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. Artarak devam eden NaCl çözeltilerinde 11.8, 17.5 ve 18.1 gün ortalama çimlenme süresi kaydedilmiştir.

Genel olarak bütün ozmotik koşullandırma uygulamalarında yapılan çimlendirme testlerinin sonucunda; 9 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasından itibaren, tuzun toksik etkileri ortaya çıkmaya başlamış ve buna bağlı olarak ortalama çimlenme süresi de artmıştır.

Tablo 7. Kandil Dolma biber çeşidinde farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	74.5 a ⁺	11.9 c
	4.5	57.0 a	11.8 c
	9	23.0 b	12.3 c
	13.5	21.0 b	15.1 b
	18	7.0 c	17.9 a
18	0	72.5 a	11.6 b
	4.5	70.5 a	10.7 b
	9	49.0 b	11.7 b
	13.5	26.0 c	17.0 a
	18	17.0 c	17.6 a
36	0	68.5 a	11.2 cd
	4.5	75.0 a	10.7 d
	9	39.5 b	12.1 c
	13.5	22.0 c	15.1 b
	18	12.5 c	18.0 a
54	0	77.5 a	10.6 c
	4.5	62.0 b	10.5 c
	9	37.0 c	11.8 b
	13.5	25.0 d	17.5 a
	18	14.0 e	18.1 a
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*
Sulama Rejimleri (B)		*	*
AxB		*	*

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

Yalova Charleston biber çeşidinin farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri (0, 18, 36 ve 54 dS/m) ile yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme uygulamasında kullanılan NaCl'ün farklı (0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m) çözeltilerinden oluşan sulama

rejimleri normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri Tablo 8'de verilmiştir.

Yalova Çarliston Biber çeşidi tohumlarında; NaCl'ün farklı konsantrasyonları ile yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme testlerinde, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi interaksyonunun etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Ozmotik koşullandırma uygulamalarından kontrol grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında çimlenme oranı %82.5 ve sırasıyla 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl çimlendirme uygulamalarında 74.5, 71.5, 41.5 ve 12.5 normal çimlenme oranı kaydedilmiştir. Artan NaCl çözeltilerine bağlı olarak çimlenme miktarı periyodik olarak azalmıştır.

18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %73.0 iken 4.5 dS/m NaCl uygulamasında normal çimlenme oranı %76'ya yükselmiştir. Artarak devam eden NaCl çözeltilerinde %66.5, 33, 25 normal çimlenme oranları kaydedilmiştir.

36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 0 ve 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında %76 çimlenme kaydedilmiştir. Artarak devam eden NaCl çözeltilerinde %58, 40.5 ve 14 normal çimlenme oranı saptanmıştır. 0 ve 4.5 dS/m NaCl uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir.

54 dS/m NaCl ile ozmotik koşullandırma yapılan uygulamada 4.5 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasında %78.5 ile en yüksek çimlenme değeri saptanmıştır. Devam

eden çimlendirme uygulamalarında 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl sırasıyla 69.5, 31.0 ve 9.0 normal çimlenme değerleri kaydedilmiştir.

Genel olarak bütün ozmotik koşullandırma uygulamalarında 9 dS/m çimlendirme uygulamasında kullanılan sulama rejiminden sonraki uygulamalarda tuzun toksik etkileri ortaya çıkmaya başlayarak çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemiştir.

Yapılan uygulamalar ortalama çimlenme süresi için değerlendirildiğinde:

Ozmotik koşullandırmanın kontrol grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 8.4 gün, 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 9.1 gün olarak kaydedilmiştir. Her iki uygulama arasında istatistiksel açıdan farklılık saptanmamıştır. Sırasıyla 9 ve 13.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamalarında 11.2 ve 12.3 gün tespit edilmiştir. Bu iki uygulama sonuçları benzer eğilim gösterdiğinden istatistiksel farklılık saptanmamıştır. En yüksek çimlenme süresi 18 dS/m uygulamasında 16 gün olarak saptanmıştır.

Ozmotik koşullandırmanın 18 dS/m NaCl grubunda; 0 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 7.2 gün, 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamasında 7.4 gün ve 9 dS/m NaCl ile yapılan uygulamada 8 gün olarak kaydedilmiştir. Her üç uygulama arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. 13.5 ve 18 dS/m NaCl ile yapılan uygulamalarda 10.8 ve 18.0 ortalama çimlenme süresi saptanmıştır.

36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırmada; 0 ve 4.5 dS/m NaCl ile yapılan çimlendirme uygulamalarında ortalama çimlenme süresi 8.1 gün olarak kaydedilmiştir. Uygulamalar arasında istatistiksel farklılık saptanmamıştır. 9 ve 13.5 dS/m NaCl

uygulamalarında sırasıyla ortalama çimlenme süresi 10.3 ve 11.9 gün olarak kaydedilmiştir. Her iki uygulama arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. 18 dS/m NaCl uygulamasında ise 18.1 gün en yüksek çimlenme süresi olarak belirlenmiştir.

54 dS/m NaCl konsantrasyonu ile ozmotik koşullandırma uygulaması gören grupta; 0 NaCl çimlendirme uygulamasında ortalama çimlenme süresi 7.4 gün ve 4.5 dS/m NaCl uygulaması ile 8.1 gün tespit edilmiştir. Her iki uygulama sonucu benzer eğilim gösterdiği için aralarında istatistiksel olarak farklılık saptanmamıştır. Artarak devam eden NaCl uygulamalarında sırasıyla 10.2, 12.4 ve 20 gün ortalama çimlenme süresi tespit edilmiştir.

Bütün ozmotik koşullandırma uygulamalarında 9 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasından itibaren diğer çeşitlerde de görüldüğü gibi tuzun toksik etkileri bu çeşitte de ortaya çıkmaya başlamış ve buna bağlı olarak ortalama çimlenme süresi belirgin bir şekilde artmıştır.

Tablo 8. Yalova Çarliston biber çeşidinde farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltileri ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	0	82.5 a ⁺	8.4 c
	4.5	74.5 ab	9.1 c
	9	71.5 b	11.2 b
	13.5	41.5 c	12.3 b
	18	12.5 d	16.0 a
18	0	73.0 a	7.2 c
	4.5	76.0 a	7.4 c
	9	66.5 b	8.0 c
	13.5	33.0 c	10.8 b
	18	25.0 d	18.0 a
36	0	76.0 a	8.1 c
	4.5	76.0 a	8.1 c
	9	58.0 b	10.3 b
	13.5	40.5 c	11.9 b
	18	14.0 d	18.1 a
54	0	73.0 ab	7.4 d
	4.5	78.5 a	8.1 d
	9	69.5 b	10.2 c
	13.5	31.0 c	12.4 b
	18	9.0 d	20.0 a
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*
Sulama Rejimleri (B)		*	*
AxB		*	*

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

4.3. Biber Tohumlarında Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri

Demre Biber çeşidinin tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları ve farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltilerinin normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksleri ve tolerans oranları Tablo 9 ve Tablo 10'da verilmiştir.

Tolerans İndeksi: Çimlendirme testleri sonucunda, normal çimlenme oranı bazında tolerans indeksi açısından ozmotik koşullandırma uygulama serileri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Kontrol uygulamasında 4144, 18 dS/m NaCl'de 4499, 36 dS/m NaCl'de 4714 ve 54 dS/m NaCl'de 4357 olarak normal çimlenme oranı tolerans indeksleri tespit edilmiştir. 36 dS/m NaCl uygulamasında 4714 değeri en yüksek normal çimlenme oranı bazında tolerans indeksi olarak belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksi hesaplamalarında ozmotik koşullandırma uygulamaları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En düşük tolerans indeksi 18 dS/m NaCl uygulamasında 5455 olarak saptanmıştır.

Tablo 9. Demre biber çeşidinin tolerans indeksleri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulaması (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans İndeksleri	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans İndeksleri
Kontrol	4144 d ⁺	5995
18	4499 b	5455
36	4714 a	6096
54	4357 c	6231
Ozmotik Koşullandırma	*	ad

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

Tolerans Oranı: Demre biber çeşidinde normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında hesaplanan tolerans oranlarına ozmotik koşullandırma uygulaması, sulama rejimleri ve bu iki faktörün interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). 36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında normal çimlenme oranında en yüksek tolerans oranı değerleri kaydedilmiştir. Ortalama çimlenme süresi açısından en düşük değerler 18 dS/m NaCl uygulamasında tespit edilmiştir.

Tablo 10. Demre biber çeşidinin tolerans oranları.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans Oranları	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans Oranları
Kontrol	4.5	0.95	1.00
	9	0.97	1.06
	13.5	0.94	1.32
	18	0.82	1.53
18	4.5	1.05	0.99
	9	1.04	1.13
	13.5	1.00	1.21
	18	0.91	1.30
36	4.5	1.06	1.02
	9	1.04	1.21
	13.5	1.06	1.28
	18	0.99	1.49
54	4.5	0.97	1.03
	9	0.98	1.14
	13.5	0.95	1.34
	18	0.93	1.56
Ozmotik Koşullandırma (A)		ad	ad
Sulama Rejimleri (B)		ad	ad
AxB		ad	ad

ad : Anlamlı değil

Yağ Biberi (28) çeşidinin tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları ve farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltilerinin çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksleri ve tolerans oranları Tablo 11 ve Tablo 12’de verilmiştir.

Tolerans İndeksi: Çimlenme testleri sonucunda, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi tolerans indeksi açısından ozmotik koşullandırma uygulamaları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek normal çimlenme oranı bazında tolerans indeksi 36 dS/m NaCl uygulamasında 3787 olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksi 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 5905 olarak kaydedilmiştir.

Tablo 11. Yağ Biberi (28) çeşidinin tolerans indeksleri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulaması (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans İndeksleri	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans İndeksleri
Kontrol	2664	6254
18	3305	5905
36	3787	6058
54	2814	6209
Ozmotik Koşullandırma	ad	ad

ad : Anlamlı değil

Tolerans Oranı: Yağ Biberi (28) çeşidinde çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında hesaplanan tolerans oranlarında ozmotik koşullandırma uygulaması ve sulama rejimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). Normal çimlenme oranında en yüksek değerler 36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında elde edilirken, en düşük ortalama çimlenme süresi değerleri 18 dS/m NaCl uygulamasında kaydedilmiştir.

Tablo 12. Yağ Biberi (28) çeşidinin tolerans oranları.

Ozmotik Koşullandırma Uygulaması (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans Oranları	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans Oranları
Kontrol	4.5	0.99	1.00
	9	0.96	1.32
	13.5	0.73	1.43
	18	0.14	1.51
18	4.5	1.05	1.00
	9	1.00	1.21
	13.5	0.96	1.42
	18	0.30	1.51
36	4.5	0.96	1.24
	9	0.95	1.31
	13.5	0.96	1.34
	18	0.62	1.42
54	4.5	0.98	1.13
	9	0.82	1.33
	13.5	0.83	1.34
	18	0.24	1.44
Ozmotik Koşullandırma (A) Sulama Rejimleri (B) AxB		ad * ad	* * ad

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

Kandil Dolma Biber çeşidinin tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları ve farklı NaCl çözeltilerinin çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksleri Tablo 13 ve tolerans oranları Tablo 14’de verilmiştir.

Tolerans İndeksi: Çimlendirme testleri sonucunda, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksi açısından ozmotik koşullandırma uygulaması istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). Kontrol uygulamasında

1448, 18 dS/m NaCl'de 2047, 36 dS/m NaCl'de 1873 ve 54 dS/m NaCl'de 1651 olarak normal çimlenme oranı bazında tolerans indeksleri tespit edilmiştir. 18 dS/m NaCl uygulamasında 2047 değeri en yüksek tolerans indeksi olarak belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksi hesaplamalarında ozmotik koşullandırma uygulamaları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). En düşük ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksi 18 dS/m uygulamasında 5873 olarak kaydedilmiştir.

Tablo 13. Kandil Dolma biber çeşidinin tolerans indeksleri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulaması (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans İndeksleri	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans İndeksleri
Kontrol	1448	6171
18	2047	5873
36	1873	6236
54	1651	6821
Ozmotik Koşullandırma	ad	ad

ad : Anlamlı değil

Tolerans Oranı: 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl uygulamalarında ayrı ayrı olmak üzere, Kandil Dolma çeşidinde normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında hesaplanan tolerans oranlarında; ozmotik koşullandırma uygulamaları, sulama rejimleri ve bu iki faktörün interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak farklılık arz etmemiştir. 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında normal çimlenme oranında en yüksek değerler, ortalama çimlenme süresinde ise en düşük değerler kaydedilmiştir.

Tablo 14. Kandil Dolma biber çeşidinin tolerans oranları.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans Oranları	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans Oranları
Kontrol	4.5	0.88	0.93 b ⁺
	9	0.35	1.02 b
	13.5	0.32	1.48 a
	18	0.11	1.53 a
18	4.5	0.98	0.99 c
	9	0.68	1.03 c
	13.5	0.36	1.27 b
	18	0.23	1.50 a
36	4.5	1.09	0.96 d
	9	0.58	1.09 c
	13.5	0.32	1.35 b
	18	0.18	1.61 a
54	4.5	0.80	0.98 c
	9	0.48	1.11 b
	13.5	0.32	1.64 a
	18	0.18	1.70 a
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*
Sulama Rejimleri (B)		*	*
AxB		ad	*

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

ad : Anlamlı değil

Yalova Çarliston çeşidinin tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları ve farklı NaCl çözeltilerinin normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksi ve tolerans oranları Tablo 15 ve 16'da verilmiştir.

Tolerans İndeksi: Çimlendirme testleri sonucunda, tolerans indeksi açısından ozmotik koşullandırma uygulaması istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P>0.05).

Kontrol uygulamasında; 0 dS/m NaCl ile çimlendirme uygulamasında 2236, 18 dS/m NaCl'de 2617, 36 dS/m NaCl'de 2300 ve 54 dS/m NaCl'de 2204 normal çimlenme oranı bazında tolerans indeksleri tespit edilmiştir. En yüksek normal çimlenme oranı bazında tolerans indeksi 18 dS/m NaCl uygulamasında 2617 olarak belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi tolerans indeksi hesaplamalarında ozmotik koşullandırma uygulaması istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En düşük ortalama çimlenme süresi bazında tolerans indeksi 18 dS/m NaCl uygulamasında 7278 olarak kaydedilmiştir.

Tablo 15. Yalova Çarliston biber çeşidinin tolerans indeksleri.

Ozmotik Koşullandırma Uygulaması (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans İndeksleri	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans İndeksleri
Kontrol	2236	8058
18	2617	7278
36	2300	7655
54	2204	8790
Ozmotik koşullandırma	ad	ad

ad : Anlamli değil

Tolerans Oranı: Yalova Çarliston çeşidinde normal çimlenme oranı bazında tolerans oranı ozmotik koşullandırma uygulamaları, sulama rejimleri ve bu iki faktörün interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Bütün uygulamalar göstermiştir ki; NaCl konsantrasyonlarının artırılması normal çimlenme oranı bazında tolerans oranında azalmaya sebep olmuştur. Fakat ortalama çimlenme süresi bazında tolerans oranı NaCl konsantrasyonunun artışına bağlı olarak artış göstermiştir. 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında en yüksek normal çimlenme oranları ve en kısa ortalama çimlenme süreleri bazında tolerans oranları kaydedilmiştir.

Tablo 16. Yalova Charleston biber çeşidinin tolerans oranları.

Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları (dS/m)	Sulama Rejimleri NaCl (dS/m)	Normal Çimlenme Oranı Bazında Tolerans Oranları	Ortalama Çimlenme Süresi Bazında Tolerans Oranları
Kontrol	4.5	0.90 a ⁺	1.04 c
	9	0.87 a	1.11 bc
	13.5	0.50 b	1.50 b
	18	0.15 c	2.48 a
18	4.5	1.04 a	1.11 b
	9	0.91 a	1.38 b
	13.5	0.45 b	1.50 ab
	18	0.34 b	1.88 a
36	4.5	1.00 a	0.98 c
	9	0.76 b	1.28 bc
	13.5	0.53 c	1.46 b
	18	0.18 d	2.22 a
54	4.5	1.07 a	1.10 c
	9	0.94 a	1.37 bc
	13.5	0.42 b	1.67 b
	18	0.12 c	2.63 a
Ozmotik Koşullandırma (A)		*	*
Sulama Rejimleri (B)		*	*
AxB		*	*

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

* 0.05 düzeyinde anlamlı fark

5. TARTIŞMA

Tuzun zararlı etkileri bitkinin farklı büyüme ve gelişme evrelerinde olduğu gibi tohumların çimlenme döneminde de ortaya çıkabilmektedir. Ancak pek çok sebze türünde üretim fide ile yapıldığından, tuz zararının çimlenme dönemindeki etkileri üzerinde fazla araştırma yoktur. Yine de mevcut araştırmalar, tuzun tohumlarda çimlenme ve çıkışı geciktirdiği ve azalttığını ortaya koymaktadır (Levitt 1980, Khondekar 1985, Chartzoulakis 1992, Franco ve ark. 1993, Sivritepe ve ark. 1999a, b, Chartzoulakis ve Klapaki 2000, Sivritepe ve ark. 2003). Bu araştırmada da artan NaCl konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme oranının azaldığı ve ortalama çimlenme süresinin arttığı tespit edilmiştir.

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 söz etmek 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. Nitekim ozmotik koşullandırma 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 ozmotik koşullandırma uygulamalarının sadece tohumların tuza adaptasyonunda 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 ozmotik koşullandırma tekniğinden yararlanarak tuza toleransın artırılmasında, toksik iyon etkileri nedeniyle bitki tür ve çeşidine bağlı olarak öncelikle

ozmotik koşullandırma için en uygun sürenin ve daha sonra da en uygun NaCl konsantrasyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Daha önce biber tohumları için uygun ozmotik koşullandırma sıcaklığı 20°C olarak belirlenmiştir (Sivritepe 2000b). Bu çalışmada birinci denemede; nem kapsamları %10 civarında sabitlenen Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Çarliston çeşitlerinin tohumlarına 0, 9, 18, 36 ve 54 dS/m NaCl konsantrasyonları ile 1, 3 ve 5 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları yapılmıştır. Çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi parametreleri değerlendirilerek; 3 günlük uygulama sonunda çimlenme oranında en yüksek değerler tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ortalama çimlenme süresinde ise 3 günlük uygulamada en kısa çimlenme sürelerine ulaşılmıştır. Sonuç olarak normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi parametrelerine bağlı olarak, ozmotik koşullandırma uygulamasında en uygun süre 3 gün olarak belirlenmiştir. Ozmotik koşullandırma sonrasında dört biber çeşidinin tohumlarının son nem kapsamları hesaplanmıştır. Tohumların nem kapsamlarında, ozmotik koşullandırma süresi arttırıldıkça artış meydana gelmiştir. Ancak bu artışın, NaCl çözeltilisinin konsantrasyonu arttırıldıkça daha yavaş olduğu görülmüştür (Tablo 1-4).

İkinci denemede ise birinci deneme sonuçlarından yararlanılarak, biber çeşitlerinin ozmotik koşullandırma sonrasında en uygun NaCl konsantrasyonu ve tuza toleransları belirlenmiştir.

Demre biber çeşidinde; NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarında doz arttırıldıkça çimlenme oranında azalma görülmüştür. Ortalama çimlenme süresi incelendiğinde; 9 dS/m çimlendirme uygulamasından sonra artarak devam eden NaCl konsantrasyonlarında çimlenme süresinin belirgin olarak arttığı tespit edilmiştir. En düşük çimlenme süresi 6.8 gün ile 18 dS/m ozmotik koşullandırma uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 5).

Yağ Biberi (28) çeşidinde yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme uygulamalarında 18 ve 36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları normal çimlenme oranları bakımından benzer eğilim göstermiştir. Her iki uygulamada da yüksek çimlenme oranları kaydedilmiştir. Ortalama çimlenme süresi açısından; genel olarak bütün ozmotik koşullandırma uygulamalarında, 9 dS/m NaCl çimlendirme uygulamasından itibaren tuzun toksik etkileri ortaya çıkmaya başlamış ve buna bağlı olarak ortalama çimlenme süresi belirgin bir şekilde artmıştır. En kısa ortalama çimlenme süresi 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında elde edilmiştir (Tablo 6).

Kandil Dolma biber çeşidi tohumlarında; NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme testlerinde; normal çimlenme oranında 18 dS/m ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında diğer uygulamalara göre daha yüksek veriler elde edilmiştir. 0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS/m NaCl ile çimlendirme uygulamalarında sırasıyla % 72.5, 70.5, 49.0, 26.0 ve %17.0 normal çimlenme oranı saptanmıştır. Ortalama çimlenme süresi açısından 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında diğer uygulamalara göre daha düşük değerler saptanmıştır (Tablo 7).

Yalova Charleston biber çeşidi tohumlarına uygulanan ozmotik koşullandırma ve çimlendirme testlerinde; normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi açısından değerlendirme yapıldığında 18 dS/m ozmotik koşullandırma uygulamasında normal çimlenme oranı en yüksek çimlenme değerleri ve ortalama çimlenme süresinde ise en kısa çimlenme süreleri elde edilmiştir (Tablo 8). Kandil Dolma çeşidi ile benzer sonuçlar kaydedilmiştir.

Demre biber çeşidi tohumlarına ozmotik koşullandırma uygulamalarının ve çimlendirmede kullanılan farklı konsantrasyonlardaki NaCl çözeltilerinin normal

çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazındaki tolerans indeksi ve tolerans oranı incelendiğinde 36 dS/m NaCl uygulamasında 4714 değeri en yüksek normal çimlenme oranı tolerans indeksi olarak belirlenmiştir. Fakat ortalama çimlenme süresi tolerans indeksi hesaplamalarında en düşük tolerans indeksi 18 dS/m NaCl uygulamasında 5455 olarak tespit edilmiştir (Tablo 9). 36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında normal çimlenme oranı değerlendirildiğinde en yüksek değerler, 18 dS/m NaCl ozmotik koşullandırma uygulamasında ise ortalama çimlenme süresi bakımından en düşük değerler kaydedilmiştir (Tablo 10).

Yağ biberi (28) çeşidi tohumlarının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bazındaki tolerans indeksleri açısından ozmotik koşullandırma uygulamalarından 36 dS/m NaCl uygulamasında 3787 değeri ile en yüksek normal çimlenme oranı tolerans indeksi belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi için en düşük tolerans indeksi 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 5905 olarak kaydedilmiştir (Tablo 11). 36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında normal çimlenme oranı tolerans oranında en yüksek veriler, 18 dS/m NaCl ozmotik koşullandırma uygulamasında ise ortalama çimlenme süresi bakımından en düşük değerler belirlenmiştir (Tablo 12). Demre çeşidi ile benzer sonuçlar kaydedilmiştir.

Kandil Dolma biber çeşidinde 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında 2047 değeri normal çimlenme oranı bazında en yüksek tolerans indeksi olarak belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi bazındaki tolerans indeksi değerlendirildiğinde ise 18 dS/m uygulamasında 5873 değeri en küçük değer olarak kaydedilmiştir. Her iki tolerans indeksi hesaplamasında da 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasının öne çıktığı görülmüştür (Tablo 13). 18 dS/m NaCl uygulaması normal çimlenme oranı bazındaki tolerans oranında en yüksek

değerleri, ortalama çimlenme süresi bazındaki tolerans oranında ise en düşük değerleri vermektedir (Tablo 14).

Yalova Çarliston çeşidinin tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları ve farklı NaCl konsantrasyonlarının normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine tolerans indeksi ve tolerans oranları incelendiğinde 18 dS/m NaCl uygulamasında 2617 en yüksek normal çimlenme oranı tolerans indeksi olarak belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi tolerans indeksi değerlendirildiğinde ise 18 dS/m NaCl uygulamasında 7278 değeri ile en düşük değer kaydedilmiştir (Tablo 15). 18 dS/m NaCl uygulamasında en yüksek normal çimlenme tolerans indeksleri ve en düşük ortalama çimlenme süresi tolerans indeksleri kaydedilmiştir (Tablo 16).

Başlangıç canlılıkları yüksek olan Demre ve Yağ Biberi (28) çeşitlerinde en yüksek normal çimlenme oranları 36 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında kaydedilmiştir. En kısa ortalama çimlenme süreleri ise 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasından elde edilmiştir. Başlangıç canlılıkları daha düşük olan Kandil Dolma ve Yalova Çarliston çeşitlerinde ise en yüksek normal çimlenme oranları ve en düşük ortalama çimlenme süreleri 18 dS/m NaCl ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasında saptanmıştır.

Tuzluluğa orta derecede hassas olan biberlerde; Demre, Yağ Biberi (28), Kandil Dolma ve Yalova Çarliston biber çeşitlerinin tohumlarında yapılan ozmotik koşullandırma ve devamında yapılan çimlendirme testleri sonucunda normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, tolerans indeksi ve tolerans oranı verilerinden yararlanılarak; 18 dS/m NaCl ile, 20°C'de 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamasının en uygun doz, sıcaklık ve süre olduğuna karar verilmiştir.

Bu çalışma, biber tohumlarında NaCl ile ozmotik koşullandırma uygulamasının tuza toleransı arttırması ile ilgili olarak yapılan ilk araştırma olmakla beraber, yerli biber çeşitlerimizin tuza toleranslarının ortaya konması bakımından da önemlidir. Bu tür çalışmaların diğer biber çeşitleri ile birlikte farklı sebze türlerinde de denenmesi, ülkemizde her geçen gün artan tuzluluk sorunu gözönünde bulundurulduğunda bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun ötesinde, NaCl ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının tuza toleransın arttırılmasında sadece çimlenme dönemindeki etkileri değil, bitkinin diğer büyüme ve gelişme dönemlerine olan etkilerinin de araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ali, A., V. Souza Machado, A.S. Hamil. 1990. Osmoconditioning of Tomato and Onion Seeds. *Sci. Hort.*, 43(3/4): 213-224.
- Amor, M.F., V. Martinez, A. Cerda. 2000. Salinity Duration and Concentration Affect Fruit Yield and Quality and Growth and Mineral Composition of Melon Plants Growth in Perlite. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 78(5): 83-100.
- Anonim. 1999. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. & Technol.* (Supplement), 27: 1-333.
- Awang, Y.B., J.G. Atherton, A.J. Taylor. 1993. Salinity Effects on Strawberry Plants Growth in Rockwool. I. Growth and Leaf Water Relations. *J. Hort. Sci.*, 68(5): 783-790.
- Binzel, M.L., P.M. Hasegawa, A.K. Handa, A. Bressan. 1985. Adaptation of Tobacco Cells to NaCl. *Plant Physiol.*, 79: 118-125.
- Bolarin, M.C., E. Cayuela, M. Estan, M. Para, M. Caro. 2000. NaCl Pre-Treatment at Seedling Stage Enhances Fruit Yield of Tomato Plants Irrigated with Salt Water. *Plant Soil.*, 230: 231-238.
- Bordas, M., C. Montesinos, 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.
- Botella, M.A., V. Martinez, M. Nieves, A. Cerda. 1997. Effect of Salinity on the Growth and Nitrogen Uptake by Wheat Seedlings. *J. Plant Nutr.*, 20(6): 793-800.
- 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.

- Catalan, L., M. Balzarini, E. Taleisnik, R. Sereno, U. Karlin. 1994. Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth of *Prosopis flexuosa* (D.C.). *Forest Ecol. Manag.*, 63(2-3): 347-357.
- Cano, E.A., M.C. Bolarin, F. Perez-Alfocea, M. Caro. 1991. Effect of NaCl Priming on Increased Salt Tolerance in Tomato. *J. Hort. Sci.*, 66(5): 621-628.
- 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.
- 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. 1994. Photosynthesis, Water Relations and Leaf Growth of Cucumber Exposed to Salt Stress. *Sci. Hort.*, 59: 27-35.
- Chartzoulakis, K., G. Klapaki. 2000. Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages. *Sci. Hort.*, 86(3): 247-260.
- Cuartero, J., R. Fernandez-Munoz. 1999. Tomato and Salinity. *Sci. Hort.*, 78: 83-125.
- Demir, İ., R. Ellis. 1993. The Effects of Priming on Germination and Longevity of Sequentially Harvested Pepper Seed Lots. *Tr. J. of Agric. and For.*, 18: 213-217.
- Demir, İ., K. Mavi. 2004. The Effect of Priming on Seedling Emergence of Differentially Matured Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) Seeds. *Sci. Hort.*, 102: 467-473.
- 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.
- Ellis, R.H., E.H. Roberts. 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. *Seed Sci.& Technol.*, 9: 373-409.
- Feng, G.L., A. Meiri, J. Letey. 2003. Evaluation a Model for Irrigation Management Under Saline Conditions: II. Salt Distribution and Rooting Pattern Effects. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67: 77-80.
- Flowers, T.J., A. Garcia, M. Koyama, A. R. Yeo. 1986. Breeding for Salt Tolerance in Crop Plants: The Role of Molecular Biology. *Acta Physiol. Plant.*, 19: 427-433.
- Franco, J.A., C. Estaban, C. Rodriguez. 1993. Effects of Salinity on Various Growth Stages of Muskmelon cv. Revigal. *J. Hort. Sci.*, 68(6): 899-904.
- 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.
- Kaya, C., H. Kirnak, D. Higgs, K. Saltali. 2002. Supplementary Calcium Enhances Plant Growth and Fruit Yield in Strawberry Cultivars Grown at High (NaCl) Salinity. *Sci. Hort.*, 93(1): 65-74.
- Khondekar, A.R. 1985. The Effect of NaCl and Na₂SO₄ of Different Concentrations on The Growth and Yield of Broad Beans Applied at Four Growing Stages. *Hort. Abst.*, 55(10): 7729.
- 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.
- Lanteri, S., E. Nada, P. Belletti, L. Quagliotti, R.J. Bino. 1996. Effects of Controlled Deterioration and Osmoconditioning on Germination and Nuclear

- Replication in Seeds of Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Ann. Bot.*, 77(6): 591-597.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses Volume II. (Physiological Ecology), Academic Pres, New York. 365-490p.
- Li, Y.L., C. Stanghellini. 2001. Analysis of the Effect of EC and Potential Transpiration on Vegetative Growth of Tomato. *Els. Sci.*, 89: 9-21.
- Maas, E.V. 1984. Crop Tolerance. *California Agric.*, 38(10): 20-21.
- Meena, S.K., N.K. Gupta, S. Gupta, S.K. Khandelwal, 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.
- Munns, R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell and Environ.*, 25: 239-250.
- Mohammad, M., F. Shibli, M. Ajlouni, L. Nimri. 1998. Tomato Root and Shoot Responses to Salt Stres Under Different Levels of Phosphorus Nutrition. *J. Plant Nutr.*, 21(8): 16-67.
- Nagltreiter, C., T.G. Reichenaver, B.A. Goodman, H.R. Bolhar-Nordenkamp. 2005. Free Radical Generation in *Pinus sylvestris* and *Larix decidua* Seeds Primed with Polyethylene Glycol or Potassium Salt Solutions. *Plant Physiol Bioch.*, 21(6): 253-261.
- 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.
- Parancyhianakis, N.V., K.S. Chartzoulakis. 2005. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 106: 171-187.
- 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.
- 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., C.K. Crossan, J.J. Frett, W.G. Smith. 1994. Matric and Osmotic Priming of *Echinacea purpurea* (L.) Moench Seeds. *Sci. Hort.*, 59(1): 37-44.
- Querghi, Z., R. Remy, L. Ouelhazi, A. Ayadi, J. Brulfert. 2000. Two-Dimensional Electrophoresis of Soluble Leaf Proteins, Isolated From Two Wheat Species (*Triticum Durum* and *Triticum Aestivum*) Differing in Sensitivity Towards NaCl. *Electrophoresis*, 21: 2487-2491.
- 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.
- Rao, N.K., E.H. Roberts, R.H. Ellis. 1987. The Influence of Pre and Post- Storage Hydration Treatments on Chromosomal Aberrations, Seedling Abnormalities, and Viability of Lettuce Seeds. *Ann. Bot.*, 60: 97-108.
- 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.
- Satti, S., M.E. Lopez, A. Fahod, A. Said. 1994. Salinity Induced Changes in Vegetative and Reproductive Growth in Tomato. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.*, 25(586): 501-510.
- 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.

- 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.
- 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.
- Sivritepe, H.Ö. 1992. Genetic deterioration and Repair in Pea (*Pisum sativum* L.) Seeds During Storage. Ph.D. Thesis, University of Bath, England, 227p.
- Sivritepe, 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.
- Sivritepe, H.Ö. 2000a. Soğan Tohumlarında Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül, Isparta, s. 475-481.
- Sivritepe, 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.
- Sivritepe, H.Ö., M. Demirkaya. 2002. The Effect of Post-Storage Hydration Treatments on Viability of Onion Seeds. *Acta Hort.*, 579: 215-219.
- Sivritepe, H.Ö., A.M. Dourado. 1992. Genetic Deterioration of Wild Type Peas and The Priming of Pea Seeds. Fourth International Workshop on Seeds: Basic and Applied Aspects of Seed Biology. Congress Centre, Angers, France. 17-25.

- Sivritepe, 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.
- Sivritepe, H.Ö., A. Eriş. 2000. The Effects of Post-Storage Priming Treatments on Viability and Repair of Genetic Damage in Pea Seeds. *Acta Hort.*, 517: 143-149.
- Sivritepe, H.Ö., A. Eriş, N. Sivritepe. 1999a. The Effects of Priming Treatments on Salt Tolerance in Melon Seedlings. *Acta Hort.*, 492: 77-84.
- Sivritepe, H.Ö., A. Eriş, N. Sivritepe. 1999b. The Effects of Priming Treatments on Salt Tolerance in Melon Seeds. *Acta Hort.*, 492: 287-295.
- Sivritepe, N. 1995. Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerine Araştırmalar. Uludağ Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Bursa, s. 176-177 .
- Sivritepe, N., A. Eriş. 1996. Bitkilerde Tuza Dayanım Mekanizması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12: 223-234.
- Sivritepe, N., A. Eriş. 1999. Determination of Salt Tolerance in Some Grapevine Cultivars Under In vitro Conditions. *Tr. J. Biology.*, 23(4): 473-485.
- Sivritepe, N., H.Ö. Sivritepe, 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.
- 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. Bahçeci, A. Mavi. 1996. Türkiye Çorak Islahı Rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Yayınları, 93: 126-129.
- 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.
- Umezawa, T., K. Shimizu, M. Kato, T. Ueda. 2000. Enhancement of Salt Tolerance in Soybean with NaCl Pretreatment. *Physiol. Plantarum.*, 110: 59-63.
- Villora, G., D.A. Moreno, G. Pulgar, L. Romero. 2000. Yield Improvement in Zucchini Under Salt Stres: Determining Micronutrient Balance. *Sci. Hort.*, 86: 175-183.
- Wahome, P.K., H.H. Jesch, I. Grittner. 2001. Mechanisms of Salt Stres Tolerance in Two Rose Rootstocks: *Rosa chinensis* ‘Major’ and *R.rubiginosa*. *Sci. Hort.*, 87: 207-216.

TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminde ve çalışmanın başlangıcından sonuna kadar her aşamasında yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr. H. Özkan SİVRİTEPE'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen Araştırma Görevlisi Eda SIR, Yüksek Lisans öğrencisi Sergül ATLAR, eşim Ramazan ÇAY'a teşekkür ederim.

Ayrıca Bölümümüz diğer tüm Öğretim Üyesi hocalarıma ve Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Her zaman beni destekleyen ve yanımda olan sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Balıkesir’de doğdu. 1997 yılında Balıkesir Lisesi’nden mezun oldu. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne girerek, 2001 yılında bu bölümden Ziraat Mühendisi unvanı alarak mezun oldu. Ağustos ve Eylül 2000’de mesleki stajını Bonn Üniversitesi’nde DAAD bursu ile yaptı. Eylül 2002’de Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Kasım 2002’de aynı Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi kadrosuna atandı. Halen aynı Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmalarına devam etmektedir. Evli ve bir çocuğu vardır.

