

KONYA GIDA VE TARIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİSEL ÜRETİM VE TEKNOLOJİLERİ
ANABİLİM DALI

ŞEKER PANCARI TOHUMLARINDA
(*Beta vulgaris*) NaCl İLE YAPILAN
PRİMING UYGULAMALARININ TUZA
TOLERANS ÜZERİNE ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

F*a Y****Z**

KONYA

2022

KONYA GIDA VE TARIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris*) TOHUMLARINDA NaCl
İLE YAPILAN PRİMİNG UYGULAMALARININ TUZA
TOLERANS ÜZERİNE ETKİLERİ**

F*a Y****Z**

Danışman: Prof. Dr. H***n Ö***n S*****E**

BİTKİSEL ÜRETİM VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

Meram-KONYA

2022

F***a Y****Z tarafından hazırlanan “Şeker Pancarı (*Beta vulgaris*) Tohumlarında NaCl ile Yapılan Priming Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri” adlı çalışma 12/10/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile BİTKİSEL ÜRETİM VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. H*****n Ö***n S*****E
Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Ö***r T*****N
Selçuk Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. H. K****r F*****U
Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. H. Ö***n S*****E
Anabilim Dalı Başkanı V.

Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. B***ç C*****N
Müdür V.

ÖZET

ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris*) TOHUMLARINDA NaCl İLE YAPILAN PRIMİNG UYGULAMALARININ TUZA TOLERANS ÜZERİNE ETKİLERİ

Y****Z, F****a

Yüksek Lisans Tezi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. H*****n Ö****n S*****E

Ekim 2022, 96 sayfa

Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin ilk aşamalarında tuza toleranslarının geliştirilmesi amacı ile NaCl çözeltileriyle gerçekleştirilen priming uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Her iki şeker pancarı çeşidi tohumlarında da 16 °C’de farklı NaCl konsantrasyonları ile (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) 24 saat priming uygulamaları yapılmıştır. NÇO, OÇS ve Çİ parametreleri açısından kontrol grubu tohumları ile farklılık meydana getirmeyen 250 mM NaCl ile 24 saat 16 °C’de priming uygulamasının şeker pancarı tohumları için uygun bir protokol olduğu belirlenmiştir.

Priming uygulaması ve ardından kurutma uygulamalarının bitkinin tuza toleransını geliştirmesi üzerine olan etkilerini belirleyebilmek için yapılan diğer denemenin ilk aşamasında başlangıçta şeker pancarı tohumları üzerine geliştirilmiş olan bu protokol kullanılmıştır. Her iki çeşidin tohumlarına priming uygulaması yapılmış ve daha sonra her iki çeşidin tohumlarının yarısına yüzeysel kurutma uygulaması yapılırken, diğer yarısı orijinal nemine kadar geriye kurutulmuştur. Daha sonra, hem yüzeysel olarak hem de orijinal nemine kadar geriye kurutulan tohumlar NaCl’ün farklı konsantrasyonları (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) kullanılarak çimlendirme testlerine tabi tutulmuşlardır. NÇO, OÇS ve Çİ sonuçlarının yanı sıra FGI, TO ve TI sonuçları da priming uygulamasının şeker pancarı çeşitlerinde tuza toleransın geliştirilmesinde oldukça başarılı olduğunu göstermiştir. Libellule çeşidinin tuza tolerans yeteneği Mohican çeşidine göre daha fazla olmasına rağmen, priming ve kurutma uygulamaları sonucunda, Mohican çeşidinin tolerans indeksindeki artış Libellule çeşidine oranla daha fazla olmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Beta vulgaris*, normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, tolerans oranı, tolerans indeksi.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF PRIMINING WITH NaCl ON SALT TOLERANCE IN SUGAR BEET (*Beta vulgaris*) SEEDS

Y****Z, F***a

Master of Science Thesis, Department of Plant Production and Technologies

Supervisor: Prof. Dr. H*****n Ö***n S*****E

October 2022, 96 pages

The effects of priming applications with NaCl solutions were investigated in order to improve seed germination and salt tolerance in the early stages of seedling development in sugar beet cvs. ‘Libellule’ and ‘Mohican’. Both sugar beet cultivars were primed at 16 °C with different NaCl concentrations (0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 mM) for 24 hours. It was determined that priming treatment with 250 mM NaCl at 16 °C for 24 hours, which did not make any difference with the seeds of the control group in terms of NGR, MGT and GI parameters, was a suitable protocol for sugar beet seeds.

This protocol, which was originally developed for sugar beet seeds, was used in the first stage of the other experiment to determine the effects of priming treatment and subsequent drying treatments on the development of salt tolerance of the plant. Priming was applied to the seeds of both cultivars, and then half of the seeds of both cultivars were surface dried, while the other half was dried-back to their original moisture content. Then, seeds dried both superficially and back to their original moisture were subjected to germination tests using different concentrations of NaCl (0, 50, 100, 150, 200 and 250 mM). In addition to the results of NGR, MGT and GI, the results of SVI, TR and Tİ showed that priming was quite successful in improving salt tolerance in sugar beet cultivars. Although the salt tolerance ability of cv. ‘Libellule’ is higher than cv. ‘Mohican’, the increase in tolerance index of Mohican variety was higher than Libellule variety as a result of priming and drying treatments.

Keywords: *Beta vulgaris*, normal germination rate, mean germination time, germination index, tolerance ratio, tolerance index.

TEŞEKKÜR

Kıymetli hocam danışmanım Prof. Dr. H*****n Ö***n S*****E'ye yalnızca tez çalışmalarım sürecindeki yardımları ve katkıları için değil, hayata dair olan destekleri için, tecrübeleriyle yolumuza ışık tuttuğu için kendisine minnettarım.

Yüksek lisansımın başlarında bana bilgileri ve tecrübeleriyle yol gösteren her an desteğini esirgemeyen değerli Prof. Dr. N***y S*****E hocama ve umutsuzluğa düştüğümde beni yeniden inandıran ve ayağa kaldıran Prof. Dr. M*****m U***L hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez çalışmamı yürütmüş olduğum SARGEM laboratuvarı personeline her türlü destekleri için teşekkür ederim. Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı öğretim elemanlarına, eğitimimde desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocalarıma ve tohum temininde yardımcı olan BETA Ziraat ve Ticaret A.Ş.'ye şükranlarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım süresinde her an desteğe hazır bulunan okul içerisinde bir durum olduğunda ilk kapısını çaldığım hocam Arş. Gör. H***n M***L'e ayrıca teşekkür ediyorum.

Çalışmalarım sürecinde beni sabırla bekleyen, her türlü desteği benden esirgemeyen annem A***e Y*****Z ve hayatta yaşarken de olduğu gibi desteğini hep içimde hissettiren, rahmetli babam K***r Y*****Z'a minnettarım. Destekleri için kıymetli ablalarım, H*****e D*****İ ve S*****a K*****Ş'a, motivasyon desteği için A*****n Y***R'a ve aileme ayrıca teşekkür ederim. Güzel anılar biriktirdiğim, zor anlarımda desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma teşekkür ederim.

F***a Y*****Z

Ekim-2022



*Desteğini hep içimde hissettiğim babama ve
her zaman doğru olanı seçmeyi hatırlatan anneme ...*

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak yaptığım, “Şeker Pancarı (*Beta vulgaris*) Tohumlarında NaCl ile Yapılan Priming Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri” adlı çalışmayı bilimin ahlakına ve geleneklerine ters düşecek herhangi bir yardım almaksızın yazdığımı ve faydalandığım eserlerin bibliyografyada gösterilmiş olanlardan oluştuğunu, bu eserlere atıf yaparak yararlandığımı belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Ekim, 2022

F****a Y*****Z

İmza

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İTHAF	vi
YEMİN METNİ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	6
2.1. Tuzluluk ve Bitkilerde Tuz Stresi	6
2.1.1. Tuz Stresine Karşı Bitkilerde Tepki Mekanizmaları	11
2.2. Bitkilerde Tuza Toleransın Arttırılması	17
2.2.1. Bitkilerde Tuza Toleransın Arttırılmasında Primin Uygulamaları.....	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
2.1. Materyal	33
3.2. Yöntem	33
3.2.1. Tohum Nem Kapsamının Belirlenmesi	33
3.2.2. Tohumlarda 1000 Tohum Ağırlığının Belirlenmesi	35
3.2.3. Priming Uygulamaları	35
3.2.4. Priming Sonrası Kurutma Uygulamalar.....	37
3.2.5. Çimlendirme Testleri	37
3.2.6. Ortalama Çimlenme Süresi	37
3.2.7. Çimlenme İndeksi	38
3.2.8. Fide Kuru Ağırlığı	38
3.2.9. Fide Güç İndeksi	39
3.2.10. Tolerans Oranı	39
3.2.11. Tolerans İndeksi	40
3.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi	40
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	41
4.1. Priming Uygulaması İçin En Uygun NaCl Konsantrasyonunun Belirlenmesi..	41
4.2. Şeker Pancarı Tohumlarında Priming Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri	43
4.2.1. Normal Çimlenme Oranı, Ortalama Çimlenme Süresi, Çimlenme İndeksi ve Fide Güç İndeksi	44
4.2.2.Tolerans Oranı	51
4.2.3. Tolerans İndeksi	53
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	55
KAYNAKÇA	62
ÖZGEÇMİŞ	76
EKLER	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Libellule ve Mohican çeşitlerinin tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan priming uygulamalarının tohum nem kapsamı, NÇO, OÇS ve Çİ üzerine etkileri.....	43
Çizelge 4.2. Libellule çeşidine ait tohumlarda P+YK ve P+GK uygulamalarının tuzlu koşullarda gerçekleşen NÇO, OÇS, Çİ ve FGI üzerine etkileri.....	47
Çizelge 4.3. Mohican çeşidine ait tohumlarda P+YK ve P+GK uygulamalarının tuzlu koşullarda gerçekleşen NÇO, OÇS, Çİ ve FGI üzerine etkileri.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Libellule çeşidi şeker pancarı tohumlarına yapılan P+YK ve P+GK uygulamalarının, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.....	51
Şekil 4.2. Mohican çeşidi şeker pancarı tohumlarına yapılan P+YK ve P+GK uygulamalarının, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.....	52
Şekil 4.3. Libellule ve Mohican çeşidi şeker pancarı tohumlarında NaCl ile yapılan P+YK ve P+GK uygulamalarının tolerans indeksi üzerine etkileri.....	54

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

ABA: Absizik Asit

APX : Askorbat peroksidaz

CaCl₂: Kalsiyum Klorür

CaSO₄: Kalsiyum Sülfat

cm: Santimetre

CO₂: Karbondioksit

Çİ: Çimlenme İndeksi

dk: Dakika

da: Dekar

DHAR: Dihidroaskorbat Redüktaz

dS m⁻¹: DesiSiemens / metre

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

FGİ: Fide Güç İndeksi

ha: Hektar

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

g: Gram

GR: Glutasyon Redüktaz

ISTA: International Seed Testing Association

KAT: Katalaz

KCl: Potasyum Klorür

K₂SO₄: Potasyum Sülfat

JA: Jasmonik Asit

MDA: Malondialdehit

MgCl₂: Magnezyum Klorür

MgSO₄: Magnezyum sülfat

mg: Miligram

mM: Milimol

NaCl: Sodyum Klorür

Na₂SO₄: Sodyum Sülfat

NÇO: Normal Çimlenme Oranı

PEG: Polietilen Glikol

OÇS: Ortalama Çimlenme Süresi

SOD: Süperoksit Dismutaz

Tİ: Tolerans İndeksi

TO: Tolerans Oranı



1. GİRİŞ

Bitkiler yaşam döngüleri sürecince, gelişimlerini kısıtlayacak bir çok strese maruz kalmaktadırlar. Bitki stres faktörleri biyotik stresler ve abiyotik stresler olarak ikiye ayrılır. Abiyotik stres faktörleri su, sıcaklık, gazlar, ışık, radyasyon, tuzluluk ve biyotik stres faktörleri bitkiler, mikroorganizmalar (fungus, bakteri ve virüs), hayvanlar ve insanın yaşarken oluşturduğu tehditler olarak sıralanabilir (Larcher, 1995). Abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluk tarımsal üretimde toprağın yapısını olumsuz yönde etkileyerek verimi azaltmaktadır. Peyzaj veya tarım alanlarında yanlış yapılan sulamalar, kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzluluk probleminin oluşmasına sebep olmaktadır.

Tarihte geçimini tarımdan sağlayan birçok uygarlığın yıllar boyunca topraklarında artan tuzluluk nedeniyle yok olduğu yer almaktadır. Günümüzde de artan tuzluluk yetiştiriciliği direkt olarak etkileyen bir faktör olması sebebiyle halen daha tarım alanlarının elden çıkmasına neden olmaktadır (Ekmekçi vd., 2005). Dünya üzerinde her yıl 10 milyon ha arazi tuz konsantrasyonunun artması sebebiyle elden çıkmakta ve bu durum tuzluluk probleminin dünya toprakları üzerinde önemli sorun haline geldiğini göstermektedir.

Dünyadaki mevcut alanın yaklaşık olarak %46'sı kurak ve yarı kurak alanlardan oluşmaktadır. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde sulanan tarım alanlarının neredeyse %50'sinde ise farklı oranlarda tuzluluk sorunu görülmektedir. Dünya genelinde yaklaşık olarak 932 milyon ha arazi tuzun olumsuz etkilerine maruz kalmış ve sahip olduğu üretkenlik azalmıştır. Tuzluluk probleminden etkilenmiş kıtalar Afrika, Avrupa, Avustralya, Amerika ve Asya olarak sıralanır ve bu ülkelerde sırasıyla 80.4, 30.8, 357.6, 146.9 ve 316.5 milyon ha alan üzerinde tuzluluk problemi yayılmıştır (Anonim, 2021).

Ülkemizde sulanan 12.5 milyon ha alanın yaklaşık olarak %12.5'inde tuzluluk ve alkalilik ve %23.3'ünde de drenaj problemi görülmektedir. Konya, Erzurum, Aksaray, Iğdır ve Erzincan illerinde tuzluluk problemi yaygın olarak görülmektedir. Yüz ölçümü 4.3 milyon ha alana sahip Konya ovasında yaklaşık olarak 1.1 milyon ha alanında drenaj ve tuzluluk ile sodyum sorunu mevcuttur (Anonim, 2021). Tuzluluk problemi Dünya üzerinde etkili olduğu gibi ülkemizin tarım alanlarında da sahip olunan toprak yapısını olumsuz yönde etkileyerek verim kayıplarına yol açmaktadır. Tuzluluğun oluşma sebepleri başlıca, kötü toprak

drenajı, sulama suyunun kirliliği, yüksek arazilerden aşağı doğru yıkama, tuz kapsamı çok düşük sulama suyunun kullanılması, toprağın topoğrafyası, yağmur suları ve yüksek taban suyu olarak sıralanabilir. Tuzluluk problemi ile karşı karşıya kalan toprakların iyileştirilmesi için bitki kök bölgesi çevresinde bulunan çözülebilir tuzun yıkanıp bitki için zarar oluşturmayacak miktara azaltılarak topraktan uzaklaştırılmasına dayanmaktadır.

Tuzluluk, bitkinin çevresinde farklı tuzların toprak veya suda bitkinin büyümesini engelleyecek konsantrasyonda bulunmasıdır. Bu tuzlar, klorürler (NaCl , CaCl_2 ve MgCl), nitratlar (Na_2NO_3 ve KNO_3), sülfatlar (Na_2SO_4 ve MgSO_4), karbonatlar, bikarbonatlar (NAHCO_3) ve boratlardır. NaCl tuzluluk probleminde doğada en çok görülen tuz formudur (Tal, 1983). Tuzlu koşullarda bitkiler, kök çevresinde düşük su potansiyelinin meydana gelmesi, Na ve Cl gibi toksik iyonların artması veya beslenmede meydana gelen dengesizlikler sebebiyle strese girmektedir (Lauchli, 1986; Munns ve Termaat, 1986).

Tuzlu topraklar, elektriksel iletkenliği 4 dS m^{-1} 'den yüksek olan veya saturasyon ekstraktında yaklaşık olarak 2560 mg/L çözünmüş tuz kapsayan ya da toprakta bulunan tuz NaCl ise 44 mM 'luk bir iyonik konsantrasyona sahip olan topraklar olarak tanımlanır (Venne, 1984).

Toprakta tuz miktarı artmaya başladığında bitkinin kök çevresinde tuzun artacağından bitkinin ortamdan alacağı su kısıtlanmaktadır. Bitkinin kullanılabilir su potansiyelini ($0.5\text{-}0.1 \text{ bar}$) düşüren tuz konsantrasyonunda bitkide oluşacak olan stres 'Tuz Stresi' olarak tanımlanır (Levit, 1980). Tuz stresi, ortamdaki tuz konsantrasyonuna bağlı olarak, bitkinin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkiler, döllenme bozuklukları meydana getirir, kloroza ve nekrozlara, meyvelerin küçük kalmasına neden olur. Kısacası ürün kaybına sebep olur yada direkt olarak bitki ölümünü meydana getirebilir (Quamme ve Stusnolf, 1983; Tal, 1983; Hasegawa vd., 1986).

Tuz stresi beslenme, ozmotik ve toksik etkilerine bağlı olarak bitkide farklı zararlanmalara neden olmaktadır. Fakat bitkide meydana gelen bu zararın derecesi, bitkinin tuza maruz kaldığı süreye, ortamın tuz seviyesine, ışık, toprak, sıcaklık gibi çevre koşullarına ve bitki türü ile çeşidine hatta gelişme dönemine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu sebeple bitkilerin toleranslı ya da hassas olmasına neden olan fizyolojik mekanizmanın bilinmesi, bitkilerde tuza toleransın arttırılması, seleksiyonda kullanılacak biyolojik ve fizyolojik özelliklerin veya tuza

adaptasyonda müdahale edilecek noktaların tespit edilebilmesi açısından önemlidir (Sivritepe ve Eriş, 1999).

Kuraklık, yüksek ile düşük sıcaklık ve besin noksanlığı abiyotik streslerinde de olduğu gibi tuzluluk, bitkilerin karbon metabolizması ve elektron taşınım aktivitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bitki tuzlu koşullarda su eksikliğinden korunabilmek için stomalarını kapatarak CO₂ gazının alımını engeller ve bunun sonucunda CO₂ fiksasyonu azalır (Sreenivasulu vd., 2000).

Bitkinin tuz zararına maruz kalma durumunun genetik faktörler tarafından kontrol edilebildiği bilinmektedir. Bitkinin büyüme ortamında yüksek oranda tuz konsantrasyonu olmasına rağmen bitkinin büyüme ve gelişimini sürdürebilmesi yeteneğine 'Tuza tolerans' adı verilir ve bitkilerde tuza tolerans farklı şekillerde meydana gelebilir (Ashraf, 1994).

Bitkilerde tuza tolerans tuzdan sakınım (exclusion) ile tuzu kabullenme (inclusion) olarak adlandırılan iki mekanizma ile gerçekleşmektedir (Levitt 1980). Bu iki mekanizmadan bir tanesi iyi gelişmiş olan bitki tuza tolerans gösterebilmektedir. Tuzdan sakınım mekanizmasında bitkilerin tuzu almasını sınırlandırarak ortamda mevcut toksisiteyi önemleme yolu kullanılmaktadır. Bu yol ile bitkiler ortamda birikmiş tuzu bitki bünyesinden uzak tutmuş ve hücre içerisindeki sabit tuz konsantrasyonunu korumuş olurlar. Tuzu kabullenme mekanizmasında ise, bitkiler Na ve Cl iyonlarının fazlalığına doku toleransı göstererek tuza tolerans sağlamaktadırlar. Bitki Na iyonunu çok miktarda aldığı halde bundan etkilenmiyorsa ya da çok az miktarda zararlanma gösteriyor ise bu duruma doku toleransı denilebilir. Bu tip bitkilerde tuz hücre içerisinde tuz bezleri olarak adlandırılan özelleşmiş hücreler tarafından tutulmaktadır. Tuza tolerans mekanizmasında bu iki yol yaygın olarak kabul edilmiş olsa da bitkilerde tuz stresine karşı tolerans mekanizması hala tam anlamıyla açıklanamamıştır (Babourina vd., 2000).

Bitkiler tuzluluğa karşı tepkileri açısından halofit ve glikofit olmak üzere ikiye ayrılırlar. Halofit bitkiler tuzlu koşullarda yaşamlarını sürdürebilirken glikofit bitkiler tuzluluğu halofitler kadar tolere edemezler. Glikofit bitkilerde toprakta tuz seviyesi eşik değerini geçtiğinde yaprakta renksizlik, büyümede duraklama ve bitki kuru ağırlında azalmalar ortaya çıkar. Bezelye, fasulye, soğan, havuç ve bamya tuza karşı hassas, kavun, patlıcan, turp, mısır, hıyar ve domates gibi türler tuza karşı orta dereceli hassas, soya fasulyesi, sakız kabağı ve şeker pancarı orta

dereceli toleranslı ve kuş konmaz toleranslı olarak bilinen bitki türleridir (Maas, 1990).

Dünya’da toplam 252 970 000 ton şeker pancarı üretimi yapılırken Türkiye, dünya şeker üretiminin %9.1’ini oluşturmaktadır ve dünyada şeker pancarı üretimi yapan ülkeler arasında 5.sırada yer almaktadır (Anonim, 2020a). Şeker pancarının ülkemizde tarım ürünleri arasında dünyanın çoğu ülkesinde olduğu gibi oldukça önemli yere sahiptir. Türkiye’de 3 381 078 da alanda 23 025 738 ton şeker pancarı üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2020b; Anonim, 2020c). Şekerin başlıca gıda ürünü olması sebebi ile şeker pancarı tarih boyunca yetiştirilen tarım ürünlerinin başında yer alır ve şeker fabrikaları ülke ekonomisine büyük katkılar sağlamasının yanında farklı sektörlerde gelir kaynağı istihdam ve iş imkânı da sunmaktadır.

Ülkemizde şeker üretiminin tamamı şeker pancarından elde edilmektedir. Türkiye’nin tarım arazilerinin birçoğunda şeker pancarı üretimi yapılmaktadır, içanadolu bölgesi üretimin fazla olduğu bölgedir ve Konya ili ülkemizin şeker pancarı yetiştirilen alanlarının %28’ini oluşturmaktadır.

Şeker pancarı tuzluluğa orta dereceli toleranslı türler arasında yer almaktadır (Maas, 1990). Topraktaki tuz miktarı seviyesi 7.0 dS m^{-1} olana kadar şeker pancarı veriminde kayıp meydana gelmemektedir. Ancak, topraktaki tuzluluk 7.0 dS m^{-1} ’i aştığında verimde kayıp olmaya başlar ve tuz miktarında her bir birimlik artışta %5.9 oranda verim kaybı ortaya çıkmaktadır. Şeker pancarı her ne kadar tuzluluğa orta derecede toleranslı bir bitki olsada fide aşamasında duyarlı bir bitki türüdür (Bernstein ve Hayward, 1958). Bu nedenle şeker pancarını tuzlu koşullarda yetiştirebilmek için tuza tolerans yeteneğinin artırılmasının önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Dünyada ve ülkemizde tarım ürünleri arasında önemli yeri olan şeker pancarı yetiştiriciliğinde ilk aşama tohumun ekilmesi ve çimlenmesidir. Tohum çimlenmesi ve fide çıkışı esnasında çeşitli çevresel şartlar veya teknik etkilerden olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Dolayısıyla hızlı ve homojen bir şekilde tohumların çimlenmesi veya fide çıkışını gerçekleştirebilmek amacıyla tohumlara ekim öncesinde çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Tohumların ozmotik çözeltilerde bekletilmesi ekim öncesi uygulamalarının en önemlilerinden birisidir. Priming adı verilen bu tekniğin temeli ozmotik potansiyeli ayarlanmış sıvılarda tohumların nem kapsamlarını yükselterek çimlenmeden uzun süre bekletilmesine dayanır (Sivritepe, 1999).

‘Ozmotik koşullandırma’ (osmoconditioning), ‘Advancing’, ‘Moisturizing’, ‘Enhancing’ ve ‘Osmotic Priming’ olarak ta bilinen çeşitli solüsyonlar ile (inorganik tuzlar, büyümeyi düzenleyici maddeler, pelietilen glikol (PEG) ve şekerler) gerçekleştirilen priming uygulaması, tohumların performansını arttırarak eş zamanlı ve daha hızlı çimlenme gerçekleştirebilmeyi sağlayan fizyolojik yöntemlerden birisidir. Ayrıca NaCl ile priming uygulaması ile tuza toleransın artırılması için hıyar, kavun, soğan, domates, marul, biber ve bezelye türleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Passam ve Kakoutiotis, 1994; Sivritepe vd., 1999a, 2000a, 2003, 2005, 2008; Perez-Alfocea vd., 2002; Çay, 2005; Esmailpour vd., 2006; Guzman ve Olave, 2006; Amjad vd., 2007; Sivritepe ve Sivritepe, 2007; Ghassemi Golezani ve Esmailpour, 2008; Şentürk, 2010; Şentürk ve Sivritepe, 2015).

Fakat tuza dayanıklılığı familya, cins, tür ve tür içerisinde çeşitler arasında bile geniş bir varyasyon gösterdiği bilinmektedir. Hatta bitkinin gelişme dönemine bağlı olarak tuza tolerans veya hassasiyet değişkenlik gösterebilmektedir (Maas 1984). Priming uygulamasında, her bitki tür ve çeşidinin tohum canlılığını düşürmeyecek ve tuzluluğa adaptasyonunu sağlayabilecek en uygun NaCl konsantrasyonu ve uygulama sıcaklığı ile süresini belirlemek önemlidir (Sivritepe, 2000a).

Bu çalışmanın amacı, şeker pancarı tohumlarında NaCl ile yapılan priming ve kurutma uygulamaları için en uygun protokolün geliştirilmesi ve bu uygulamaların çimlenme ve fide gelişiminin ilk aşamalarında tuza toleransın arttırılması üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Stres, bir canlı üzerinde biyotik ve abiyotik faktörlerin birlikte ya da ayrı olarak canlının fizyolojik ve biyokimyasal olaylarında bazı değişiklikler meydana getirmesi veya canlıda hasara sebep olmasıdır. Büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyen çevresel faktör veya faktörler olarak da tanımlanabilir (Özcan, 2020).

Bitkilerde stres, büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemesinin yanı sıra, tarımda ürünün niteliğini ve niceliğini yani ürün kalitesini de olumsuz şekilde etkileyerek verim kayıplarına neden olmaktadır. Bitkiler yetiştirildikleri çevrede birçok stres faktörüne maruz kalmaktadırlar. Bitkilerin çevresinde etkisi altında kaldıkları stres faktörleri biyotik ve abiyotik stres faktörleri olarak ikiye ayrılabilir.

Bitkilerde abiyotik stres faktörleri, kuraklık, tuzluluk, su, mekanik etkiler (Rüzgâr kar vs.), sıcaklık ve radyasyon gibi fiziksel faktörler ile hava kirliliği, pestisitler, toksinler ve tuz gibi kimyasal faktörlerdir. Biyotik stres faktörleri ise, hastalık etmenleri, yabancı bitkiler, mikroorganizmalar, böcekler ve hayvanlardır.

2.1. Tuzluluk ve Bitkilerde Tuz Stresi

Bitkilerin stres faktörleri karşısında oluşturdukları yanıtlar; kaçış (escape), sakınım (avoidance), tolerans (tolerance) ve adaptasyon (adaptation) olarak sınıflandırılmaktadır (Özcan, 2020).

1. Kaçış: Bitkilerin stres karşısında büyüme ve gelişimini stres koşulları ortadan kalkıncaya kadar durdurmasıdır.

2. Sakınım: Stres faktörlerinin bitki üzerinde meydana getirebileceği olumsuz etkilerinin bitki tarafından azaltılması veya engellenmedir. Ortamda stres var olmasına rağmen bitki hücreleri farklı mekanizmalar ile stresten etkilenmeyerek yaşamsal faaliyetlerine devam edebilirler.

3. Tolerans: Bitki çevresinde öldürücü stres etkisine bitkinin dayanma yeteneğidir. Hücre bölünmesi, hücre duvarındaki farklılaşmalar, hücre endomembran sistemi ile vakuoleşme ve prolin, glisin betain gibi ozmo düzenleyicilerin artması gibi hücresel faaliyetler ve genetik yapı bitkinin tolerans yeteneğini etkilemektedir.

4. Adaptasyon: Nesiller boyunca aktarım sonucunda stres ortamına dayanım kazanılmasıdır. Stres faktörlerinin bitkide oluşturacağı zarar, çevreye bitkinin genetik adaptasyonuna bağlı olarak değişir.

Bitkilerin strese dayanım göstermesi bitkide bulunan iki mekanizma ile gerçekleşmektedir. Bitkiler geliştirmiş oldukları stres önleyici mekanizmalarıyla stresin etkisini azaltmakta ya da sahip oldukları tolerans mekanizmalarıyla strese dayanım göstermektedirler.

Tarımsal alanlarda tuz konsantrasyonunun gün geçtikçe artması ürün yetiştiriciliği ve gıda zincirini tehdit etmektedir. Kurak ve yarı kurak alanların en önemli sorunu tuzluluk problemidir. Tuzluluk toprakta, çevre sağlığını ve tarımsal üretimi etkileyebilecek ekonomik kayıplara sebep olabilecek miktarda suda çözünür tuzun birikimi ile oluşmaktadır (Hebert vd., 2015).

Sıcaklığın artışı ve yağışın azalması daha fazla buharlaşma meydana getirdiği için toprak tuzluluğunu arttırmaktadır (IPCC, 2013). Dünya üzerinde giderek artan küresel ısınmanın da etkisi ile buzulların erimesi ve deniz seviyesinin yükselmesi sonucunda doğal su kaynaklarında tuzlu su miktarı artmakta ve bu da geleceği tehlikeye sokacak en önemli tehdit unsurlarından biri olan tuzluluğun artmasına sebep olmaktadır (Khan vd., 2011).

Toprak saturasyon çamurunda 2.34 g L^{-1} , elektriksel iletkenliği 4 dS m^{-1} 'in üzerinde olan topraklar tuzlu toprak olarak kabul edilir (Richards, 1954). Toprakta tuzluluk doğal ve antropojenik sebeplerden dolayı gelir. Bu sebepler; rüzgâr ile tuzun taşınması, kayaların aşınması, tuzlu suyun buharlaşması, toprak üzerinde kötü teknikler ile yetiştiricilik yapılması, rastgele gübre kullanımı, bitki örtüsü değişiklikleri ve kıyılarda meydana gelen tuzlu su istilasidir (Rengasamy, 2006; Khan et al., 2011; Schuler vd., 2019). İklim değişikliği de toprak tuzlulaşmasına sebep olan etkilerin artmasına neden olabilir (Cañedo-Argüelles vd., 2013; Reid vd., 2019).

Tuzlu topraklarda bitkinin su alım yeteneği azalır, bitki hücresi içerisinde turgor sınırlanır ve hücresel yapının bozulması sonucunda bitkinin büyümesi ve gelişmesi engellenir. Tuzlu topraklardaki tuz miktarı belli bir eşiği geçtiğinde direkt bitki ölümlerine sebebiyet verebilir.

Toprak içerisinde bulunan tuzlar, sülfatlar, karbonatlar, boratlar, nitratlar ve klorürlerdir. Klorürler içerisinde bulunan NaCl tuzu doğada en çok karşılaşılan tuz formudur. NaCl'ün suda çözünürlüğü diğer tuzlara göre oldukça yüksek olması nedeniyle çok fazla bitki zararlanması meydana getirir.

Toprak içerisinde tuz konsantrasyonu arttıkça bitkinin su alımı azalmaya başlar. Kök çevresinde, bitkinin alabileceği su potansiyelini 0.5-1.0 bar düşüren tuz konsantrasyonu sonucunda bitkide meydana gelecek stres “Tuz Stresi” olarak tanımlanır (Levitt 1980).

Ortamdaki tuz, bitkileri beslenme, ozmotik ve toksik olarak etkiler. Bitki çevresinde artan tuzun toksik etkisine primer stres, ozmotik ve beslenme sonucu oluşan etkiye de sekonder stres adı verilmektedir (Hellebust, 1976; Levitt, 1980; Salisbury ve Ross, 1992). Bitkiler, kök çevresinde ulaşılabilen suyun ozmotik potansiyelinin düşmesi ile hücre içerisinde toksik etki oluşturabilecek iyonların özellikle de Na ve Cl iyonlarının artmasıyla ve bitkilerin beslenmesinde meydana gelebilecek dengesizliklerle tuz stresine maruz kalmaktadırlar.

Ortamda Na ve Cl iyonlarının artışı ortamın ozmotik potansiyelini artırarak, bitkinin sudan faydalanabilmesini azaltır ve toksik etkiden dolayı üründe azalmaya dolayısıyla verimde kayıplara neden olmaktadır (Levitt, 1980; Flowers ve Yeo, 1981). Na ve Cl iyonlarının ortamda birikmesi sırasında, bitkinin K iyonu ve NO₃ alımını engelleyerek bitkinin beslenmesinde iyon dengesizliğine sebep olmaktadır (Levitt, 1980; Kirkby ve Knight, 1987). Tuzluluk bitki hücreleri içerisinde iyon dengesizliği meydana getirmesiyle, hücresel geçirgenlik, enzimatik aktiviteler ve hücre bölünmesinde bozulmalar ortaya çıkarmaktadır (Silva vd., 2001).

Tuzluluk, bitkilerin sahip olduğu tüm metabolizmada etkisini göstermektedir. Tuzun bitki üzerinde oluşturduğu en önemli zarar büyüme ve gelişmenin durdurulmasıdır. Toprakta tuz miktarının artması, su potansiyelinin azalmasına ve bitki hücresinin ozmotik potansiyelinin düşmesine sebep olur ve bunun sonucunda sekonder stres olarak bitki fizyolojik kuraklık stresine maruz kalır. Ayrıca NaCl'ün ortamda artması diğer minarellerin alınmasında rakabet oluşturacağı için bitkide besin noksanlıklarının da ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Tuzun primer zararı ise hücrenin dışarısından plazma membranı üzerine veya membranı geçip protoplazmaya direk olarak toksik etkisinden dolayı ortaya çıkmaktadır (Levitt, 1980).

Bitkilerin büyümesi artan tuzluluğa bağlı olarak azalması, NaCl'ün diğer minarellerin alımını olumsuz yönde etkileyerek beslenme noksanlığına sebep olmasıyla da olmaktadır. Yapılan çalışmalarda ozmotik stres yok edilerek, bitkiler tuz stresine maruz bırakılmış, bitkilerde beslenme noksanlıkları meydana geldiğinde K uygulaması yapılarak iyileştirme meydana gelmesi, bitkilerde NaCl'ün K eksikliğine sebep olduğunu düşündürmüştür (Levitt, 1980).

Aşırı miktarda Na ve Cl iyonlarının yapraklarda birikmesiyle yaprak yanıklıkları meydana gelir. Toprak ekstratında Na/Ca oranı fazla olması durumunda bitkide K iyonu eksikliği semptomları daha fazla görülür (Shannon ve Grieve, 1999).

Bitkilerde tuzun meydana getirdiği iyon eksikliği sadece K için geçerli değildir, ortamda tuz miktarı arttıkça bitkide NO₃, N, P, Ca, Fe, Mg ve Zn iyonlarında da azalmalar meydana geldiği ayçiçeği, maydanoz, kavun ve asma gibi farklı bitki türleri üzerinde yapılan çalışmalarda bulunmuştur (Rajasekaran ve Shanmugavelu, 1983; El-Hadim vd., 1983; Shimose ve Hayashi, 1985).

Bitkilerin büyüme ve gelişme süreçlerinde tuzluluk bitkinin birçok fizyolojik oluşumlarında değişikliğe neden olabilir. Bitkinin kök çevresinden tuzu alması ve bitki içerisinde taşınmasındaki fizyolojik ile metabolik olaylar hücrel olarak gerçekleşir. Tuzun etkisiyle hücre iyon yapısı değişeceği için, hücre bölünmesi, hücrel geçirgenlik ve enzim faaliyetlerinde değişiklikler meydana gelebilir (Mayer ve Poljakoff-Mayber, 1989; Silva vd, 2001).

Sulama suyunda yüksek oranda tuz bulunması da tuzun olumsuz etkilerine yol açmaktadır. Enzim aktivitesinin bozulması, hücre membran yapısının bozulması, ozmotik dengesizlik, besin dengesizliği metabolik süreçlerin aksaması, su alınmasından düzensizlik, stoma aktivasyonunda dengesizlik, klorofil ile fotosentezin azalması, oksidatif stres, gelişmede yetersizlik, iyon miktarının değişmesi gibi tuzluluğun bitkide meydana getirdiği olumsuz etkiler olarak sayılabilir (Meena vd., 2003; Yakıt, 2006).

Toprak ekstrasında fazla oranda çözülebilir tuzların bulunması, bitkinin kök çevresindeki sudan yararlanabilmesini azaltmaktadır. Tuzun su potansiyelini azaltmasını dengeleyebilmek için çözünen madde miktarının artırılması gereklidir. Tuzluluk, bitkilerin su ve ozmotik potansiyelini negatife çevirmektedir. Kök bölgesinde çözünmüş maddelerin ozmotik potansiyelinin düşük olması, toprak

suyunun potansiyelini azaltmakta ve bunun sonucunda bitkinin ihtiyaç duyduğu suyu olumsuz yönde etkileyerek, bitkinin topraktan daha az su alabilmesine ve su potansiyelinin daha da düşmesine sebep olmaktadır. Tuzluluğun etkisiyle meydana gelen düşük su potansiyeli bitkide fizyolojik kuraklığa neden olmaktadır (Levitt, 1980; Parida ve Das, 2005).

Tuzun bitkide meydana getireceği zarar, ortamdaki tuz konsantrasyonu veya tuzdan etkilenme süresine göre değişiklik gösterir. Asma ve kavun türlerinde yapılan araştırmalarda artan NaCl konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak tuzun meydana getirdiği zararın arttığı gösterilmiştir (Sivritepe, 1995; Sivritepe ve Eriş, 1999; Del Amor vd., 2000).

Tuz stresi bitkide iyon dengesizliği meydana getirirken aynı zamanda bitkinin karbon metabolizmasını ile elektron taşıma zincirinin faaliyetini de engellemektedir. Ortamdaki suyun yeteri kadar alınmaması nedeniyle su kaybını en aza indirmek için bitkiler stomalarını kapatırlar böylelikle fotosentezde CO₂ gazının alınımı engellenir ve CO₂ fiksasyonu azalır (Sreenivasulu vd., 2000).

Toprakta tuz konsantrasyonun yükselmesi bitkide ABA ve sitokinin hormonlarının artmasına neden olmaktadır. ABA hormonu tuz stresi altında bitkide stoma hareketlerini kontrol ederken aynı zamanda gen ekspresyon düzeylerinin değişiminde de etkili olmaktadır (Parida ve Das, 2005).

Villora vd., (1997)'nın yaptıkları çalışmada bitki kök hücrelerinde hücre zarı geçirgenliğinin zarar görmesi ve yüksek tuz miktarının etkisiyle ortaya çıkan iyon dengesizliği bitki büyümesini etkileyerek metabolik aktivitede bazı temel elementlerin ortamdan alımını engellediği ve bu durumda fizyolojik sorunlar meydana getireceğini ortaya koymuştur.

Ortamda bitki bünyesine alınan tuz belli bir konsantrasyonu geçince bitkiye zararlı olmakta ve tuz bileşiği çeşidine, miktarına göre bitkide besin noksanlığına ve metabolizmayı bozarak öldürücü etkiye sebep olmaktadır. Tuz miktarının artması bitkinin suyu daha zor şekilde alımına, metabolizmanın zarar görmesine ve bitkinin gelişiminin yavaşlamasına ya da durmasına sebep olmaktadır (Ashraf vd., 2001; Kaya vd., 2005).

NaCl tuzunun fazla olduğu ortamlarda çok miktarda bulunan klor iyonu bitkilerin yaşamasını devam ettirebilmesi için oldukça önemliyken sodyum iyonu yalnızca halofit ve C₄ bitkilerinin bazıları için önemli bir elementtir (Munns ve Termaat, 1986; Salisbury ve Roos, 1992).

Tuz stresiyle karşı karşıya kalan bitkilerden bazıları tuzdan etkilenmez veya çok az miktarda etkilenirken bazı bitkilerde tuz stresi bitki ölümüne yol açabilir. Kısaca ortamda bulunan tuzdan etkilenme derecesi bitki tür ve çeşidine göre değişmektedir.

Tuz stresi bitkinin sahip olduğu tuza tolerans mekanizmasına bağlı olarak bitki büyümesin engelleyebilir, bitkide kloroz ve nekroz lekelerinin oluşmasına sebep olabilir, verim ve kaliteyi düşürebilir hatta bitkinin ani ölümüne sebep olabilir (Hasegawa vd., 1986).

Sivritepe'nin yapmış olduğu çalışmalara göre tuzun gözle görebildiğimiz ilk semptomu nekrozdur. Yapılan çalışmada asma yaprağında tuz nekroza ve dökülmeye sebep olduğu ve ortam tuz miktarına bağlı olarak tuzun zararının arttığı tespit edilmiştir (1995).

Tuzluluğun stomaları kapatmasının etkisiyle bitkide transpirasyon ve kloroplastlarda net CO₂ difüzyonunu azaltarak fotosentezin olumsuz yönde etkilendiğini ve bu durumun sonucunda bitkide oksidatif hasara sebep olduğunu Zhu'nun 2001 yılında yaptığı çalışmada tespit etmiştir.

2.1.1. Tuz Stresine Karşı Bitkilerde Tepki Mekanizmaları

Bitkiler Na iyonunun meydana getirdiği tuz stresine karşı dört farklı mekanizma ile tepki gösterirler. Bu mekanizmalar, Na pompaları, Na ve Cl iyonlarını vakuollerde biriktirme, hızlı şekilde büyüme ve hücre zarı geçirgenliği olarak sıralanır.

Sahip oldukları bu mekanizma sayesinde bitkiler tuzlu ortamlarda tuz stresine maruz kalmayarak yapılarını zararlanmalara karşı koruyabilmektedir.

Na pompaları (Na'un hücre dışına verilmesi): Tuzdan sakınım mekanizmasının olduğu bitkiler ortamdaki tuzun alımını sınırlar ve böylece tuzun oluşturacağı toksik etkiyi önlerler.

Bitkiler ortamda tuz konsantrasyonu arttığında hücre içerisindeki fazla miktarda biriken Na iyonunu hücre membranında bulunan Na pompaları ile dışarı verirler böylece hücre sitoplazmasında Na konsantrasyonu bitki için tolere edilebilir seviyede kalmaktadır (Levitt, 1980; Marschner, 1995). Bu şekilde Na iyonunun aktif şekilde hücre dışına aktarılması bitki hücresinin Na'u sitoplazmadan vakuole geçirebilme yeteneğine bağlıdır. Bu durum hücre içi turgorunu yükseltir ve sitoplazmayı yüksek miktarda Na iyonu konsantrasyonuna karşı korur (Hasegawa vd., 2000).

Vakuollerde Na ve Cl iyonunu biriktirme: Tuza tolerans yeteneğine sahip olan bitkilerde doku toleransından bahsedilebilir. Tuzlu ortamda bitki ortamdaki tuzu bitki bünyesine almasına rağmen bundan etkilenmiyor yani tuz zararı göstermiyor ya da çok az tuzdan zarar görüyor ise bu durumda bitkide doku toleransı söz konusudur (Zhang vd.,2001).

Hızlı büyüme: Bitki bünyesine aldığı fazla miktarda tuzu hücre içerisinde hacmini seyreltmek amacıyla hızlı büyüme etkisi gösterir. Hızlı büyüme ile yaprakta seyrelen tuz miktarı bitki için tolere edilebilir düzeye gelmektedir. Bitki tuz ve çeşitleri içerisinde hızlı büyüyen bitkiler yavaş büyüyenlere göre tuz stresinin olumsuz etkilerine karşı daha avantajlı olurlar.

Hücre zarı geçirgenliği: Tuza karşı hücresel yapısını koruma amacıyla bitkiler K ve Na iyonlarını hücre zarından geçişini engeller. Bitkide tuzdan sakınım ilk olarak kök hücrelerinde başlar. Yüksek tuz konsantrasyonunda kök hücreleri ortamdaki tuzu hücre içerisine alarak veya bitki bünyesine girmiş olan tuzu enerji sarf edip dışarı pompalayarak kurtulur (Murata vd., 1994; Sivritepe, 1995).

Bitkide Ca iyonu miktarının artması hücre içerisinde iyon geçişlerinin daha kontrollü hale gelmesini sağlar ve tuzlu ortamda Na alımını azaltıp tuzun bitkiye vereceği zarardan bitkiyi korur (Huang ve Redmann, 1995).

Bitkinin tuza tolerans gösterebilmesi için bitkide ozmotik uyum mekanizmalarından en az birinin olması gerekir. Ozmotik uyum ile bitki tuz stresi ile karşılaştığında dışarıdan tuz iyonlarını bünyeye alır veya yapısında çözülebilir maddeleri sentezleyerek ve bu maddeleri hücre içerisinde biriktirerek uyum sağlar (Marschner, 1995).

Tuzluluk karşısında bitkiler meydana getirdikleri tepkilere göre Halofit ve glikofit bitkiler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Halofit bitkiler yüksek oranda tuz konsantrasyonunda yetişebilirler. Halofitler ya da obligotif halofiler olarak isimlendirilirler. Halofitler grup içerisinde farklı tuzluluk seviyesinde yetiştirilmelerine göre de sınıflandırılmıştır. Akjigitova (1995) halofit bitkileri hiperhalofitler, öhalofitler, hemihalofitler ve haloglikohalofitler olmak üzere 4 gruba ayırmaktadır: çok yüksek tuz içeriğine sahip olanlar hiperhalofitler, genelde tuzlu topraklara adapte olmuş ancak az tuzlu ortamlarda yaşayanlar öhalofitler, orta derecede tuzlu topraklara adapte olmuşlara hemihalofitler ve kum oranı yüksek topraklara adapte olmuşlara haloglikohalofitler adı verilmektedir.

Tuzu tolere edebilen halofitler genellikle sitoplazmalarında bulunan tuzdan kurtulmak için hücre içerisinde vakuoller ile sınırlamakta veya fazla tuzu salgı bezleri vasıtasıyla dışarı gönderme gibi farklı yapılara sahiptirler.

Tam tersi olarak yüksek tuz konsantrasyonu karşısında halofitler gibi tolere edemeyen bitkiler glikofitler ya da nonhalofitler olarak adlandırılır. Glikofit bitkilerde ortamdaki tuz miktarı eşik değeri geçtiğinde büyümede duraklama bitki kuru ağırlığının azalması ve yaprağın renksizleşmesi meydana gelir.

Hassas, orta dereceli hassas, orta dereceli toleranslı ve toleranslı olmak üzere bitkiler dört sınıfa ayrılmaktadır. Örneğin, kuşkonmaz toleranslı, pancar, sakız kabağı ve enginar orta dereceli toleranslı, hıyar, domates, kavun, karpuz, turp, ıspanak, biber, mısır, şalgam ve patlıcan gibi bitkiler tuza orta dereceli hassas ve soğan, havuç, bamya, bezelye ve fasulye tuza hassas olarak sınıflandırılan bitkilerdir (Maas, 1990).

Bir bitkinin tuza toleransını ölçerken tohumun çimlenme esnasındaki toleransı, fide yapısının kuru ağırlığı, sürgün sayısı, yapraktaki zararlanmaya karşı toleransı, köklerinin kuru ağırlığı, meyve ile tohum oluşumu ve yaprak alanı parametreleri incelenmelidir (Shannon ve Grieve, 1999).

Ahmada vd. (2008) Puget ve EC33866 çeşidi bezelyelere (*Pisum sativum*) tuz stresi uygulandığında yapraklarda lipid peroksidaz seviyesi, SOD, APX, GR ve DHAR enzim aktiviteleri incelendiğinde EC33866 bezelye çeşidinde Puget'e göre yüksek klorofil stabilitesi gözlemlenmiştir. Puget çeşidi bezelyede tuz konsantrasyonu arttıkça Na^+ ve Cl^- düzeylerinde önemli bir birikim olduğu tespit edilmiştir. Her iki çeşitte de K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} düzeylerinde azalma meydana geldiği ancak Puget çeşidinde daha

fazla olduğunu bulmuşlardır. Tuz stresi etkisiyle her iki çeşitte de antioksidan aktivitelerinde önemli bir artış meydana geldiği ve süperoksit dismutaz (SOD) ile askorbat peroksidaz (APX) enzimlerinin tüm konsantrasyonlarda arttığı ancak EC33866 çeşidinde Puget'e göre daha fazla artış olduğu sonucuna varılmıştır.

Hazera, Dalli, Tokat ve Agry domates (*Lycopersion esculentum*) çeşitlerinin fidelerine altı farklı tuz konsantrasyonu (25, 50, 100, 125, 150 ve 200 mM NaCl) ile 24 saat arayla 96 saat muamele yapıldığında tüm domates çeşitlerinin çözünür protein içerikleri ve pigment miktarları zaman aralıklarına ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak tuz stresi etkisiyle ciddi oranda azalmıştır (Doğanlar vd., 2010).

Islah çalışmaları sonucunda elde edilen tuza toleranslı melez ile tuza hassas melez mısır (*Zea mays*) çeşitleri üzerinde yapılan çalışmada yaprak ve köklerdeki absizik asit (ABA) ve oksin (IAA ve IBA) hormonlarının konsantrasyonları incelendiğinde tuza toleranslı mısır çeşidinde tuzluluğa tepki olarak yapraktaki IBA ve ABA miktarının önemli ölçüde arttığı ve köklerde IAA miktarının korunduğu görülmüştür (Zörb vd., 2013).

Kadife çiçeği (*Tagetes erecta*), Kahkaha çiçeği (*Petunia hybrida*) ve Gazanya (*Gazania splendens*) çiçek türlerini farklı tuz dozlarına (0, 20, 40, 60 ve 80 mM NaCl) vereceği tepkilerin incelendiği çalışmada tohumlar torf ortamında çimlendirildikten sonra şaşkırtma uygulamasına tabi tutulmuştur. Elde edilen verilere göre ortamdaki tuz miktarı 40 mM'ün üzerine çıktığında çalışılan çiçek türleri tuzun olumsuz etkisiyle karşı karşıya kalmış ve ortamın tuz dozu 80 mM olduğunda ise bitkilerde ölüm meydana gelmiştir (Türkoğlu vd., 2013).

Turhan vd., (2014) sarımsakta (*Allium sativum*) beş farklı tuz konsantrasyonunun (1.6, 2.9, 4.1, 5.4, 6.7 ve 8 dS m⁻¹ NaCl) suda çözünür kuru madde, toplam asit ile şeker, vitamin C, toplam kuru madde ve protein gibi kalite ile verim özelliklerine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 4.14 dS m⁻¹'ye kadar tuzluluğa sahip topraklarda verimli ve kalitesi iyi sarımsak yetiştiriciliği yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Kurtar vd., (2015) kestane kabağı (*Cucurbita maxima*) ile bal kabağı (*Cucurbita moschata*) türlerinde yaptıkları çalışmada NaCl'ün artan dozlarının (4, 8, 12 ve 16 dS m⁻¹) her iki türde de klorofil ve stoma boyutlarında azalmaya, stoma yoğunluğunda ise artmaya yol açtığı sonucuna varmışlardır.

Taibi vd., (2016) iki farklı fasulye (*Phaseolus vulgaris*) çeşidinde tuzluluğa karşı antioksidan savunmasındaki farklılıkların incelendiği çalışmada tuz stresi karşısında her iki çeşitte de tuzluluk melondialdehit içeriğinde önemli bir artış meydana gelirken, oksidatif stres ile birlikte kök ile sürgün kuru madde ağırlığında ve fotosentetik pigmentlerde azalma meydana gelmiştir. Ancak tuz stresinde daha yüksek verim elde edilen fasulye çeşidinin diğer çeşitten farkı incelendiğinde tuzluluk karşısında antioksidan enzimlerin aktivitesini, toplam flavonoid ve askorbik asit miktarlarını artırarak oksidatif hasarlara karşı daha iyi bir korumaya sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Huang vd., (2017) yaptıkları çalışmada hıyarda (*Cucumis sativus*) bulunan ve çeşitli bitki streslerine tepkide görev alan Fosfolipaz D alfa genini (CsPLDa) tütüne aktarmışlar daha sonra transgenik tütün bitkisini yüksek tuz konsantrasyonuna (250 mM NaCl) maruz bırakıp aktarılan genin tütündeki etkisini incelemişlerdir. Yapılan incelemeler sonucunda tuz stresine maruz bırakılan transgenik tütün bitkisinde Na^+/K^+ oranının azaldığını, süperoksit dismutaz, peroksidaz, katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerinin transgenik olmayanlara göre fazla olduğunu, prolin, çözünür şeker ve çözünür protein içeriğinin arttığını ve O_2 , H_2O_2 , elektrolit sızıntısı ve MDA birikiminin önemli ölçüde azaldığını görmüşlerdir.

Keleş'in (2019) Balcı aspir (*Carthamus tinctorius*) çeşidinde yaptığı çalışmada ¼ MS ortamında yetiştirilen aspir tohumlarına NaCl'ün farklı konsantrasyonları (0, 50, 100, 150 ve 300 mM) ile tuz stres uygulaması yapılarak tuzun fizyolojik, biyokimyasal ve morfolojik parametler üzerinde oluşturacağı etkiler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre NaCl konsantrasyonları balci aspir tohumlarının fide gelişiminin yavaşlamasına, çimlenme, taze ağırlık, gerçek su içeriği ve sürgün ile kök uzunlarında azalmaya neden olmuştur. Biyokimyasal parametreler bakımından incelendiğinde uygulanan tuz stresi aspir fidelerinde flavonoit ve fenolik madde içeriğinin azalmasına sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

Nohut (*Cicer arietinum*) üzerinde tuz stresi uygulaması yapılan çalışmada tuzun bitki yaprak sayısı, sürgün uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığının azalmasına yol açtığı sonucuna varılmıştır (Yılmaz ve Önder, 2020).

Kiramita ve Arslan (2020)'ın farklı konsantrasyonlarda sulama suyu tuzluluğunun (0.38 (çeşme suyu), 1, 2, 4, 6 ve 8 dS m⁻¹) frenk soğanı (*Allium schoenoprasum*) yaprak mineral içeriğine olan etkisini incelemek için yaptıkları çalışmada; artan NaCl konsantrasyonu (0.38'den 8 dS m⁻¹'ye) yaprakta Na⁺ iyon miktarını %63.9 oranda arttırırken yaprakta K⁺ iyonunun %48.8, Ca⁺² iyonunun %30.9 ve K⁺/Na⁺ oranında %81.7 oranda azalmaya neden olmuştur. Frenk soğanın yaprağında 1 birim Na⁺ artışı verimin %44.4 oranda düşmesine ve K⁺, Ca⁺² iyonları ile K⁺/Na⁺ oranında birimlik artış verimde sırasıyla %42.4, %19.2, ve %11.2 oranda artışa neden olmuştur.

Apex MF, AGM 1644 MF ve Larigal MF, ve mısır (*Zea mays*) çeşitleri ile Uzun, M81-E ve Erdurmuş şeker darısı çeşitleri üzerinde farklı tuz konsantrasyonlarının (3, 6, 9, 12, 15 ve 18 dS m⁻¹) çimlenme performansı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada her iki türün çeşitlerinde ortamdaki tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranı, yaş, kuru ağırlığı ve kökçük ile sapçık uzunluğunda azalmalar meydana geldiği sonucuna varılmıştır, (Dilmenler 2021).

Yolci vd., (2021) Arıoğlu ve Gazipaşa yer fıstığı (*Arachis hypogea*) çeşitlerinde yapmış olduğu çalışmada farklı NaCl konsantrasyonlarının (0, 100 ve 200 mM) bitki büyümesi ve fizyolojik parametlerin üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Artan NaCl konsantrasyonu yaprak sıcaklığını, yaprağın dokularında MDA (Malondialdehit) ve iyon sızıntı miktarının artmasına sebep olurken diğer fizyolojik parametler ve bitki büyümesinin azalmasına yol açmıştır.

Türkhan vd., (2021) yaptıkları çalışmada altı farklı tuzluluk seviyelerine sahip topraklarda (0.67, 2.55, 4.65, 7.45 7.66 ve 11.87 mS cm⁻¹) yetiştirilmiş domates (*Solanum lycopersicum*) tohumlarında bazı antioksidan enzim aktivitelerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre, 7.66 ve 11.87 mS cm⁻¹ tuzluluğa sahip topraklarda hasat edilen tohumların protein aktivitesinin daha az olduğu sonucuna varılırken yüksek protein aktiviteleri 4.65 ve 7.45 mS cm⁻¹ tuzluluğa sahip topraklardan hasat edilen domates tohumlarında bulunmuştur. SOD (süperoksit dismutaz) ve KAT (Katalaz) enzim aktivitesi 4.66 ve 11.87 mS cm⁻¹ tuzluluğa sahip toprakların tohumlarında en yüksek olarak ortaya çıkarken 0.67 ve 2.55 mS cm⁻¹ normal düzeyde tuzluluğa sahip topraklarda hasat edilen tohumlarda daha düşük olarak belirlenmiştir. Topraklardaki tuzluluk miktarı arttıkça APX enzim aktivitesinin bitkilerde arttığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonunda bitkide tuz stresi arttıkça

bitkiden hasat edilen tohumlardaki antioksidan enzimlerin aktivitesinin de arttığı sonucuna varılmıştır.

Dere (2022)'nin domateste (*Solanum lycopersicum*) yaptığı çalışmada Rio Grande ve H 2274 domates çeşitlerine beş farklı NaCl konsantrasyonu (0, 1, 2, 3, ve 4 M) ile tuz stresi uygulamış ve çeşitlerde çimlenme yüzdesi (%), çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme hızı, hipokotil çapı, kök uzunluğu, fide boyu, yaş ve kuru ağırlık parametreleri üzerine tuzun etkisini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre her iki çeşitte de tuz çimlenme yüzdesi ve bitki boyu azalmıştır. Rio Grande çeşidinde tuzun tüm konsantrasyonlarında yaş ağırlık azaldığı görülürken, H 2274 çeşidinde konsantrasyonlar arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Rio Grande'de kök ağırlığı artarken H 2274'de 3 M tuz uygulaması dışında diğer uygulamalarda azalmıştır. Elde edilen verilere göre her iki domates çeşidinde de farklı tuz konsantrasyonlarının tohumun çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

2.2. Bitkilerde Tuza Toleransın Arttırılması

Tuzluluk problemi olan yerlerde tuz glikofit bitkilerin çoğunda zarar meydana getirmektedir. Tuz konsantrasyonuna bağlı olarak bitki ortamdaki tuzdan zarar görür ve tuzun miktarı arttıkça bitkinin ölümü gerçekleşebilir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre tuz konsantrasyonunun fazla olması tohumun çimlenmesini ve ardından fide oluşumunu geciktirmektedir.

Tuza tolerans ile duyarlılık bitki türleri arasında farklılık göstermektedir. Hatta bu durum bitkinin türüne bağlı olduğu gibi çeşidine göre de değişiklik göstermektedir. Bitkilerin farklı tuz çeşitlerine göstermiş olduğu tolerans ve sakınım tepkileri birbirine hemen hemen benzerdir. Fakat tuza tolerans bitkinin organları, dokuları ve hücrelerinde bitki gelişiminin evrelerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Ramoliya ve Pandey, 2003).

Bitkilerde tuza tolerans çalışmaları, kuraklık, yüksek sıcaklık, don ve üşüme stresi üzerine yapılan çalışmalardan fazladır (Zhu, 2000). Tuza daha toleranslı hale getirilen bitkiler kuraklık ya da don stresini de tolere edebilir hale gelmektedir. Bu durumun altındaki temel sebep tuzluluğa karşı etki mekanizmasını kontrol eden birçok genin

farklı abiyotik stres faktörlerini de kontrol etmesinden kaynaklanmaktadır. Bitki ıslahçıları tuza toleranslı bitki geliştirmeyi amaçladıkları çalışmalarda iyon transferi ve mineral alımını kontrol eden genlerin üzerine yoğunlaşmaktadır. Ancak tuza tolerans yeteneğinin bitkide birçok gen tarafından kontrol edilebiliyor olması tuza toleranslı bitki geliştirme ıslah çalışmalarını zorlaştırmaktadır.

Bitkinin tuza toleransı bitkinin genetik yapısı ve gelişme dönemine bağlı olarak farklılık göstermektedir (Lunin vd., 1963). Örneğin, Bernstein ve Hayward (1958) şeker pancarının çimlenme sırasında tuza karşı hassas olurken diğer dönemlerde toleranslı hale geldiğini; Shannon vd. (1983) salatanın fide aşamasında ve çiçeklenme döneminde tuza karşı hassas olduğunu; ve Francois vd. (1984) turpun çimlenme sırasında tuza toleranslı olmasına rağmen fide gelişimi sırasında tuza karşı verim düşecek kadar hassas olduğunu yaptıkları çalışmalarıyla bulmuşlardır.

Bitkiler genellikle gelişme dönemleri arasında tuza karşı tolerans yeteneklerini aktaramamaktadırlar. Örneğin, şeker pancarının çimlenme döneminde olan tolerans ile diğer gelişme dönemlerinde sahip olduğu tolerans yeteneği aynı olmamaktadır (Shannon ve Grieve, 1999). Tohumun çimlenme aşamasında tuza karşı gösterdiği tolerans yeteneği bitkinin diğer büyüme dönemlerinde azalmaktadır.

Perez-Alfocea vd., (1993) yaptığı çalışmalarda elde ettiği sonuçlara göre bitkinin tuza toleransı büyüme aşamasına göre farklılık gösterdiği için tuzluluk konulu fizyoloji çalışmalarının taze bitki aşamasını baz alarak yapılmalıdır.

Tuzluluk probleminin biyolojik ve teknolojik olmak üzere iki yaklaşım çeşidiyle çözülmesi amaçlanmaktadır (Sivritepe, 1995). Gün geçtikçe gelişen teknoloji ile paralel çalışmalarda araştırmacının odak noktası tuz stresiyle başa çıkabilen biyolojik yöntemler olmaya başlamıştır. Tuzluluğa karşı diğer bir yaklaşım olan teknolojik yaklaşımda toprak ve sulama sayısındaki tuz miktarının kontrol altına alınmasına odaklanılmıştır. Teknolojik yaklaşımda, yıkama, drenaj ve filtrasyon yöntemi ile tuzlu topraktaki fazla tuz miktarının uzaklaştırılması amaçlanmıştır veya sulama suyunda bulunan fazla su arındırılarak normal seviyeye indirilmiştir.

Tuzluluğa karşı teknolojik yaklaşımlar sayesinde kullanılan topraklar tarım yapılabilir hale getirilmiş ve kullanıma uygun olmayan, kalitesi düşük olan sular tarımsal faaliyete uygun hale getirilebilmiştir (Epstein vd., 1980; Croughan, vd., 1981; Tal, 1983; Hasegawa vd., 1986).

Arazi koşullarında tuza karşı çözüm üretebilmek için yapılmaya başlanılan ıslah çalışmalarının işçiliği ve çalışma faaliyet yılı fazladır. Tuza toleransın bitkide tek bir gen ile değil birçok genin birlikte regüle olmasıyla ve bu gen düzenlenmesinin dışarıdan pek çok faktör ile değişkenlik göstermesiyle klasik yöntemlerle yapılan çalışmalar geride kalmaya başlamıştır (Sivritepe, 1995).

Biyoteknolojide meydana gelen gelişmeler doğrultusunda, bitki hücresi düzeyinde tuza toleransın incelenmesi ve iyon dağılımı ile antioksidatif enzim yapısına bağlı olarak bitkinin tuza tolerans yeteneğinde meydana gelen değişikliklerin çalışılması giderek önem kazanmıştır (Croughan vd., 1981; Tal, 1983; Noble ve West, 1989; Sivritepe vd., 2003, 2008).

Hoagland solüsyonunda büyütülmüş bezelye (*Pisum sativum*) fideleri 1 hafta 0, 10, 25 mM NaCl ve %25 PEG 6000'e maruz bırakıldıktan sonra fidelere 0 ve 80 mM NaCl ile tuz stresi uygulaması yapılmıştır. Yapılan bu uygulamanın tuz stresinin kök hücrelerinde meydana getireceği Na⁺ birikimi ve K⁺ çıkışı azalttığı ve bitki hücresi içerisinde K/Na oranını arttırdığı görülmüştür. Elde edilen verilere göre bezelye fidelerine tuz stresine karşı NaCl uygulamasının PEG 6000 uygulamasından daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Pandolfia vd., 2012).

Aydın vd. (2012)'ne göre, tuzlu toprağa humik asit uygulaması, yüksek tuzluluktan etkilenen değişkenleri önemli ölçüde iyileştirir ve bitkide nitrat azot ile fosforu artırır ayrıca toprak iletkenliğini, bitkide prolin ile elektrolit sızıntısını azaltır, humik asit toprakta besin maddelerinin ve suyun serbest kalmasına izin vererek bitki kök ve sürgün kuru ağırlığını artırır. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris*) farklı tuzlar ve dozlara karşı humik asit uygulamasının etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada fasulye bitkisini sekiz farklı tuza (NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaSO₄, KCl, K₂SO₄, MgCl₂ ve MgSO₄) dört farklı konsantrasyona (0, 30, 60 ve 120) 60 gün boyunca maruz bırakılmıştır. 120 mM tuz dozu ve humik asit uygulaması olmayan bitki grupları tuz stresinin etkisiyle ölmüştür. Fasulye bitkisinde tuz dozlarının etkisiyle klorofil ve nitrat içeriği azalırken humik asit uygulamasıyla arttığı görülmüştür.

Qui vd., (2014) buğdayda (*Triticum aestivum*) yaptıkları çalışmada, buğdayın yapraklarına 3 gün boyunca 2 mM jasmonik asit (JA) uygulaması yaptıktan sonra buğdaylara 150 mM NaCl ile tuz stresi uygulamışlardır. JA uygulaması yapılmayan buğdaylarda NaCl bitki boyu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, glutatyon

miktarını, klorofil b ile karotenoid konsantrasyonunu, süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POD), katalaz (KAT) ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitelerinin azalmasına yol açarken MDA, H₂O₂ ve O₂ oluşum hızını da artırmıştır. NaCl öncesinde JA uygulaması göre buğday fidelerinde ise MDA, H₂O₂ ve O₂ miktarları azalırken, SOD, POD, KAT ve APX enzimlerinin transkripsiyon seviyeleri ve aktiviteleri artarak buğday fidelerinin tuza toleransını önemli ölçüde arttırmışlardır. Klorofil b, karotenoid ve glutatyon miktarları da JA uygulaması ile bitkide artarak tuza toleransta etkili olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre JA buğdayda antioksidan enzim aktiviteleri ile antioksidan bileşiklerin konsantrasyonunu arttırarak tuz stresinin meydana getirebileceği zararlanmayı azalttığı sonucuna varılmıştır.

Dadaşoğlu ve Ekinci (2014) fasulye (*Phaseolus vulgaris*) tohumlarında farklı tuz, salisilik asit ve sıcaklık derecelerinin tohum çimlenmesine olan etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada tohumlara altı farklı salisilik asit (SA) dozu (0, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1 mM), dört farklı sıcaklık derecesi (10, 15, 20 ve 25 °C), beş farklı NaCl konsantrasyonu (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) uygulamışlardır. Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada düşük sıcaklık, yüksek dozda salisilik asit ve tuz konsantrasyonu uygulaması tohumların çimlenmesi üzerinde etki yapmıştır. Ancak tuzlu ortamda, yüksek ve düşük sıcaklıkta SA uygulamaları çimlenme oranında artış sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Pirinçte (*Oryza sativa*) yapılan çalışmada, pirinç yapraklarına melatoninin tuza toleransta hücresel aktivitesi incelendiğinde, melatoninin stres koşulu altında bitkide klorofil bozulmasını önemli ölçüde azalttığı, bitkinin yaşlanma genlerinin ifadesini bastırdığı ve tuza toleransını arttırdığı görülmüştür. Melatonin aynı zamanda hücre içerisinde serbest radikallerin birikimini engelleyerek de tuza toleransı arttırdığı sonucuna varılmıştır (Liang vd., 2015).

Prolin ve etilen üretimi bitkilerde tuza tolerans mekanizmalarında rol oynar. Iqbal vd., (2015) azotun (N) tuz stresi esnasında fotosentezin korunmasındaki rolünü değerlendirmek amacıyla hardal bitkisine (*Brassica juncea*) 0, 5, 10 ve 20 mM konsantrasyonlarda N uygulayarak prolin ve etilen üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Tuz stresi altında hardal bitkisine N uygulanması prolin üretimini arttırarak fotosentezin korunmasını sağlamıştır.

Khan vd., (2012) hardal (*Sinapis arvensis*) yapraklarına NO ile CaCl_2 uygulayarak tuz stresine karşı etkisini incelemişlerdir. Tuz stresi altında bitkilere 10 mM CaCl_2 ile 0.2 mM NO'nun d n r  olarak SNP 24 saat boyunca uygulanmıştır. Yapılan uygulamanın tuz stresinin meydana getirdiği reaktif madde artışı ve membran hasarını engellediği, SOD, KAT, APX, POX ve GR enzimlerinde ve prolin, glisinbetain birikimlerinde artışa sebep olduğu aynı zamanda H_2O_2 miktarında azalmaya neden olduğu görülmüştür.

Domates bitkisinde (*Lycopersicon esculentum*) yapılan çalışmada domates bitkisine üç farklı tuz konsantrasyonuyla (50, 100 ve 150 mM NaCl) birlikte 20 mM K ve Ca bileşikleri uygulamasının etkisi araştırılmıştır. NaCl ile K ve Ca bileşikleri bitkide tuzun meydana getirdiği lipid peroksidasyon seviyesini düşürmüş, antioksidatif sistemi regüle etmiş, kuru madde ve membran geçirgenliği üzerinde tuzun zararlı etkisinin azalmasını sağladığı ve K ile Ca bileşiklerinin tuzlu koşullarda yetiştirilen domates bitkisine uygulandığında tuz stresinin zararlı etkisinin azaltılabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Tuna vd., 2016).

Tuna ve Eroğlu'nun (2017) biberde (*Capsicum annuum*) yaptıkları çalışmada biber bitkisine 100 mM NaCl stresi ile birlikte salisilik asit, askorbik asit, silisyum, kalsiyum, prolin, potasyum ve nitrik asit yaprak yoluyla uygulanmıştır (sirasıyla 0.1, 0.5, 2, 10, 10, 10 mM ve 100  M). Uygulama sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde tuzun etkisi ile biberde meydana gelen lipid peroksidasyonu, elektriksel iletkenlik, antioksidatif enzim aktivitesinde ve prolin içeriğinde meydana gelen artış denemede kullanılan organik ve inorganik maddelerin tuz stresi olan ortama uygulanmasıyla azalmıştır. Organik ve inorganik maddelerin bitkinin gövde, çap uzunluğu, gövde ve kökün yaş, kuru ağrılıklarında fazla tuzun etkisiyle meydana gelen zararı azalttığı görülmüştür. Tuzlu ortamda yetiştirilen biber bitkisini organik ve inorganik maddeler ile antioksidatif sistemi destekleyerek tuzun biber bitkisinde meydana getirebileceği zararın azaltılmasında etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Havu ta (*Daucus carota*) NaCl ile tuz stresine karşı Ca^{+2} uygulamasının etkisinin araştırıldığı çalışmada beş farklı NaCl konsantrasyonu (0, 20, 40, 60 ve 80 mM) ile birlikte 0, 4 ve 8 mM Ca^{+2} uygulaması yapılmıştır. NaCl konsantrasyonu arttı a havucun verimi azalmıştır. 20 mM  zeri NaCl konsantrasyonu uygulamalarında, suda çözünebilir kuru madde, vitamin C,   karoten, meyve suyu içeriği ve indirgenmiş şeker

içeriklerinde azalmalar meydana gelmiştir. Ancak NaCl ile Ca^{+2} iyonu havuca birlikte uygulandığında sayılan parametrelerde tuzun zararlı etkileri azalmıştır. Bu duruma bağlı olarak NaCl'e karşı Ca^{+2} iyonun doğru şekilde uygulanması havucun kalite parametrelerinin bazılarında iyileşmelere yol açabileceği sonucuna varılmıştır (Turhan vd., 2018).

Kıran vd., (2018) yaptıkları çalışmada Köksal ve Vista patlıcan (*Solanum melongena*) anaçlarına kuraklık ve tuza toleranslı olan Mardin Kızıltepe ile Burdur Merkez ve tuza hassas olan Kemer ile Artvin Hopalı kalemleri aşılansarak meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada patlıcanlara 6 dS m^{-1} elektriksel iletkenliğe sahip NaCl çözeltisiyle tuz stresi uygulanmış ve yararlı su seviyesini %50'de tutarak kuraklık stresi meydana getirilmiştir. Yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre stres altındaki patlıcan anaçlarına toleranslı kalemleri aşılamanın meyve kalitesini iyileştirmeye olumlu yönde etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Küçüköğksel'in (2020) pamuk bitkisinde (*Gossypium hirsutum*) yaptığı çalışmada, pamuk tohumları yeterli büyüklükte fide yapısını oluşturdıklarında NaCl ile tuz stresine maruz bırakılmış, ardından bitkilere besin çözeltisiyle birlikte artan dozda ($0.1, 5$ ve 10 mg L^{-1}) çinko (Zn) uygulaması yapılmış ve çinkonun tuza karşı etkisi incelenmiştir. Yapılan uygulamada Zn dozu arttıkça pamuk bitkisinde yaprak transpirasyonu, fotosentetik aktivite ve fotosistem II etkinliği artarken CO_2 geçişlerinin azaldığı görülmüştür. Çalışmada tuz stresine maruz kalan pamuk bitkisine Zn uygulaması yapılmasının bitkide tuzun meydana getirebileceği zararı önlemede etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kinoa (*Chenopodium quinoa*) tohumlarında yapılan çalışmada tohumlara ekim öncesi giberellik asit (GA_3) uygulanmış ve ardından tohumlar dört farklı NaCl konsantrasyonu (0, 100, 200 ve 300 mM) ile tuz stresine tabi tutulmuşlardır. Elde edilen çimlenme testi verilerine göre artan NaCl dozları kinoa tohumlarında çimlenme ile büyüme parametreleri üzerinde olumsuz etki meydana getirirken artan GA_3 dozu ise tam tersi yönde etki göstererek tohum çimlenmesi ile fide büyüme ve gelişmesinde olumlu yönde etki göstermiştir (Oral vd., 2020).

Köseoğlu ve Doğru, (2021) yaptığı çalışmada Beith Alpha hıyar (*Cucumis sativus*) çeşidine 100 mM NaCl tuz stresi ile birlikte askorbik asit (AsA) uygulamasının Fotosistem II üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tuz stresi

hıyarda elektron hareketlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Tuz stresi hıyar bitkisinde termal disipasyon enerjisini arttırmış ve indirgenmiş reaksiyon merkezlerinde birikime yol açmıştır. Ayrıca tuz stresi bitkide kinon A ile plastokinonun indirgenme yeteneğini ve aktif reaksiyon merkezi miktarını azaltmıştır. Tuz stresine karşı askorbik asit uygulanan hıyar bitkilerinde fazla tuzun elektron hareketlerinde oluşturduğu olumsuz etki yok olmuştur. AsA bitkide tuzun Fotosistem II üzerinde meydana getirdiği olumsuzlukların azalmasına katkı sağlamıştır. Çalışmada hıyar yapraklarında tuza toleransın artırılmasında askorbik asidin etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Karnabahar (*Brassica oleracea*) ve brokoli (*Brassica oleracea*) türlerinde tuz stresine karşı melatonin aktivitesinin araştırıldığı çalışmada tuz stresi altında yetiştirilen brokoli ile karnabahar fidelerine 0.5 ve 10 μ M melatonin uygulaması yapılmış ve fidelere yapılan bu uygulamanın tuz stresinin bitkide meydana getirdiği zararlı etkiyi azalttığı ve bitkinin ağırlık, çap, boy, karotenoid, klorofil, fenolik madde ve antosiyanin miktarlarının iyileşmesine yol açtığı sonucuna varılmıştır (Arslan vd., 2022).

2.2.1. Bitkide Tuza Toleransın Arttırılmasında Priming Uygulamaları

Dünya üzerinde tuzluluğun giderek artıyor olmasıyla birlikte tuza toleransı yüksek bitkiler elde edebilmek geçtiğimiz yüz yıllara göre daha çok hedeflenmektedir. Bu amaçla yapılan genetik çalışmalar ile ıslah yöntemlerinde tuza toleransı yüksek bitkilerden tuza karşı hassas olan bitkilere gen aktararak transgenik bitki yapılmaktadır veya her hangi bir genetik manipölasyon söz konusu olmadan bitkinin sahip olduğu tuza tolerans yeteneğinin arttırılması amacıyla priming yöntemi üzerinde çalışılmaktadır (Bordas vd., 1997; Babaeva vd., 1999; Gisbert vd., 2000; Ashraf ve Iram, 2002; Chang-Zheng vd., 2002; Sivritepe vd., 2003, 2005).

Priming terimi; ‘Ozmotik Koşullandırma’, ‘Advancing’, ‘Enhancing’, ‘Osmotic Conditioning’, ‘Moisturizing’ ve ‘Osmotic Priming’ terimleriyle eş anlamlıdır (Sivritepe, 1999).

Priming uygulaması tohumların ekim öncesinde fizyolojik olarak iyileşmesini amaçlayan bir hidrasyon tekniğidir. Priming uygulamasının temeli ozmotik

potansiyeli ayarlanan çözeltilerde tohumların yüksek nem kapsamlarına çıkartılarak uzun bir süre radikula çıkışı meydana gelmeden tutulmasına dayanır (Sivritepe, 1999).

Tohumların canlılık ve gücünün iyileştirilmesi sadece türe özgü olan nem kapsamına ulaşıldığında veya bu nem kapsamının üzerine çıkıldığında mümkün olmaktadır. Kritik nem kapsamı değerleri; marulda %15, soğanda %18, buğdayda %28-30 ve bezelyede %34-38 olarak belirlenmiştir (İbrahim vd., 1983; Ward ve Powell, 1983; Petruzelli, 1986; Sivritepe, 1992, 2000).

Priming çözeltisinin ozmotik potansiyelini ayarlayabilmek için NaCl, KNO₃, Ca(NO₃)₂ gibi inorganik tuzlar, monnitol, polietilen glikol (PEG) ve büyümeyi düzenleyici olarak absizik asit (ABA) gibi suda çözünen farklı kimyasallar kullanılır (Pill vd., 1991; Sivritepe, 1999; Demirkaya, 2002).

Priming teknikleri hidropriming (su ile), halopriming (tuz ile), ozmopriming (PEG ile), katı matriks priming (vermikulit ve perlit, vd. ile), termopriming (sıcaklık ile), hormopriming (ABA, GA₃ vd. ile), biyopriming (bakteriyel biyokontrol ajanları ile), organik priming (deniz yosunu ekstratı ve diğer organik bitki ekstraktları ile) olarak sınıflandırılmaktadır.

Yapılan priming uygulamaları sonucunda: bezelye (Sivritepe, 1992; Sivritepe ve Dourado, 1995; Sivritepe ve Demirkaya, 2002), domates (Alvarado ve Bradford, 1988), biber (Thanos vd., 1989; Çay, 2005) ve kavun (Sivritepe, 1999; Sivritepe vd., 1999) türlerine ait farklı çeşitlerin tohumlarında çimlenme süresini kısaltmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda priming uygulamasının başta tuzluluk olmak üzere birçok olumsuz çevre ve toprak koşullarında çimlenmeyi arttırdığı ve hızlandığı tespit edilmiştir (Pill vd., 1991; Passam ve Kokouriotis, 1994; Bonilla vd., 1995; Cayuela vd., 2001; Sivritepe, 2003; Ashraf ve Foolad, 2005; Demir ve Öztokat, 2003; Korkmaz, 2006).

Kırkağaç ve Hasanbey çeşidi kavun tohumlarında çimlenme sırasında tuza toleransın geliştirilebilmesi için yapılan NaCl ile priming uygulamasının kullanım imkânları araştırılmıştır. Her iki kavun çeşidi tohumlarına 20 °C'de farklı NaCl (%0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0) konsantrasyonları ile 3 gün priming uygulaması yapılmıştır. Toplam çimlenme ile ortalama çimlenme süresi açısından kontrol grubu tohumlar ile farklılık oluşturmayan %1.0 NaCl konsantrasyonu ile priming uygulamasının kavun

tohumları için en uygun doz olduğu belirlenmiştir. Daha sonra %1.0 NaCl ile priming uygulaması yapılan tohumlar farklı NaCl (%0.0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1.0) konsantrasyonlarında çimlenme testine alınmışlardır. NaCl ile priming uygulamasının normal çimlenme, ortalama çimlenme süresi, tolerans oranı ve indeksi parametreleri açısından her iki kavun çeşidinde de tuza toleransı arttırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Sivritepe vd., 1999a).

Diğer bir çalışmada ise, Kandil Dolma, Yağ biberi (28), Yalova Charleston ve Demre çeşidi biber tohumlarında çimlenme sırasında tuza tolerans yeteneğinin geliştirilmesi amacıyla NaCl ile priming uygulamasının kullanım imkânları araştırılmıştır. Her biber çeşidinin tohumlarına 20 °C’de farklı NaCl (0, 9, 18, 36 ve 54 dS m⁻¹) konsantrasyonları ile 1, 3 ve 5 gün priming uygulaması yapılmıştır. Normal çimlenme ve ortalama çimlenme süresi değerleri açısından 3 gün NaCl ile priming uygulamasının biber tohumlarında en uygun süre olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra 20 °C’de farklı NaCl (0, 18, 36 ve 54 dS m⁻¹) konsantrasyonları ile 3 gün priming uygulamasına tabi tutulan biber tohumları 0, 4.5, 9, 13.5 ve 18 dS m⁻¹ NaCl ile çimlendirme testine alınmışlardır. NaCl ile priming uygulamasının biber çeşitlerinde tuza toleransı arttırmada etkili olduğu ve 20 °C, 18 dS m⁻¹ NaCl ile 3 gün priming uygulamasının biber tohumları için optimum koşul olduğu sonucuna varılmıştır (Çay, 2005).

Spring ve Dual bezelye çeşitlerinde tohumun çimlenmesi sırasında tuza toleransın geliştirilebilmesi amacıyla NaCl ile priming uygulamasının kullanım olanakları incelenmiştir. Her iki çeşidin tohumlarına 16 °C’de NaCl’ün farklı konsantrasyonları (0, 50, 100, 150, 200 ve 300 mM) 1, 2 ve 3 gün süre ile uygulanarak tohumda canlılık ve güç parametreleri değerlendirilmiştir. Normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik değerleri açısından kontrol grubu tohumlar ile farklılık oluşturmayan 150 mM NaCl ile 16 °C’de 2 gün uygulama bezelye tohumlarına yapılan priming uygulaması için optimum koşul olarak belirlenmiştir. Daha sonra 150 mM NaCl ile priming uygulaması yapılan tohumlar farklı NaCl (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) konsantrasyonları ile çimlenme testine alınmışlardır. Elde edilen verilere göre, normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, fide kuru ağırlığı, tolerans oranı ve indeksi değerlerine göre priming uygulamasının her iki çeşidin tohumlarında da tuza toleransın artmasında etkili olduğu bulunmuştur (Şentürk, 2010).

Ghassemi-Golezani vd., (2010) yaptıkları çalışmada üç kışlık kolza (*Brassica napus*) çeşidinin (Okapi, Opera ve Talayeh) tohumlarına 15.3 dS m^{-1} iletkenliği olan %0.8 NaCl ve 12.5 dS m^{-1} KNO_3 ile $20 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 8 saat sürede priming uygulamasının tohum canlılığı ve performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. NaCl ve KNO_3 ile tohumlara priming uygulamasının ortalama çimlenme süresini kısalttığı, fide boyu ve verimi arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Hıyarda (*Cucumis sativus*) yapılan çalışmada priming uygulamasının düşük sıcaklıkta tohum çimlenmesine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada üç farklı priming ajanı (NaCl, KNO_3 ve K_2HPO_4), dört farklı konsantrasyonda (% 0, 1, 2.5 ve 5 w/v), iki farklı sıcaklıkta (15 ve 20°C) tohumlara priming uygulaması yapılmıştır. Çözelti maddesi, konsantrasyonu ve sıcaklık derecesinin çimlenme yüzdelerini, fide ağırlığını ve fide kuru ağırlığını önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır (Peyvast vd., 2010).

Buğday otu (*Agropyron elangotum*) ve soğanlı arpa (*Hordeum bulbosum*) tohumlarına -1.5 MPa CaCl_2 ve -1 MPa NaCl ile priming uygulaması yapılarak yedi farklı NaCl tuz konsantrasyonunda (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) priming uygulamasının tohum performansı ve Na^+ ile K^+ iyonları etkisinin araştırıldığı çalışmada artan tuz seviyelerine bağlı olarak azalan tohum performansı, her iki bitkide de priming uygulaması ile iyileştirildiği, Na^+/K^+ oranının azaldığı ve sürgün ile kök uzunluğunun ve kuru ağırlığının arttığı sonucuna varılmıştır (Gazanchion vd., 2010).

Farhoudi vd., (2014) NaCl ile priming uygulamasını kavun (*Cucumis melo*) tohumlarında tuza toleransta antioksidan enzim aktivitesi, prolin ve karbonhidrat birikimi üzerine etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, Garmsar ve Flexuosus çeşitlerine ait kavun tohumlarında 20°C 'de 100 mM NaCl ile 36 saat priming uygulaması yapılmıştır. Ardından deneyin birinci aşamasında tohumlar filtre kâğıtları arasında 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 tohum olacak şekilde $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 16/8 karanlık ortamda 4 farklı tuz konsantrasyonlarında (0, 50, 100 ve 150 mM) 12 gün çimlendirme testine tabi tutulmuşlardır. Yapılan çimlendirme testi sonucunda uygulama yapılmayan tohumlar (NP) uygulanan 4 farklı tuz konsantrasyonunda tohumun çimlenmesi ve fide ağırlığı tuz dozunun etkisiyle azalırken, priming uygulaması yapılan tohumlarda NP grubu tohumlara göre tohum çimlenmesi ve fide ağırlığı artmıştır. Hatta Gramsar çeşidi kavun tohumlarında 150 mM NaCl'lü ortamda en yüksek kuru ağırlık kaydedilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında NaCl ile priming

yapılmış ve yapılmamış olan kavun tohumları perlit ve torfla doldurulmuş saksılara ekilmiş ve 16/26 °C gece/gündüz sıcaklığı olan seraya konularak 3 hafta büyümesi takip edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tuz stresi her iki kavun çeşidinde sürgün kuru ağırlığını azaltmıştır. Ancak priming uygulaması yapılan tohumların sürgün kuru ağırlığı, uygulama yapılmayan tohumlara göre daha yüksektir. Kavun tohumlarını ekim öncesinde 100 mM NaCl ile priming yapmak tohumlarda antioksidan enzim aktivitesini, karbonhidrat ve prolin içeriğini arttırmış ve tohumda membran zararı azalmıştır. Çünkü priming yapılmış olan tohumlarda MDA içeriği uygulama yapılmamış tohumlara göre daha az olarak bulunmuştur. Priming uygulaması yapılmış olan Gramsar kavun çeşidi tohumlarında 150 mM NaCl'lü ortama kadar antioksidan aktivitesi, karbonhidrat birikimi en yüksektir ve MDA içeriği en düşüktür.

Mısır (*Zea mays*) tohumlarında (Azam ve Sarhad Yellow) 6 dS m⁻¹ NaCl ile tohumlara priming uygulayarak 3 farklı tuz ortamında (0, 6 ve 8 dS m⁻¹) primingin büyüme ve verime olan etkileri çalışmıştır. Sonuçlara göre her iki mısır çeşidi tohumlarında artan tuz seviyeleri büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilemiştir. Veriler değerlendirildiğinde Azam mısır çeşidi Sarhad Yellow mısır çeşidine göre daha iyi performans göstermiştir. Çalışmada ekim öncesi NaCl ile mısır tohumlarına priming uygulaması yapmak tohumlarda fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikleri indüklediği ve bunun sonucunda tohum farklı tuz seviyelerine maruz kaldığında uygulama yapılmayan tohumlara göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır (Bakht vd., 2011).

Farahbakhsh vd., (2011) mısır tohumlarına farklı NaCl konsantrasyonları (0, 0.5 ve 1 M) ile priming uygulamasının tohumlarda farklı tuz seviyelerine (0, 4, 8 ve 12 dS m⁻¹) toleransına olan etkisini inceledikleri çalışmada; mısır tohumlarında tuza toleransı arttırmak için NaCl ile priming uygulamasının uygun bir prosedür olduğu sonucuna varmışlardır.

Tilaki vd., (2011) uzun çayır otu (*Festuca arundinacea Schreb*), koyun otu (*Festuca ovina*) ve kırmızı çayır otu (*Festuca rubra*) bitkilerinde ekim öncesi NaCl ile priming yaptıkları çalışmada, tuz stresi altında üç bitkinin de tuza adaptasyon sağlamasında NaCl ile priming uygulamasının kullanılabilecek bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

Jamal vd., (2011) altı buğday (*Triticum aestivum*) çeşidi (Ghaznavi-98, Tatar-96, Fakhri Sarhad, Pirsabaq-2004, Bakhtawar-92 ve Auqab2000) tohumlarına 30 mM NaCl ile priming uygulamış ve buğday tohumlarının dört farklı tuz seviyesinde (0, 40, 80 ve 120 mM NaCl) büyüme ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan incelemede NaCl ile priming uygulaması, çimlenme yüzdesi, klorofil b içeriği, kök ağırlığı ve yaprak alanını arttırdığı ve ortalama çimlenme süresini kısalttığı sonucuna varılmıştır.

On iki arpa çeşidinin (Haider-93, Arabic Asward, Soorab-96, NRB-37, Jau-83, Balochistan-Local, NRB-31, Sanober-96, KPK-Local, Awar-2002, Frontier-87, ve AZ-2006) tohumlarına 30 mM NaCl ile priming uygulanan ve daha sonra tuz stresine (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) maruz bırakılan çalışmada on iki arpa çeşidinde tuz stresinde kontrole kıyasla kök yaş ve kuru ağırlığı, prolin içeriği artarken, kök hücrelerinde Na^+/K^+ oranı azalmıştır. Dolayısıyla arpa tohumlarına ekim öncesi NaCl ile priming uygulamasının tuz stresinde incelenen parametreler üzerinde etkili olduğu ve tuzun zararlı etkisini hafiflettiği kararına varılmıştır (Anwar vd., 2011).

Tsukazawa vd. (2011), 300 mM NaCl ve su ile 25 °C sıcaklıkta 24 saat sürede domates (*Solanum lycopersicum*) tohumlarına priming uygulaması yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre 300 mM NaCl ile domates tohumlarına priming uygulamak ilk dört gün içerisinde fide çıkışını ve ekimden 48 saat sonra tohum çimlenme oranını belirgin bir şekilde arttırmıştır. NaCl ile priming bitki boyu, gövde çapı ve hipokotil ile kök uzunluğunu arttırmıştır. Çalışmada yapılan gen ekspresyonu incelemelerinde NaCl ile tohumlara priming yapmak uniform fide çıkışını ve streslere tepki mekanizmasında rol alan genlerin ifadesini de arttırdığı görülmüştür. Hatta priming uygulaması yapılan domates tohumlarında *Ralstonia solanacearum*'a karşı artan bir tolerans yeteneği görülmüştür.

Soughir vd., (2012) çemen otu tohumlarında (*Trigonella foenum-graecum*) NaCl ile priming uygulamasının çimlenme ve fide büyümesi üzerine olan etkilerini çalışmışlardır. Çemen otu tohumları 4 g L⁻¹ NaCl çözeltisi ile 25 °C'de 36 saat priming uygulamasına tabi tutulmuştur. Ardından farklı NaCl konsantrasyonları (0, 4, 6, 8 ve 10 gL⁻¹) ile tohumlar 4 ay serada tuz stresine maruz bırakılmıştır. Denemenin sonucunda priming uygulanmış (P) olan tohumların ortaya çıkış yüzdesi priming uygulanmamış (NP) tohumlara göre daha yüksek çıkmıştır. Kök uzunluğu, bitki boyu,

yaprak alanı, taze ve kuru ağırlığı yönünden karşılaştırıldığında da P yapılan tohumlar NP tohumlara göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. NP tohumlara kıyasla, P uygulanmış olan tohumlarda Na^+ iyonunda azalış, K^+ ve Ca^{+2} iyonlarında artışın daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Fasulyede (*Vigna radiata*) NaCl ile halopriming sonrası NaCl ve PEG 6000'nin oluşturacağı strese karşı priming uygulamasının etkisini araştırmak için Jisha ve Puthur'un (2014a) yaptığı çalışmada bitkinin sürgün uzunluğu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, toplam klorofil içeriği ve metabolitleri incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda denemede uygulamaya alınan çeşitler arasında farklılık göstersede NaCl ve PEG 6000 stres ortamında NaCl ile priming yapılmış olan tohumların yapılmayanlara göre daha az stresden etkilendikleri sonucuna varılmıştır. Hatta membran lipid peroksidasyonu NaCl ile priming yapılan tohumlarda daha az olduğu tespit edilmiştir.

Neeraja, Vasikh ve Vytilla 6 çeşidi çeltik tohumlarında yapılan bir çalışmada, su ve NaCl ile priming uygulamasının, NaCl ve PEG'den kaynaklanan abiyotik streslere toleransın artırılmasına olan etkileri araştırılmıştır. NaCl ve PEG uygulanan stres ortamında hem su ile hem de NaCl ile priming uygulanmış tohum gruplarında enzim aktivitesi, fotosentetik pigment içeriği, karbonhidrat ve protein, fitokimyasal ve mitokondriyal aktivitelerin uygulama görmemiş tohum gruplarına kıyasla arttığını ve membran lipid peroksidasyonunda her iki priming uygulamasıyla azaldığı belirlenmiştir. Her iki priming tekniği (hidropriming ve halopriming) NaCl ve PEG ile meydana gelen strese toleransta olumlu olarak etkili olmuştur. Ancak NaCl ile yapılan priming fide gücü, büyüme ve strese tolerans bakımından su ile yapılan primingden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Jisha ve Puthur, 2014b).

0.05 M NaCl ile priming yapılmış domates (*Lycopersium esculentum*) tohumlarının beş yapraklı fide aşamasında farklı tuzluluğa (0.1, 0.2, 0.4 ve 0.6 M) olan etkileri incelendiğinde, priming uygulamasının ortalama çimlenme süresini kısalttığı, çimlenme hızı ile birlikte çimlenme yüzdesini de arttırdığı görülmüştür. Priming uygulamasının etkisiyle artan kök ve hipokotil uzunluklarının yanı sıra taze ağırlıktaki artışlar fide yapısını güçlendirmiştir. Klorofil içeriği, lipid peroksidasyonu, klorofil-karotenoid oranları ve elektrolit sızıntısı gibi stres parametreleri incelendiğinde priming uygulaması gören tohumların daha az stresten etkilendiği görülmüştür. Prolin antosiyanin gibi ozmo regüle edici savunma moleküllerinin priming uygulaması

görenlerde birikimi ve antioksidan enzim sisteminin iyileştirilmesi, bitkilerde tuzun zararlı etkilerine karşı daha fazla adapte olabildiğinin göstergesidir (Şahin vd., 2014).

Çörek otunda (*Nigella sativa*) yapılan çalışmada 25 °C sıcaklıkta su, KNO₃, CaCl₂, NaCl, ZnSO₄ ve CuSO₄ ile 24 saat boyunca çörek otu tohumlarına priming uygulaması yapılmış ve çörek otunun çimlenme sırasında tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmada uygulanan tüm priming ajanları etkili olmuştur. Ancak NaCl ile priming uygulaması yapılan tohumların çimlenme performansı diğer uygulamalara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu için tuzluluğa karşı daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Gholami vd., 2015).

Muhammed vd., (2015) 7 farklı buğday çeşidinde (Bakhtawar-92, Fakhar-e-Sarhad, Khyber-87, Bhakar-2002, Pirsabak-2005, Nasir-2000 ve Uqab-2000) yaptıkları halopriming uygulamasında NaCl'in buğday çeşitleri üzerinde tuza toleransı arttırmada etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Şentürk ve Sivritepe (2016)'nin Bolero bezelye (*Pisum sativum*) tohumlarına yaptıkları çalışmada bezelye tohumlarını deneyin ilk aşamasında 60 °C'de 5 gün süre bırakarak tohumlara yaşlanma uygulaması yapmışlardır. Daha sonra deneyin ikinci aşamasında bezelye tohumlarına (yaşlandırma uygulanmış ve uygulanmamış) 150 mM NaCl ile priming uygulaması yapılmış ve ardından 20 °C'de 50 saat boyunca tohumları orijinal nemine geriye kurutmuşlardır. Kurutma işlemi sonrasında uygulama yapılan ve yapılmayan tohumlar toprağa ekilmiş ve farklı tuz seviyelerinde (0.3, 2, 4, 6 ve 8 dS m⁻¹ NaCl) çözeltiler ile sulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre artan tuzluluk seviyeleri yüksek ve düşük canlılıktaki tohumlardan gelişen fideleri olumsuz yönde etkilemişlerdir. Ancak tohumlara NaCl ile priming uygulaması yapılması tuzluluğun bezelye fidelerinde meydana getirdiği zararlanmaları azalttığını tespit etmişlerdir. Priming uygulaması yapılmış olan tohum grubunda çimlenme indeksi, fide güç indeksi, toplam fide çıkışı, klorofil içeriği, yaprak su içeriği, fide boyu ve kuru ağırlığı diğer gruplara göre daha yüksek olarak bulunmuş ve priming uygulaması ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır.

Kumari vd. (2017), mısır (*Zea mays*) tohumlarında yaptıkları çalışmada hidro, halo ve hormonal priming olmak üzere üç farklı priming tekniği kullanmışlardır. Çalışmada kontrol, distile su ile hidropriming, 100 ppm GA₃, salisilik asit ve askorbik asit ile hormonal priming ve %1'lik KNO₃ ve CaCl₂ ile halopriming uygulama grupları

kullanılmıştır. Tohumlar 12 saat priming uygulamasına tabi tutulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre tüm priming uygulamaları kontrol grubu ile kıyaslandığında çimlenme yüzdesi (%), çimlenme indeksi (Çİ), ilk çıkış, fide boyu (cm), fide yaş ve kuru ağırlığı (g) ve canlılık indeksleri bakımından daha yüksek sonuçlar verdiği ve priming uygulamasının uygun maliyetli, ekonomik, toksik olmayan çevre dostu bir uygulama olduğu ile tohumların fide yapısını, büyümesinin iyileştirmeye yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır.

Ziaf vd. (2017), lahana tohumlarında yaptığı çalışmada tohumlara 5 farklı tuz (NaCl, KNO₃, KH₂PO₄, KCl ve CaNO₃) ve su ile karanlık ortamda 24 ± 1 °C’de 2 saat priming uygulaması yapılmıştır. Hem priming uygulaması yapılan hem de yapılmayan tohumlar 5 farklı tuz dozu (0, 50, 100, 150 ve 200 mM) ile sulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre normal ve tuzlu koşullar altında lahana tohumlarının gelişimini arttırmak amacıyla yapılan tüm priming uygulamalarının tohum gelişimi üzerine olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir.

Biswas vd. (2018), bezelyede (*Cajanus cajan*) yaptığı çalışmada tohumlara halopriming uygulamış ve sonrasında tohumları tuz stresi ortamına ekmişlerdir. 21 günün sonunda bitki dokularında metabolitler ekstre edilerek GC-MS ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak, NaCl uygulanan stres ortamında halopriming uygulaması yapılan tohumlarda bitkide strese karşı üretilen metabolit miktarı uygulama görmemiş tohumlara göre daha az miktarda bulunmuştur. Tohumlara halopriming uygulamasının NaCl ile tuz stresinden etkilenme derecesini azalttığı sonucuna varılmıştır.

Buğdayda (*Triticum aestivum*) yapılan bir çalışmada tuza toleranslı olan Kharchia 65 ile tuza hassas olan PI94341 çeşidi buğday tohumları kullanılmıştır. Çalışmada her iki çeşidin tohumlarında 50 mM NaCl ve KNO₃ ile halopriming ve hidropriming uygulaması yapılmış, ardından 20 dS m⁻¹ NaCl olan çimlendirme ortamına ekilmiştir. Her iki çeşitte de tuzlu koşullar altında priming uygulaması yapılan tohumlar yapılmayan tohumlarla kıyaslandığında, priming yapılan tohumlarda çimlenme yüzdesi ile çimlenme indeksinin arttığı ve ortalama çimlenme süresinin kısaldığı görülmüştür. NaCl ve KNO₃ ile halopriming ve hidropriming uygulamalarının hepsi de tohumun oluşumunu iyileştirmiş ve buğdayın fizyolojik özelliklerini tetikleyerek tuz stresinin zararlı etkilerini etkili bir şekilde ortadan kaldırmıştır (Saddiq vd., 2018).

Youssef vd. (2020), Hasawi çeltik (*Orzya sativa*) çeşidi tohumlarına su ile hidropriming ve 50 mM NaCl ile halopriming uygulamasının tuzluluk koşullarında çimlenme performansını ve erken fide çıkışını arttırdığını görmüşlerdir. Ekim öncesi priming uygulamasının, membran lipid içeriğini artırarak, membran hasarını azaltarak, membran stabilitesini ve bütünlüğünü korumada etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Tuzlu koşullarda halopriming (NaCl) uygulaması gören fidelerde uygulama görmeyenlere göre fenolik bileşikler, toplam çözünür şeker ve prolin birikimi daha fazla olduğunu ve çimlenme ile erken çıkışta halopriming uygulamasının etkili olduğunu tespit etmişlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Eylül 2021 - Haziran 2022 döneminde Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi SARGEM Tohum Teknolojisi Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

3.1. Materyal

Bu yapılan araştırmada 'Mohican' ve 'Libellule' şeker pancarı (*Beta vulgaris*) çeşitlerinin tohumları kullanılmıştır. Konya'daki Beta Ziraat ve Ticaret A.Ş. firmasından şeker pancarı tohumları temin edilmiştir. Temin edilen tohumlar uygulama yapılana kadar cam kavanozlar içerisinde hava almayacak şekilde kapatılarak, buzdolabında 3 ± 1 °C'de muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan şeker pancarı tohumlarına ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Mohican: Kök verimi çok yüksek, şeker verimi orta olan bir çeşittir. Rhizomania'ya yüksek seviyede dayanıklılık göstermektedir. Cercospora ve küllemeye karşı da yüksek seviyede toleranslıdır. Kök tipi (N) diploid şeker pancarı çeşididir.

Libellule: Verim ve şeker performansı dengeli olan bir çeşittir. Rhizomana'ya yüksek seviyede dayanıklı, Cercospora'ya toleranslıdır. Kök tipi (NZ) diploid şeker pancarı çeşididir.

Tohumun ekim öncesi priming uygulamasında Prof. Dr. Hüseyin Özkan SİVRİTEPE'nin geliştirmiş olduğu priming sistemi kullanılmıştır. Priming uygulamalarını müteakiben gerçekleştirilen geriye orijinal nemine kurutma işlemleri için hava akımı gerçekleştiren pervaneli ve ısıyı ayarlanabilir Nüve ES120 marka iklim dolabı kullanılmıştır. Ayrıca tohumun sahip olduğu nem kapsamının, bin tohum ağırlığının ve fide kuru ağırlığının tayininde Nüve EN120 model etüv ile Precisa BJ 100M model hassas terazi kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumların Nem Kapsamının Belirlenmesi

Şeker pancarı tohumlarının nem kapsamının belirlenmesi, Yüksek Sabit Sıcaklıktaki Fırın Yöntemi kullanılarak, Uluslararası Tohum Test Birliği (International Seed Testing Association; ISTA) Kuralları'na göre yapılmıştır (ISTA, 2021). Kurutma yapılacak kaplar için 7 cm çapına sahip petri kabı kullanılmıştır. Petri kaplarına etiket yazıldıktan sonra içleri boş olarak tartılmıştır. Daha sonra iyi bir şekilde karıştırılıp homojen hale getirilen tohum popülasyonundan 5.0 g'lık iki tekerrür alınarak tartılmış

ve petri kaplarına konulmuştur, ardından petri kaplarının kapakları kapatılmış ve popülasyondan alınan tohumlar ile birlikte tekrar tartılmıştır. Önceden sıcaklığı $130\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanan etüv içerisine, petri kapları kapakları açık olacak şekilde yerleştirilerek 1 saat tutulmuştur. Bu sürenin sonunda etüvün içerisinden alınan petri kaplarının kapakları kapatılarak içerisinde silika jel olan desikatör içerisinde oda sıcaklığına gelene kadar soğumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına gelen petri kapları, içerisinde bulunan tohumlar ile tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda yer alan nem kapsamı formülüne göre değerlendirilmiştir (ISTA, 2021):

$$\text{Tohumun Nem Kapsamı (\%)} = [(M2 - M3) / (M2 - M1)] \times 100$$

M1 = Boş petri kabı ve kapak ağırlığı (g)

M2 = Uygulama öncesi tohum ağırlığı + Boş petri kabı ve kapak ağırlığı (g)

M3 = Uygulama sonrası tohum ağırlığı + Boş petri kabı ve kapak ağırlığı (g)

Tohum nem kapsamında belirlenen sonuçlara göre iki tekerrür arasındaki farkın %0.2'den büyük olmamasına dikkat edilmiştir. Farkın %0.2'den büyük olması durumunda tohum nem kapsamı tayini tekrarlanmıştır. Çalışmada kullanılan şeker pancarı tohumlarının orijinal nem kapsamları; Mohican %7.7 ve Libellule %8.3 olarak belirlenmiştir.

Priming uygulaması sonrasında tohumların ulaştıkları son nem kapsamları aşağıda yer alan formülden yararlanarak 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. Tohumlarda 1000 Tohum Ağırlığının Belirlenmesi

Şeker pancarı tohumlarında 1000 tohum ağırlığı belirlenmesi International Seed Testing Association (ISTA) kurallarına uygun şekilde gerçekleştirilmiştir (ISTA, 2021). Tohum popülasyonlarının her birinden 8 tekerrür alınmış ve her tekerrürde 100 tohum olacak şekilde sayılmış ve her tekerrürde yer alan tohumlar 0.0001 g hassasiyete sahip terazide (Precisa BJ 100M) tartılmıştır. Elde edilen sekiz tartım değerinin ortalaması alınıp 10 ile çarpılarak 1000 tohum ağırlığı gram olarak belirlenmiştir.

Daha sonra, aşağıda verilen formüle göre; varyans, standart sapma ve varyasyon katsayısı belirlenmiştir (ISTA, 2021).

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

$$s^2 = \text{Varyans}$$

$$x = \text{Her tekerrürdeki tohumların ağırlığı (g)}$$

$$n = \text{Tekerrür sayısı}$$

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

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

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

Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen varyasyon katsayısı 4.0'dan büyük değilse, sonuçların kabul edilebilir olduğu, testin tekrarına gerek olmadığı ve hesaplanan değerlerin kullanılmasında bir sakınca olmadığına karar verilmiştir.

3.2.3 Priming Uygulamaları

'Mohican' ve 'Libellule' şeker pancarı tohumlarına farklı konsantrasyonlarda NaCl (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) uygulanmıştır (Ek 2 ve 3). Priming uygulamasında Prof. Dr. Hüseyin Özkan SİVRİTEPE tarafından geliştirilen priming düzeneği kullanılmıştır. Uygulama sırasında kullanılan bütün materyal 80 °C sıcaklığa maruz bırakılıp ardından %70'lik alkolden geçirilmiştir.

Ön deneme olarak adlandırılan denemede kullanılan priming solüsyonları ilk olarak farklı konsantrasyonlarda NaCl (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) hazırlanmıştır. Priming uygulaması yapılacak tüplerin her birinin içerisine farklı konsantrasyonda NaCl konulmuştur. Ardından tüplerin içerisine denemede kullanılacak tohum

popölasyonundan alınan 3 g tohum tartılarak konulmuştur. Daha sonra tüpler sıcaklığı ayarlanabilen iklim dolabı (Nüve ES120) içerisine 16 ± 1 °C'ye konulmuş ve tüpler kapak ile kapatılmıştır. İklim dolabı içerisinde 16 ± 1 °C'de farklı NaCl konsantrasyonlarında olan tüpler 24 saat boyunca hava sirkölasyonuna tabi tutulmuştur.

Priming uygulamasının ardından tüplerden çıkarılan tohumlar, süzgeç ile süzölmüş ardından 3 dakika saf su ile yıkanmış, etkili madde uzaklaştırılmış ve kurutma uygulamalarına alınmıştır. Kurutma uygulaması için, havayı sirköle edebilen fanlı ve sıcaklığı ayarlanabilir Nüve ES120 markalı iklim dolabında 25 °C'de tohumlar önce yüzeysel kurumaya bırakılmıştır. Priming sonrası ulaşılan nem kapsamını hesaplamak üzere yüzey kuru ağırlıkları not edilmiş ardından tohumlar, tekrar iklim dolabına konularak orijinal nem kapsamına kadar kurutulmuştur. Orijinal nem kapsamına gelen tohumlar, çimlendirme testine alınmıştır. Uygulama yapılmamış tohum grubu kontrol olarak alınmıştır.

Ön uygulamalardan elde edilen sonuçlara göre, asıl denemede yapılan priming uygulamalarında, tüplerin içerisine 250 mM NaCl çözeltisinden 140 mL konulmuştur. Ardından deneyde kullanılan tohum popölasyonundan 7 g tohum tartılarak tüp içerisine konulmuştur. Daha sonra 16 ± 1 °C'ye ayarlanmış iklim dolabına tüpler konularak, 24 saat boyunca tüp içerisinde hava sirkölasyonu yapılmıştır.

Priming uygulaması sonrası tohumlar 3 dakika süreyle akan çeşme suyu altında yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra tohumlar 25 ± 1 °C'ye ayarlanmış iklim dolabı içerisinde yüzeysel olarak kurutulmuş (YK) ve daha sonra tohumlar iki gruba ayrılarak ikinci grup orijinal nem kapsamına ulaşınca kadar geriye kurutulmuştur (GK). Herhangi bir uygulama yapılmamış tohumlar kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

Daha sonra YK, GK ve kontrol grubu tohumlar, tekerrürlerin her biri 25 tohum içerecek şekilde 8 tekerrürlü olarak NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına sahip (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) çözelti ile sulanarak çimlendirme testine tabi tutulmuştur.

3.2.4. Priming Sonrası Kurutma Uygulamaları

Priming uygulaması sonucunda nem kapsamı artmış olan şeker pancarı tohumları çimlendirme testlerine alınabilmeleri için, uygulamaların ardından sıcaklığı ayarlanabilir ve hava sirkülasyonu sağlayan fanlı bir iklim dolabında (Nüve ES120) $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de yüzeysel olarak kurutmanın (yaklaşık 15 dakika) yanı sıra orijinal nem kapsamına ulaşmaya kadar (yaklaşık 24 saat) kurutulmuşlardır.

3.2.5. Çimlendirme Testleri

Çimlendirme testi ISTA Kuralları'na uygun olacak şekilde yapılmıştır (ISTA, 2021). Priming sonrası yıkanan ve yüzeysel olarak kuru hale getirilmiş her bir çalışma grubuna ait 200 tohum, sekiz tekrür ve her bir tekrürde 25 adet tohum olacak şekilde hazırlanmış ve nemli kâğıt havluların arasına yerleştirilmişlerdir.

Çimlendirme testleri $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de çalışan iklim dolabında (Nüve TK252) 16 saatlik fotoperiyot uygulamasına maruz bırakılarak yapılmış ve iklim dolabının her rafının aynı düzeyde aydınlanabilir olmasına dikkat edilmiştir. Her gün sayım yapılmış ve çimlenmiş olan tohumlar kaydedilmiştir.

Çimlendirme testleri; özellikle yüksek NaCl konsantrasyonlarına maruz bırakılmış fideler 14 gün boyunca takip edilmiştir. Radikulası testadan çıkıp, düzenli bir gelişme göstererek primer kök oluşturan; radikulanın testadan çıkışının ardından hipokotil ve kotiledonlarının gelişimini düzgün şekilde sağlayan fideler normal çimlenme olarak alınmıştır. Kök ve sürgün bölgelerinde farklı şekillerde kusurlu ya da eksik gelişim meydana gelen fideler ise anormal fide olarak tanımlanmıştır. Her hangi bir kök çıkışı göstermeyen tohumlar 14 günün sonunda ölü tohum olarak değerlendirilmiştir. Normal ve anormal çimlenen tohumların toplamı toplam çimlenme olarak değerlendirilmiştir (ISTA, 2021).

Bu çalışmanın hesaplamalarında normal çimlenme oranı (NÇO) kullanılmıştır. Her tekrüre ait normal çimlenmiş tohum sayısı dikkate alınarak yüzde olarak değerlendirmeler yapılmıştır.

3.2.6. Ortalama Çimlenme Süresi

Şeker pancarı tohumlarının tabi tutulduğu çimlendirme testinde, 14 gün süresince çimlenen tohumlar her gün sayılmış ve elde edilen sonuçlar Ellis ve Roberts (1981) tarafından geliştirilen ve aşağıda yer alan formülden yararlanılarak değerlendirilmiştir

ve bu şekilde tohumların sahip olduğu güç ile ilgili analitik değerlendirmeler yapabilmek için ortalama çimlenme süreleri hesaplanmıştır.

$$O\check{S} = \sum D_n / \sum n$$

OÇS: Ortalama çimlenme süresi (gün)

n: D gününde çimlenen tohumların sayısı

D: Toplam çimlendirme testinin günü

3.2.7. Çimlenme İndeksi

Çalışmaya alınan şeker pancarı tohumlarına priming uygulaması ve ardından yapılan kurutma uygulamalarına bağlı olarak ortaya çıkan tohumun performans değişiminin karşılaştırılması aşağıda yer alan “Çimlenme İndeksi” (Çİ) formülünden faydalanılarak yapılmıştır (Alvarado vd.,1987).

$$\check{I} = \sum (n / d)$$

Çİ: Çimlenme indeksi

n: d gününde normal çimlenen tohum sayısı

d: Çimlendirme testinde başından itibaren sayılmış günler

3.2.8. Fide Kuru Ağırlığı

Priming+YK, priming+GK ve kontrol tohum grupları çimlendirme testlerine alınmış ve sonuçta gelişen normal fidelerin tümü fide kuru ağırlığına dâhil edilmiştir.

Çimlendirme testinin her bir tekerrüründen elde edilen normal fideler, kese kâğıtlarına alınmış ve 70±1°C sıcaklıkta çalışan etüvde 48 saat süresince kurumaya bırakılmıştır. 48 saatin sonunda kurumuş fideler tartılarak kuru ağırlıklar (mg) olarak kayıt edilmiştir. Elde edilen kuru ağırlık hesaplamalarında, fide başına düşen toplam ağırlık belirlenmiştir.

3.2.9. Fide Güç İndeksi

Pirring+YK, priming+GK ve kontrol grubu tohumlarının 14 gün çimlendirme testi sonunda elde edilen fide kuru ağırlık değerleri (mg) ve çalışmada yapılan çimlendirme testlerinde hesaplanan ortalama çimlenme süresi (gün) kullanılarak aşağıda yer alan Butola ve Badola'nın geliştirmiş oldukları (2004) formüle göre hesaplanmıştır.

$$FGİ = FKA / OÇS * 100$$

FGİ: Fide güç indeksi

FKA: Fide başına düşen ortalama kuru ağırlık (mg)

OÇS: Ortalama çimlenme süresi (gün)

3.2.10. Tolerans Oranı

Denemeye alınan şeker pancarı çeşitlerine ait tohumların farklı NaCl konsantrasyonlarına gösterdikleri toleransın karşılaştırılması için, Chandler vd., (1986)'nin geliştirdiği Tolerans Oranı (TO) kullanılmıştır. Tolerans oranı aşağıda yer alan formüle göre; normal çimlenme oranı (%) dikkate alınarak, her bir çeşit ve her bir tuz konsantrasyonu için tek tek hesaplanmıştır. Bu sayede şeker pancarı çeşitleri tuzlu ortamda belirlenen asıl değerleri ile değil, belirlenmiş farklı konsantrasyonda tuza karşı meydana getirdikleri oransal gelişmeleriyle değerlendirilmişlerdir.

$$TO = T_x / T_o$$

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

T_o: NaCl uygulaması yapılmamış tohumların normal çimlenme oranı (%)

3.2.11. Tolerans İndeksi

Denemeye alınan şeker pancarı çeşitlerine ait tohumlara uygulanan NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına karşısında meydana gelen etkiyi gösterebilmek ve şeker pancarı çeşitlerin karşılaştırırken çeşit özelliklerinden dolayı ortaya çıkabilecek gelişim farklılıklarını ortadan kaldırıp, sadece çeşidin tuza karşı olan performanslarını karşılaştırabilmek için, La Rosa vd., (1989)'ın geliştirmiş oldukları Tolerans İndeksi (Tİ) kullanılmıştır. Tolerans İndeksi, normal çimlenme oranı (%) dikkate alınarak aşağıda verilen formüle göre her bir çeşit için tek tek hesaplanmıştır.

$$Tİ = \sum [x (Tx / To)100] + 100$$

n: 6

x: 0, 2.92, 5.84, 8.76, 11.68 ve 14.61 g NaCl / L

Tx: “x g NaCl / L” uygulanan tohum gruplarında normal çimlenme oranı (%)

To: NaCl uygulanmamış tohum gruplarında normal çimlenme oranı(%)

3.2.12. Verilerin Değerlendirilmesi

Normal çimlenen fidelerin yüzdeleri ilk olarak arcsin transformasyonu yapılarak derece değerlerine çevrilmiş ve ayrıca elde edilen ortalama çimlenme süresi, fide güç indeksi, tolerans oranı ve tolerans indeksi parametrelerinde alınan sonuçların varyans analizleri JMP 16.0 Pro bilgisayar programında gerçekleştirilmiştir. Çalışma, tesadüf parsellerinde iki faktörlü faktöriyel deneme desenine göre yapılmıştır. Ortalamalar arasında meydana gelen farklılıklar ise JMP 16.0 Pro bilgisayar programı kullanılarak, 0.05 önemlilik düzeyinde LSD Testi ile ölçülmüştür.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Priming Uygulaması İçin En Uygun NaCl Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerinin tohumları kullanılarak NaCl'ün farklı konsantrasyonları (0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM) ile 24 saat gerçekleştirilen priming uygulamasının tohum nem kapsamı, NÇO, OÇS ve Çİ parametreleri bakımından tohumun performansı üzerinde meydana gelen etkiler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Şeker pancarı tohumları farklı dozlarda priming uygulaması sonrasında yapılan çimlendirme testlerinde; Libellule ve Mohican çeşitlerinde, NÇO, OÇS ve Çİ meydana gelen farklılıklar çeşit, priming dozu ve çeşit x priming dozu interaksyonu bakımından istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$).

Genel olarak her bir şeker pancarı çeşidinde de NaCl ile gerçekleştirilen priming uygulaması NÇO'nda bazı değişiklikler görülmüştür. NÇO'da görülen bu değişiklik istatistiksel açısından önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Libellule çeşidinin hiç uygulamaya tabi tutulmamış olan kontrol grubu tohumlarında NÇO %95.5 olarak belirlenirken NaCl ile yapılan priming uygulamasında; 0 mM'da %98, 50 mM'da %97, 100 mM'da %93.5, 150 mM'da %98, 200 mM'da %99, 250 mM'da %94.5 ve 300 mM'da %96.5 olarak belirlenmiştir.

Mohican çeşidinin sonuçları, Libellule çeşidine benzer şekilde meydana gelmiş ve NaCl ile yapılan priming uygulaması sonrasında tohum canlılığında meydana gelen değişimler istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Kontrol grubu tohumlarda NÇO %91 olarak belirlenirken NaCl ile yapılan priming uygulamasında; 0 mM'da %96.5, 50 mM'da %95.5, 100 mM'da %93, 150 mM'da %94, 200 mM'da %95, 250 mM'da %93.5 ve 300 mM'da %85.5 olarak belirlenmiştir.

Priming uygulaması OÇS bakımından değerlendirildiğinde; NÇO'da görülen priming uygulaması etkisi OÇS'de de görülmüş ve değerlerde bazı değişiklikler meydana gelmiştir. Libellule ve Mohican çeşitlerinde OÇS bakımından değişen priming dozunun etkisiyle meydana gelen farklılık, çeşit, priming dozu ve çeşit x priming dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Şeker pancarı

tohumlarının her bir çeşidinde OÇS bakımından farklı konsantrasyonlarda NaCl çözeltileri ile yapılan priming uygulamasının OÇS'ni kısalttığı tespit edilmiştir.

Libellule çeşidinin kontrol grubu tohumlarında 4.2 gün olan OÇS; 0 mM'da 3.2, 50 mM'da 3.3, 100 mM'da 3.7, 150 mM'da 3.1, 200 mM'da 3.2, 250 mM'da 3.9 ve 300 mM'da 3.8 gün olarak belirlenmiştir. Mohican çeşidi tohumlarda ise OÇS Libellule çeşidinde olduğu gibi azalmış ve kontrol grubu tohumlarında 4.3 gün olan OÇS; 0 mM'da 4.1, 50 mM'da 4, 100 mM'da 3.7, 150 mM'da 3.5, 200 mM'da 3.7, 250 mM'da 3.8 ve 300 mM'da 3.9 gün olarak belirlenmiştir.

Tohumlarda diğer bir güç parametresi olan Çİ değerlerinde, her iki çeşidin tohumlarında da priming uygulamasının farklı dozlarının meydana getirdiği bazı değişiklikler görülmüştür. Tohumun gücünde meydana gelen bu farklılıklar her iki çeşit için de, çeşit, priming dozu ve çeşit x priming dozu interaksyonu istatistiksel anlamda önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$).

Libellule çeşidinde kontrol grubunun tohumlarında Çİ değeri 47.2 iken, 0 mM'da 62.9, 50 mM'da 60.7, 100 mM'da 54, 150 mM'da 63.2, 200 mM'da 63.7, 250 mM'da 50.8 ve 300 mM'da 52.2 olarak belirlenmiştir. Mohican çeşidinde kontrol grubu tohumlarda Çİ değeri 44.9 iken, 0 mM'da 49.3, 50 mM'da 48.7, 100 mM'da 52.7, 150 mM'da 55, 200 mM'da 53.9, 250 mM'da 50.7 ve 300 mM'da 45.3 olarak belirlenmiştir. Her iki çeşidin tohumlarında da 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM NaCl kullanılarak yapılan tüm priming uygulamalarının tohumda önemli güç parametresi olan Çİ değerini arttırdığı görülmüştür.

Libellule ve Mohican çeşitlerine ait tohumların farklı konsantrasyondaki NaCl çözeltileri ile gerçekleştirilen priming sonucu elde edilen NÇO, OÇS ve Çİ parametreleri göz önünde bulundurularak, her iki çeşit için de kabul edilebilecek en uygun priming dozunun 250 mM NaCl konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Libellule ve Mohican çeşitlerinin tohumlarında farklı NaCl çözeltileri ile yapılan priming uygulamalarının tohum nem kapsamı, NÇO, OÇS ve Çİ üzerine etkileri.

Çeşit	Priming Dozu (mM)	Priming Sonrası Tohum Nem Kapsamı (%)	NÇO (%)	OÇS (gün)	Çİ
Libellule	Kontrol	8.0	95.5 def ^a	4.2 ab	47.2 fgh
	0	24.5	98.0 ab	3.2 h	62.9 a
	50	25.3	97.0 bcd	3.3 gh	60.7 a
	100	25.3	93.5 fg	3.7 def	54.0 bc
	150	23.4	98.0 bc	3.1 h	63.2 a
	200	22.7	99.0 a	3.2 h	63.7 a
	250	21.7	94.5 def	3.9 bcde	50.8 cdef
	300	22.1	96.5 cde	3.8 cde	52.2 bcde
Mohican	Kontrol	8.2	91.0 g	4.3 a	44.9 h
	0	20.1	96.5 bcde	4.1 abc	49.3 def
	50	23.0	95.5 def	4.0 abc	48.7 efg
	100	21.2	93.0 fg	3.7 def	52.7 bcd
	150	20.1	94.0 efg	3.5 fg	55.0 b
	200	21.1	95.0 def	3.7 ef	53.9 bc
	250	21.7	93.5 fg	3.8 cde	50.7 cdef
	300	22.5	85.5 h	3.9 bcd	45.3 gh
Çeşit (A)			*	*	*
Priming Dozu (B)			*	*	*
A x B			*	*	*

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

* 0.05 seviyesinde önemli farklılık

4.2. Şeker Pancarı Tohumlarında Priming Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri

Libellule ve Mohican çeşidi şeker pancarı tohumlarının tuza toleransının ve priming uygulamasının tuza toleransın artırılmasına olan etkilerini belirlemek amacıyla, uygulama sonrasında tohumlarının tabi tutulduğu çimlendirme testleri sonucunda; NÇO, OÇS, Çİ, FGI, TO ve Tİ parametreleri değerlendirilmiştir.

4.2.1. Normal Çimlenme Oranı, Ortalama Çimlenme Süresi, Çimlenme İndeksi ve Fide Güç İndeksi

Libellule şeker pancarı çeşidinin tohumlarında kontrol, tohumlara 250 mM NaCl ile priming uygulamasının ardından yüzeysel kurutma (YK) uygulaması ve tohumlara 250 mM NaCl ile priming uygulamasının ardından orijinal nem kapsamına kadar geriye kurutma (GK) uygulaması ile sulama suyu olarak kullanılan farklı NaCl konsantrasyonlarına (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) sahip çözeltilerin NÇO, OÇS, Çİ ve FGİ üzerine etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Libellule çeşidi tohumlarda farklı priming uygulamalarının sonrasında yapılan çimlendirme testi sonuçlarına göre; NÇO, OÇS, Çİ ve FGİ bakımından uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Kontrol grubunun tohumlarında (0 mM’da) %89.5 olarak belirlenen NÇO, 50 mM’da %94.5 olarak yükselmiş ve tespit edilen bu artış istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). 50 mM’de %94.5 tespit edilen NÇO ile 100 mM’de %93 olarak tespit edilen normal çimlenme oranı arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). NaCl dozu arttırıldığında normal çimlenme oranı 150 mM’de %90.5’e düşmüş ve 50, 100 mM ile istatistiksel açıdan bir fark meydana gelmiş ve bu fark önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$). 200 mM’de %88 olarak belirlenen normal çimlenme oranının 150 mM ile arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Ancak NaCl dozu 250 mM’e arttırıldığında normal çimlenme oranında %74.5’a kadar azalma meydana gelmiş ve bu azalmanın oluşturduğu fark istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$).

Priming ve ardından yüzeysel kurutma uygulaması yapılan (P+YK) tohumlarda; 0 mM’de %96 ve 50 mM’de %94.5 olarak tespit edilen NÇO arasında istatistiksel açıdan fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). 100 mM’de %96.5 olarak belirlenen NÇO’nın, 0 mM ile arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı ($P>0.05$) tespit edilirken, 50 mM ile arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). 150 mM’de 93.5 olarak belirlenen NÇO’nın 50 mM ile arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı ($P>0.05$) belirlenirken, 100 mM ile arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle NÇO’nın, 200 mM’de 86.5’a ve 250 mM’de %82’ye düştüğü ve canlılıkta meydana gelen bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Priming ve ardından orijinal nemine geriye kurutulmuş (P+GK) tohumlara bakıldığında; 0 mM'de %94.5 olarak belirlenen NÇO 50 mM'de 96.5'a yükselmiş ve bu yükselme ile oluşan fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). 100 mM'de 93.5'e düşen NÇO'nın, 0 mM ile arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı ($P>0.05$) tespit edilirken, 50 mM ile arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). NÇO 150 mM'de %90'a düşmüş ve bu düşüş istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ancak 200 mM'de %88 olan NÇO ile 150 mM arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir ($P<0.05$). NaCl dozu artırıldığında normal çimlenme oranı 250 mM'de %80.5'e düşmüş ve bu düşüş ile oluşan fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

OÇS açısından yapılan incelemelerde; kontrol grubu tohumlarda, 0 mM NaCl ile yapılan çimlendirme testlerinde OÇS 4.8 gün olarak tespit edilmiş ve 50 mM'de 4.7 gün olarak belirlenmiştir. Bu iki uygulama grubu arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). OÇS'nin artan konsantrasyonların etkisiyle 100 mM'de 5.1, 150 mM'de 5.9, 200 mM'de 6.9 ve 250 mM'de 9.4 güne kadar uzadığı ve meydana gelen bu farklılığın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

P+YK uygulama grubu tohumlarda OÇS, 0 mM'de 3.9 güne kadar kısalmış ve 50 mM'de 4 gün olarak belirlenen OÇS ile arasında istatistiksel açıdan önemli bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). 100 mM'de 4.3 gün olarak tespit edilen OÇS'nin 50 mM ile arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak artan konsantrasyonun etkisiyle OÇS, 150 mM'de 5 gün, 200 mM'de 6.7 gün ve 250 mM'de 8.3 güne kadar uzadığı belirlenmiş ve artışların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

P+GK uygulaması yapılan tohumlarda ise OÇS, 0 mM'de 4.2 gün ve 50 mM'de 4.2 gün olarak tespit edilmiş ve iki süre arasında istatistiksel açıdan önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Ancak artan konsantrasyonun etkisiyle OÇS'nin, 100 mM'de 4.7, 150 mM'de 5.6, 200 mM'de 6.5 ve 250 mM'de 8.4 güne kadar uzadığı belirlenmiş ve bu meydana gelen farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çİ bakımından kontrol grubu tohumlara bakıldığında, 0 mM'de 38.8 olarak tespit edilen Çİ 50 mM'de 41'e yükselmiş ve ortaya çıkan farklılık istatistiksel açıdan önemli olarak belirlenmiştir ($P<0.05$). 100 mM'de 37.2'e düşen Çİ değeri ile 0 mM arasında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı ($P>0.05$) tespit edilirken, 50 mM ile arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Artan konsantrasyon etkisiyle Çİ'nin, 150 mM'de 31.4, 200 mM'de 26.5 ve 250 mM'de 16.4'e kadar azalmasıyla uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık ortaya çıkmıştır ($P<0.05$).

P+YK uygulama grubu tohumlarda Çİ değerinin 0 mM'de 52.5'e kadar yükselmiş ve 50 mM'de 48.1 çıkan Çİ değeri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P<0.05$). 100 mM'de 46.4 çıkan Çİ değeri ile 50 mM'de 48.1 olarak tespit edilen Çİ arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Artan konsantrasyonun etkisiyle Çİ değerlerinde 100 mM'den sonra azalma gözlemlenmiş; bu azalmada 150 mM'de 37.9, 200 mM'de 26.7 ve 250 mM'de 20.4 olarak tespit edilmiş ve azalan Çİ değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli olarak belirlenmiştir ($P<0.05$).

P+GK uygulaması yapılan tohumlarda ise 0 mM'de 46.4 ve 50 mM'de 46.8 olarak tespit edilen Çİ değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Artan konsantrasyonun meydana getirmiş olduğu etkiyle Çİ değerlerinde uygulama dozu arttıkça azalma meydana gelmiş ve çimlenme indeksi değerinde, 100 mM'de 40.4, 150 mM'de 33, 200 mM'de 27.6 ve 250 mM'de 19.8'e kadar azalma meydana gelmiştir. Çİ değerlerinde azalmanın istatistiksel bakımdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Bir diğer parametre FGİ değerlerine bakıldığında, kontrol grubu tohumlarda, 0 mM'de 42.38 ve 50 mM'de 42.07 olarak tespit edilen FGİ değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak artan NaCl konsantrasyonlarının etkisiyle FGİ parametresinde azalma meydana gelmiş ve 100 mM'de 37.44, 150 mM 35.98, 200 mM'de 33.38 ve 250 mM'de 24.49 olan FGİ değerleri arasında istatistiksel bakımdan farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

P+YK uygulama grubu tohumlarında FGİ'ne bakıldığında, 0 mM'de 61.35'e yükselen FGİ önemli düzeyde bir farklılık meydana getirdiği istatistiksel olarak belirlenmiştir ($P<0.05$). Artan konsantrasyonun etkisiyle FGİ değerlerinde azalmalar meydana gelmiş; 50 mM'de 56.77, 100 mM'de 51.21, 150 mM'de 43.78, 200 mM'de 31.26 ve

250 mM’de 25.26 olarak tespit edilmiş ve artan uygulama dozuyla oluşan bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

P+GK uygulamasına tabi tutulan tohumlarda FGI’ne bakıldığında; 0 mM’de 55.15 olarak belirlenmiş ve FGI 50 mM’de 58.98’e yükselmiş ve meydana gelen bu artış istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Artan konsantrasyon miktarının etkisiyle FGI’nde azalmalar meydana gelmiş, 100 mM’de 48.01, 150 mM’de 44.5, 200 mM’de 38.04 ve 250 mM’de 31.68 olarak tespit edilen FGI değerleri arasında oluşan bu farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.2. Libellule çeşidine ait tohumlarda P+YK ve P+GK uygulamalarının tuzlu koşullarda gerçekleşen NÇO, OÇS, Çİ ve FGI üzerine etkileri.

Uygulamalar	NaCl Konsant. (mM)	NÇO (%)	OÇS (gün)	Çİ	FGİ
Kontrol	0	89.5 d	4.8 fg	38.8 de	42.38 h
	50	94.5 c	4.7 g	41.0 c	42.07 h
	100	93.0 c	5.1 e	37.2 e	37.44 ı
	150	90.5 d	5.9 d	31.4 f	35.98 j
	200	88.0 de	6.9 c	26.5 g	33.38 k
	250	74.5 g	9.4 a	16.4 ı	26.49 m
P+YK	0	96.0 ab	3.9 ı	52.5 a	61.35 a
	50	94.5 bc	4.0 h ₁	48.1 b	56.77 c
	100	96.5 a	4.3 h	46.4 b	51.21 e
	150	93.5 c	5.0 ef	37.9 e	43.78 g
	200	86.5 e	6.7 c	26.7 g	31.26 l
	250	82.0 f	8.3 b	20.4 h	25.26 m
P+GK	0	94.5 bc	4.2 h ₁	46.4 b	55.15 d
	50	96.5 a	4.2 h	46.8 b	58.98 b
	100	93.5 c	4.7 fg	40.4 cd	48.01 f
	150	90.0 d	5.6 d	33.0 f	44.50 g
	200	88.0 de	6.5 c	27.6 g	38.04 ı
	250	80.5 f	8.4 b	19.8 h	31.68 l
Uygulamalar (A)		*	*	*	*
NaCl Konsantrasyonları (B)		*	*	*	*
A x B		*	*	*	*

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

* 0.05 seviyesinde önemli farklılık

Mohican şeker pancarı çeşidinin tohumlarında kontrol, tohumlara 250 mM NaCl ile P+YK ve P+GK uygulamaları ile çimlendirme ortamı suyu olarak kullanılan farklı

NaCl konsantrasyonlarına (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) sahip çözeltilerin NÇO, OÇS, Çİ ve FGİ üzerine etkileri Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Mohican çeşidi tohumlarda farklı priming uygulamasının sonrasında yapılan çimlendirme testi sonuçlarına göre, NÇO, OÇS, Çİ ve FGİ bakımından uygulamalar, NaCl konsantrasyonları ve uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksyonu açısından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Kontrol grubuna ait tohumlarda, 0 mM’de %96.5 ve 50 mM’de %94.5 olarak tespit edilen NÇO arasında istatistiksel bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır ($P>0.05$). 100 mM’de %93 ve 150 mM’de %94 olarak tespit edilen NÇO ile 50 mM’de %94.5 olarak tespit edilen NÇO arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). NÇO’nun 200 mM’de %85 ve 250 mM’de %68’e kadar azaldığı ve meydana gelen azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

P+YK uygulama grubu tohumlarda, 0 mM’de %96.5 ve 50 mM’de %97.5 olarak tespit edilen NÇO arasında istatistiksel bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır ($P>0.05$). 100 mM’de %94.5, 150 mM’de %92 ve 200 mM’de %93.5 olarak tespit edilen NÇO arasında meydana gelen farklılıklar istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). 250 mM’de %88 olan NÇO ile diğer konsantrasyonlar arasında oluşan farklılıklar istatistik bakımından önemli olarak belirlenmiştir ($P<0.05$).

P+GK uygulamasına tabi tutulmuş tohumlarda NÇO incelendiğinde, 0 mM’de %97, 100 mm’de %94.5 ve 150 mM’de %95.5 olarak tespit edilen NÇO arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($P>0.05$), NÇO’nda 0 mM’ün diğer uygulamalar ile arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$). 50 mM’de %93.5, 100 mM’de %94.5, 150 mM’de 95.5 ve 200 mM’de 93.5 olarak bulunan NÇO arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). P+GK uygulaması tohum grubunda 250 mM’de en son düştüğü canlılık seviyesi %87.5 olarak belirlenmiş ve bu NÇO değeri istatistiksel açıdan önemli düzeyde bulunmuştur ($P<0.05$).

OÇS bakımından inceleme yapıldığında; kontrol grubu tohumlarda, 0 mM’de 4.1 gün olarak belirlenen OÇS, 50 mM’de 4.5 gün olarak tespit edilmiş, 100 mM’de 5.8 güne kadar OÇS uzamış, konsantrasyonlar arasında meydana gelen bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). 150 mM’de 6.1 gün olarak tespit edilen OÇS ile 100 mM arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). OÇS 200 mM’de 7.3 gün ve 250 mM’de 9.4 güne kadar

uzamış ve bu meydana gelen farklılıkların istatistiksel anlamda önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

P+YK uygulamasına tabi tutulmuş tohum grupları OÇS bakımından incelendiğinde; 0 mM'de 3.6 ve 50 mM'de 3.8 gün olarak tespit edilen OÇS arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Ancak artan konsantrasyonun etkisiyle OÇS'nde uzama meydana gelmiş, 10 mM'de 4.6, 150 mM'de 5.6, 200 mM'de 6.6 ve 250 mM'de 8.7 gün olarak uzayan OÇS arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

P+GK uygulaması tohum gruplarında OÇS'ne baktığımızda, artan konsantrasyon miktarının OÇS'nde uzama meydana getirdiği belirlenmiş ve 0 mM'de 3.8, 50 mM'de 4.1, 100 mM'de 4.6, 150 mM'de 5.4, 200 mM'de 6.5 ve 250 mM'de 8.3 güne kadar uzayan OÇS arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Çİ parametresini incelediğimizde, kontrol grubu tohumlarında, 0 mM'de 49.2, 50 mM'de 43.4 ve 100 mM'de 33.6, olarak belirlenen Çİ değerleri arasındaki farklılık istatistiksel bakımdan önemli olarak tespit edilmiştir ($P<0.05$). 100 mM'de 33.6 Çİ değeri ile 150 mM'de 23.9 olarak belirlenen değer arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz olduğu bulunmuştur ($P>0.05$). Daha sonraki uygulamalarda Çİ ciddi oranda azalmış ve 200 mM'de 23.9, 250 mM'de 14.9 olan Çİ değerlerindeki azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

P+YK uygulaması tohumları Çİ bakımından incelediğimizde, artan NaCl konsantrasyonu Çİ değerinde azalma meydana getirmiş ve 0 mM'de 56.7 değeri ile başlayan Çİ, 250 mM'de 20.8'e kadar azalmıştır. P+YK uygulama grubu tohumlarda Çİ'nde meydana gelen azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

P+GK uygulamasına tabi tutulmuş tohum gruplarına baktığımızda, 0 mM'de 53.5 olan Çİ değeri tohum grubu içerisinde en yüksek değer olarak tespit edilmiş ve artan konsantrasyonun etkisiyle, 50 mM'de 47.4, 100 mM'de 42.7, 150 mM'de 36.4, 200 mM'de 29.8 ve 250 mM'de 21.6'ya kadar Çİ değerlerinde azalma meydana gelmiş ve azalmanın etkisiyle ortaya çıkan farklılık istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$).

Diğer parametre olan FGI'ni incelediğimizde, kontrol grubu tohumlarda, 0 mM'de 48.09 ile başlayan FGI'nde artan konsantrasyonun etkisiyle azalma meydana gelmiş, 50 mM'de 41.04, 100 mM'de 41.04, 150 mM'de 32.37, 200 mM'de 26.64, ve 250

mM’de 23.53 olarak belirlenen değerler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

P+YK uygulamasına tabi tutulan tohum gruplarına bakıldığında 0 mM’de 59.04 ve 50 mM’de 59.74 çıkan FGI arasında istatistiksel bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Artan konsantrasyonun etkisiyle FGI’nde azalma meydana gelmiş, 100 mM’de 51.68, olan FGI değeri 150 mM’de 38.61, 200 mM’de 33.83, 250 mM’de 23.22’e kadar azalmış ve meydana gelen bu azalmanın istatistiksel bakımdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

P+GK uygulama gruplarına ait tohumlarda FGI incelendiğinde, artan NaCl konsantrasyonunun etkisiyle FGI’nde azalma meydana gelmiş ve azalmanın etkisiyle FGI’nde ortaya çıkan farklılık istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$). 0 mM’de 50.73 olan FGI, 50 mM’de 49.39, 100 mM’de 46.22, 150 mM’de 40.56, 200 mM’de 32.94 ve 250 mM’de 27.41 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Mohican çeşidine ait tohumlarda P+YK ve P+GK uygulamalarının tuzlu koşullarda gerçekleşen NÇO, OÇS, Çİ ve FGI üzerine etkileri.

Uygulamalar	NaCl Konsant. (mM)	NÇO (%)	OÇS (gün)	Çİ	FGİ
Kontrol	0	96.5 abc ^a	4.1 j	49.2 c	48.09 d
	50	94.5 cde	4.5 ı	43.4 e	41.04 f
	100	93.0 de	5.8 fg	33.6 g	32.37 ı
	150	94.0 de	6.1 f	32.1 g	30.29 j
	200	85.0 f	7.3 d	23.9 ı	26.64 k
	250	68.0 g	9.4 a	14.9 k	23.53 l
P+YK	0	96.5 ab	3.6 l	56.7 a	59.04 a
	50	97.5 a	3.8 kl	52.6 b	59.74 a
	100	94.5 cde	4.6 ı	43.0 e	51.68 b
	150	92.0 e	5.6 gh	33.9 g	38.61 g
	200	93.5 de	6.6 e	29.1 h	33.83 h
	250	88.0 f	8.7 b	20.8 j	23.22 l
P+GK	0	97.0 abc	3.8 l	53.5 b	50.73 b
	50	93.5 de	4.1 jk	47.4 d	49.39 c
	100	94.5 cde	4.6 ı	42.7 e	46.22 e
	150	95.5 bcd	5.4 h	36.4 f	40.56 f
	200	93.5 de	6.5 e	29.8 h	32.94 hı
	250	87.5 f	8.3 c	21.6 j	27.41 k
Uygulamalar (A)		*	*	*	*
NaCl Konsantrasyonları (B)		*	*	*	*
A x B		*	*	*	*

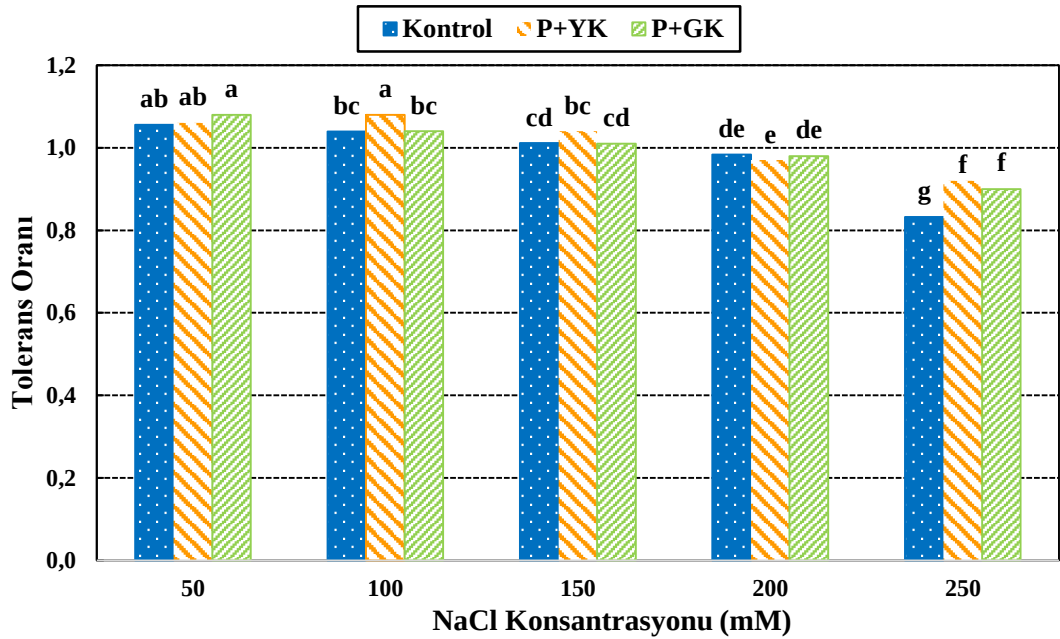
^a Farklı harfler uygulama serileri arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0.05$)

* 0.05 seviyesinde önemli farklılık

4.2.2. Tolerans Oranı

Denemeye alınan Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerine ait tohumların NaCl'ün farklı konsantrasyonlarına göstermiş oldukları toleransın karşılaştırılması amacıyla yapılan çimlendirme testleri sonucunda ortaya çıkan tolerans oranı değerleri Şekil 4.1 ve 4.2 (Ek 2 ve 3)'de gösterilmiştir.

Çimlendirme testleri sonucunda, Libellule çeşidi tohumlarda tolerans oranı bakımından; uygulamalar, NaCl konsantrasyonu ve uygulama x NaCl konsantrasyonu interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.1. Libellule çeşidi şeker pancarı tohumlarına yapılan P+YK ve P+GK uygulamalarının, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.

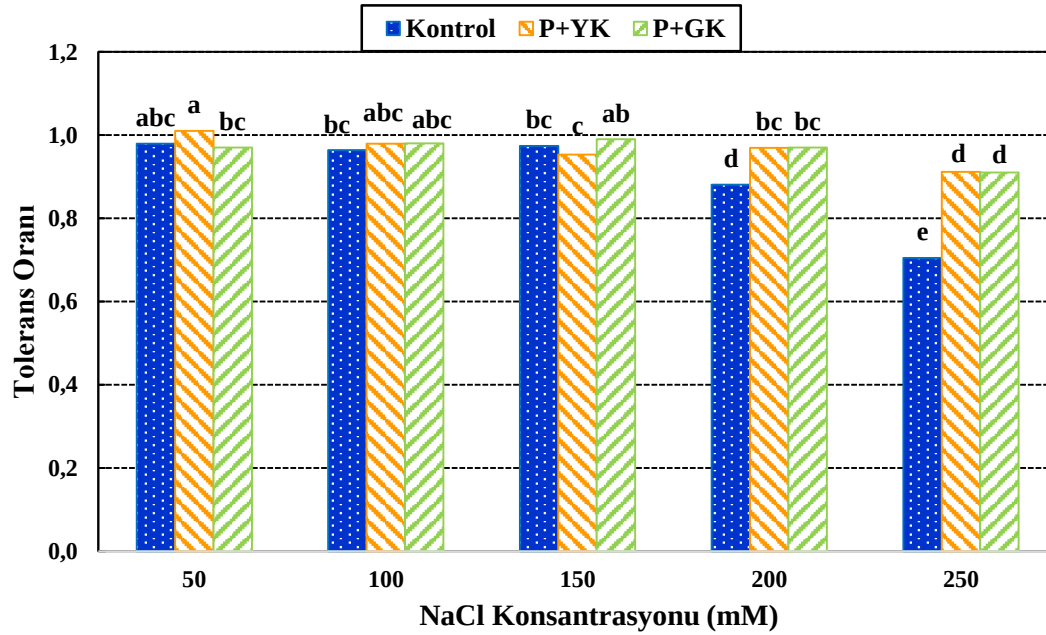
Kontrol grubu tohumlarda başlangıçta 50 mM'de 1.06 tolerans oranı ile 100 mM'de 1.04 olarak belirlenen tolerans oranı arasında istatistiksel bir fark olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). 150 mM'de 1.01 olarak belirlenen tolerans oranı, 100 mM'de 1.04 ve 200 mM'de 0.98 olarak belirlenen tolerans oranları ile arasında oluşan fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). 250 mM'de 0.83 olarak belirlenen tolerans oranı ile diğer konsantrasyonlarda belirlenen tolerans oranları ile arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

P+YK uygulamasına tabi tutulan tohumlar tolerans oranı bakımından incelendiğinde, 50 mM'de 1.06 ve 100 mM'de 1.08 olarak belirlenen tolerans oranları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). 150 mM'de 1.04 olarak belirlenen

tolerans oranı ile 50 mM arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemsiz olarak belirlenmiştir ($P>0.05$). Artan konsantrasyonların etkisiyle tolerans oranında düşme meydana gelmiş, tolerans oranı 200 mM’de 0.97 ve 250 mM’de 0.92’ye kadar düşmüş, oluşan bu farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

P+GK uygulama gruplarına ait tohumlarda tolerans oranı 50 mM’de 1.08 ve 100 mM’de 1.04 olarak bulunmuş, tolerans oranları arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). 150 mM’de 1.01 olarak belirlenen tolerans oranı ile 100 mM’de 1.04 olan tolerans oranı arasındaki fark istatistik bakımından önemli bulunmamıştır ($P<0.05$). 200 mM’de 0.98 olarak tespit edilen tolerans oranı ile 150 mM arasındaki fark istatistik bakımından önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). 250 mM’de 0.9 olarak belirlenen tolerans oranı ile diğer konsantrasyonlar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çimlendirme testleri sonucunda, Mohican çeşidi tohumlarda tolerans oranı açısından; uygulama, NaCl konsantrasyonu ve uygulama x NaCl konsantrasyonu interaksyonu istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).



Şekil 4.2. Mohican çeşidi şeker pancarı tohumlarına yapılan P+YK ve P+GK uygulamalarının, farklı NaCl konsantrasyonlarında tolerans oranı üzerine etkileri.

Kontrol grubu tohumlarda 50 mM NaCl konsantrasyonunda 0.98, 100 mM’de 0.96, 150 mM’de 0.97, 200 mM’de 0.88 ve 250 mM’de 0.7 olarak hesaplanan tolerans

oranları arasında belirlenen farklılıkların istatistiksel açıdan 200 ve 250 mM’de önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

P+YK uygulaması tohumlarında; 50 mM NaCl konsantrasyonunda 1.01 olarak hesaplanan tolerans oranı değerinin, 100 mM’de 0.98 tolerans oranı ile arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). 150 mM’de 0.95 olarak tespit edilen tolerans oranının 100 mM’de 0.98 ve 200 mM’de 0.97 olan tolerans oranları arasında meydana gelen farklılıklar istatistik bakımından önemli olarak belirlenmemiştir ($P>0.05$). 250 mM’de 0.91 olarak tespit edilen tolerans oranının diğer NaCl konsantrasyonları ile arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

P+GK uygulamasına tabi tutulan tohumlarda ise; 50 mM NaCl konsantrasyonunda 0.97, 100 mM’de 0.98, 150 mM’de 0.99, 200 mM’de 0.97 ve 250 mM’de 0.91 olarak hesaplanan tolerans oranları arasında istatistiksel açıdan farklılık sadece 250 mM’de ortaya çıkmıştır ($P<0.05$).

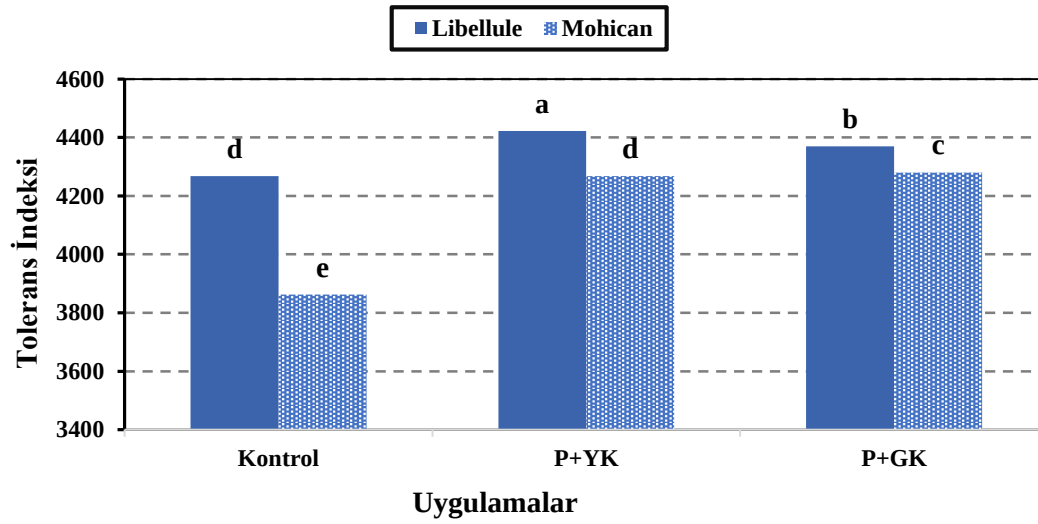
4.2.3. Tolerans İndeksi

Denemeye alınan şeker pancarı çeşitlerine ait tohumların tuza karşı olan performanslarını kıyaslayabilmek için hesaplanan tolerans indeksi değerleri Şekil 4.3 (Ek 2 ve 3)’te gösterilmiştir.

Libellule ve Mohican çeşidi tohumlar ile yapılan çimlendirme testleri sonucunda, tolerans indeksi açısından; uygulamalar, NaCl konsantrasyonu ve uygulamalar x NaCl konsantrasyonları interaksiyonunun etkileri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Libellule şeker pancarı çeşidinde kontrol uygulaması ile 4268 olarak belirlenen tolerans indeksi, Mohican şeker pancarı çeşidinin aynı grubunda 3862.3 olarak tespit edilmiş ve iki çeşit arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Dolayısıyla Libellule çeşidinin tuza tolerans yeteneğinin Mohican çeşidine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. P+YK ve P+GK uygulamaları her iki çeşitte de tuza toleransı arttırmış ve bu artış istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Genel olarak, P+YK ve P+GK uygulamalarından sonra, Libellule çeşidi tohumlarda Mohican çeşidi tohumlara göre kontrol grubunda olduğu gibi daha yüksek tolerans indeksi değerleri gözlenmiş olsa da sözkonusu uygulamaların etkisiyle, Mohican çeşidinde Libellule çeşidine göre tolerans indeksi değerindeki artışın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Libellule şeker pancarı çeşidinde P+YK uygulaması ile

4422.6 olarak en yüksek değerde tespit edilen tolerans indeksi Mohican çeşidinin aynı uygulama grubunda 4268 olarak tespit edilmiştir. Çeşitler arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli olarak bulunmuştur ($P<0.05$). Libellule şeker pancarı çeşidinde P+YK uygulaması etkisiyle artan tolerans indeksi değeri, geriye kurutmanın etkisiyle bir miktar azalmış ve P+GK uygulama grubunda 4370 olarak belirlenmiştir. Mohican çeşidi şeker pancarı tohumlarında ise P+GK uygulamasında 4280.1 olarak belirlenen tolerans indeksi değeri P+YK uygulama grubu tohumlarda 4268 olarak belirlenmiş ve P+GK uygulamasının P+YK uygulamasından daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir.



Şekil 4.3. Libellule ve Mohican çeşidi şeker pancarı tohumlarında NaCl ile yapılan P+YK ve P+GK uygulamalarının tolerans indeksi üzerine etkileri.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerine ait tohumlarda çimlenme ve fide gelişiminin ilk aşamalarında tuza toleransın artırılması, NaCl ile şeker pancarı tohumlarına priming uygulaması (halopriming) için ilk kez uygun bir protokol geliştirmek amacı ile farklı denemeler kurulmuştur. Tohumlara priming uygulaması ve takiben yüzeysel ve orijinal nemine geriye kurutma uygulamaları, tohum nem kapsamalarının belirlenmesi ve çimlendirme testleri yapılarak, tuzlu koşullar altında farklı fizyolojik parametreler ile tohum canlılığı ve gücünde meydana gelen değişimler ile fidenin oluşumu esnasındaki değişimler değerlendirilmiştir.

Tuzlu koşullarda tohumlarda su alım mekanizması ile bitkinin ilerleyen büyüme evrelerindeki su alımı farklıdır. Tohumların su alımı pasif yolla meydana geldiği için tuz stresinin ilk etkisi ozmotik stres olarak oluşurken, tuzun toksik iyon etkisi bitkinin ilerleyen aşamalarında ortaya çıkabilir. Tuzlu ortamda tohumun ilk gelişim aşamasında beslenme noksanlığından söz etmek zordur. Bu sebeple, tohumun ozmotik strese önceden adaptasyon sağlaması bitkinin ilerleyen aşamalarda tuza toleransının artırılmasına katkı sağlamaktadır.

Suyun ozmotik potansiyelini düşüren kimsallardan NaCl'ün kullanımı tohumların tuza adaptasyonunu sağlamakta daha etkili olabilmektedir (Sivritepe vd., 1996). Tuza adaptasyonu bitkide sağlamak amacıyla *in vitro* koşulda tütünde gerçekleştirilen çalışmalarda başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Nabors ve Heyser, 1981; Binzel vd., 1985). Tsukazawa vd. (2011), domates tohumlarına NaCl ile yaptıkları priming uygulamasında tohumların tuza adaptasyonunun sağlanması ile birlikte *Ralstonia solacearum*'a karşı toleransının da arttığını ortaya koymuşlardır.

Tohum aşamasında priming uygulaması kullanılarak tuza toleransın artırılmasında, toksik iyon etkisi sebebiyle bitkinin tür ve çeşidine göre özellikle optimum NaCl konsantrasyonunun belirlenmesi gerekmektedir (Sivritepe vd., 1996).

Bu çalışmada, yapılan birinci denemede her iki çeşidin tohumlarına 0, 50, 100, 150, 200, 250 ve 300 mM NaCl ile 16 °C'de 24 saat priming uygulaması yapılmıştır. Priming sonrası tohumlar yüzeysel olarak kurutulduktan sonra nem kapsamının belirlenmesi için tartılmış ve daha sonra 25 °C'de orijinal nemine kadar geriye kurumaya bırakılmıştır. Orijinal nemine geriye kuruyan tohumlar çimlendirme testine alınmışlardır.

Ön denemede yapılan çimlendirme testlerinin sonuçlarına göre her iki çeşitte de artan NaCl konsantrasyonunu 250 mM'e kadar NÇO'nı arttırmıştır. 300 mM NaCl ile priming uygulaması Mohican çeşidinde NÇO'nı kontrole kıyasla düşürmüştür. Dolayısıyla 300 mM'lık NaCl konsantrasyonunun priming dozu olarak her iki çeşit için de uygun olmadığı belirlenmiştir. Artan konsantrasyonun etkisiyle normal çimlenme oranında meydana gelen bu değişiklikler her iki çeşit için de önemli bulunmuştur ($P<0.05$). OÇS bakımından Libellule çeşidi tohumlarda NaCl konsantrasyonlarına göre farklılık göstermiştir; ancak kontrol grubu tohumlara kıyasla artan priming dozu OÇS'ni kısaltmıştır. Mohican çeşidi tohumlarda da priming dozlarına göre farklılık gösterse de kontrole kıyasla OÇS kısaltmıştır. OÇS'nde meydana gelen değişiklikler önemli olarak tespit edilmiştir ($P<0.05$). Çİ parametresi her iki çeşitte de kontrole kıyasla artmıştır. NaCl ile priming her iki çeşidin tohum canlılığı ve güç parametrelerini arttırıcı yönde etki göstermiştir ve tohumda meydana gelen bu değişiklikler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Priming uygulamasının etkisi ile Libellule ve Mohican çeşitlerinde kontrol grubu tohumlar ile kıyaslandığında tohum gücünün 0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl'de arttığı, 250 mM NaCl konsantrasyonu ile priming uygulaması kontrol ile istatistiksel açıdan farklılık oluşturmayacak seviyede kaldığı ($P>0.05$) ve 300 mM priming dozunda Mohican çeşidi tohumların canlılığında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Farklı NaCl konsantrasyonları ile yapılan priming uygulaması sonucunda alınan NÇO, OÇS ve Çİ parametreleri değerlendirilerek her iki çeşit için de en uygun kabul edilebilecek priming dozunun 250 mM NaCl konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir.

NÇO ve OÇS parametreleri birlikte değerlendirildiğinde, şeker pancarı tohumlarında yapılan priming uygulaması için en uygun protokolün 16 °C sıcaklıkta 24 saat süre ve 250 mM'lık NaCl çözeltisi ile gerçekleştirilen priming uygulaması olduğu tespit edilmiştir.

Priming sonrasında her iki çeşidin tohumlarının ulaştıkları nem kapsamı ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her iki çeşidin de nem kapsamı artan konsantrasyonlara bağlı olarak %20-25 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1).

Ön denemelerde alınan sonuçlarda şeker pancarı tohumları için belirlenen en uygun protokol kullanılarak yapılan asıl denemelerde, her iki çeşidin tohumları 250 mM'lık

NaCl çözeltisinde 16 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle priming uygulamasına tabi tutulmuştur. Priming uygulamasından sonra tohumların bir kısmı yüzeysel olarak (YK), diğer kısmı da orijinal nem kapsamına gelene kadar geriye kurutma (GK) işleminden sonra her hangi bir uygulamaya tabi tutulmamış kontrol grubu tohumlar ile birlikte farklı NaCl konsantrasyonları (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 mM) ile sulanarak çimlendirme testlerine alınmışlardır. Bununla birlikte, çimlendirme testi sürecinde gelişen şeker pancarı fideleri testin son gününde alınarak kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

Çeşitli bitki türleri üzerinde yapılan araştırmalar, tuzluluğun tohumların çimlenme oranında azalmaya ve ortalama çimlenme süresinde artmaya sebep olduğunu ortaya koymaktadır (Şentürk, 2010). Bu çalışmada da artan NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerinde çimlendirme oranının azaldığı ve ortalama çimlenme süresinin arttığı belirlenmiştir.

Bu araştırma sonucunda, Libellule çeşidinde normal çimlenme oranı açısından kontrol grubu tohumlarının tuza tolerans yeteneğini 200 mM NaCl konsantrasyonuna kadar gösterdiğini; fakat bu tuz seviyesinden sonra tohumun canlılığında hızlı bir şekilde düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. P+YK ve P+GK grubu tohumlarda ise tuza tolerans yeteneği 250 mM NaCl konsantrasyonunda bile korunmaya devam etmiştir ve her iki uygulamada da tohum canlılığının korunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca her iki uygulama grubunun tohumları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$).

Mohican çeşidinde ise Libellule çeşidinde olduğu gibi normal çimlenme oranı açısından kontrol grubu tohumlarında 200 mM NaCl konsantrasyonuna kadar tuza tolerans yeteneğini gösterdiği; fakat bu noktadan sonra tohum canlılığında hızlı bir düşüş meydana geldiği tespit edilmiştir. P+YK ve P+GK tohum gruplarında yine Libellule çeşidine benzer şekilde tuza tolerans yeteneğini 250 mM NaCl konsantrasyonuna kadar gösterdiği görülmüştür. P+YK ve P+GK grubu tohumlar arasında NÇO açısından her hangi bir fark bulunmadığı ve her iki çeşitte de kontrol grubu ile kıyaslandığında P+YK ve P+GK uygulamalarının tuza tolerans yeteneğini 250 mM NaCl konsantrasyonuna kadar çıkarabildiği belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada Mohican çeşidinde artan NaCl konsantrasyonunun etkisi ile NÇO azalmıştır; fakat Libellule çeşidinde 100 mM NaCl konsantrasyonuna kadar

NÇO'nun arttığı; ancak bu tuz seviyesinden sonra azalmaya başladığı tespit edilmiştir. Bu durumun çeşidin özelliği ile ilgili bir durum olması muhtemeldir.

Ortalama çimlenme süresi bakımından her iki çeşitte de artan NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme süresi uzamıştır. Ancak P+YK ve P+GK grubu tohumlarda aynı tuz seviyelerinde OÇS kontrol grubuna kıyasla daha kısadır ve bu durum da priming uygulamasının OÇS'ni tuzlu ortamlarda bile azalttığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar Şentürk (2010)'ün bezelyede, Galezani vd. (2010)'nin kolzada ve Tsukazawa vd. (2011)'nin domateste yaptıkları çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Bitkilerde tuza tolerans yeteneği birçok faktörün etkisiyle meydana geldiğinden ve tam olarak ölçmenin mümkün olmadığından, farklı parametrelerin birlikte değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Bu parametreler tohum çimlenmesi aşamasındaki fidenin toleransı, sürgün ile köklerin kuru ağırlığı, çimlenme indeksi ve tuz stresine maruz kalan bitkinin gelişimi şeklinde sıralanabilir (Shannon ve Grieve, 1999).

Bu araştırmada elde edilen verilere göre artan NaCl konsantrasyonunun oluşturduğu etki ile her iki çeşidin Çİ değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Her iki çeşitte de P+YK ve P+GK grubu tohumların aynı tuz seviyelerinde kontrol grubu ile kıyaslandığında Çİ değerinin P+YK ve P+GK gruplarında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. OÇS ve NÇO'nda da olduğu gibi Çİ parametresine bakarak priming uygulamasının tuza toleransı arttırmada etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.2-4.3).

Bu araştırmada, Libellule ve Mohican çeşitlerinde FGİ değerleri incelendiğinde, çalışmanın diğer parametrelerinde olduğu gibi, artan NaCl konsantrasyonuna bağlı olarak FGİ'nde de azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer parametrelerde de olduğu gibi aynı NaCl konsantrasyonlarında P+YK ve P+GK yapılan tohum gruplarının FGİ değerleri priming uygulaması yapılmamış (kontrol) tohum grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2-4.3).

Yapılan bu araştırmada, her iki çeşit için de P+YK grubu tohumların Çİ ve FGİ değerleri, P+GK grubu tohumlarından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum priming uygulaması etkisiyle artan tuza tolerans yeteneğinin bir kısmının orijinal nemine geriye kurutma uygulaması ile azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sonuç, pırasa tohumlarında yapılan priming uygulamasından sonra yapılan orijinal nemine geriye kurutma uygulaması etkisi ile tohuma kazandırılan yararlı etkinin

kaybedildiğini gösterdikleri çalışma ile benzerlik göstermektedir (Brocklehurst vd., 1984). Ayrıca bu durum Şentürk (2010)'ün bezelye tohumlarında priming uygulaması yaptığı çalışma ile de benzerlik göstermektedir. Fakat biberde yapılan çalışmada ise priming uygulamasının ardından tohumlara çeşitli kurutma uygulamalarının etkisi ile tohum canlılığında ortaya çıkan azalmaların oransal nem ve kurutma sıcaklığının etkisi ile de gösterebildiği belirlenmiştir (Demir vd., 2005).

Tuzluluğun kök bölgesindeki hücrelerde metabolit sentezi ve hücre büyümesi üzerinde zararlı etki meydana getirdiği bilinmektedir (Rhoades vd., 1992). Hecht – Bucholz'un (1983) tuz stresinin K iyonu üzerine etkisini incelediği çalışmada ortamdaki Na iyonunun K iyonu ile rakabete girdiği, bunun sonucunda da kök hücrelerinde Na iyonunun K'a kıyasla arttığı veya direkt olarak K iyon alımını engellediğini bulmuştur.

Yapılan çalışmalarda Na iyonunun zararlı etkisini engelleyebilmek ve bitkiyi tuza karşı toleranslı hale getirebilmek için Ca iyonunun da Na'a karşı ortamda artması gerektiği bulunmuştur (Clarkson ve Hanso, 1980; Epstein, 1981). Kuşvuran vd. (2008), yaptıkları çalışmada tuza toleranslı olan bitkilerin Cl iyonunu hücre içerisinde daha az biriktirdiklerini belirlemişlerdir.

Kısaca, bitkilerin tuz konsantrasyonu fazla olduğu durumlarda bitkinin hücre içerisinde K ve Ca iyonlarını biriktirmesi ile Ca/Na ve K/Na oranlarının tuza toleranslı bitkiyi seçebilmek için önemli bir nokta olacağı tespit edilmiştir (Kiramita ve Arslan, 2020). Yaşar vd. (2008)'ne göre, bitkinin stres koşulu altında serbest oksijen radikallerini ortadan kaldıran antioksidan miktarı ve enzim aktiviteleri fazla olduğunda, bitki oksidatif stresin oluşturacağı zarara karşı daha dayanıklı olmaktadır. Son yıllarda tuz zararından korunmanın altında yatan genetik etkilerin araştırıldığı çalışmalarda katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), peroksidaz (POX), glutatyon redüktaz (GR) ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi bazı enzim aktivitelerinin toleranslı bitkilerde arttığı tespit edilmiştir (Yaşar vd., 2006; Sivritepe vd., 2008).

Bezelye, kavun ve karpuzda yapılan çalışmalarda APX enzim aktivitesinin duyarlı çeşitte aynı düzeyde kalırken toleranslı çeşitte arttığı bulunmuştur (Hernandez vd., 1995; Yaşar vd., 2006, 2008; Sivritepe vd., 2008).

Sivritepe vd. (2008)'nin kavun tohumlarında yaptığı çalışmada ise tuzlu koşullarda kontrol grubu tohumlarda malondialdehit içeriğinde herhangi bir farklılık meydana

gelmezken, priming uygulaması yapılan tohum grubunda kontrole kıyasla azaldığı bulunmuştur.

Şeker pancarında çimlenme esnasında yüksek konsantrasyonların uygulanmasının fide gelişimini olumsuz şekilde etkilediği; fakat çeşitlerin tuza tolerans kabiliyetini geliştirebilme özelliği açısından araştırmada kullanılan şeker pancarı çeşitleri arasında ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çalışmada kullanılan Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerine ait tohumların farklı NaCl konsantrasyonlarına göstermiş oldukları toleransın karşılaştırılabilmesi için yapılan çimlendirme testi sonuçlarında belirlenen tolerans oranı ile tolerans indeksi değerlerine bakıldığında her iki çeşitte de NaCl ile priming uygulaması çeşidin tuza toleransını arttırmada etkili olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç hıyarda, domateste, kavunda, biberde, soğanda ve bezelyede yapılan priming uygulaması sonucunda kontrol grubu tohumları ile kıyaslandığında tolerans oranı ile tolerans indeksi açısından priming uygulamasının etkisiyle artış olduğunu gösteren çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

Bu çalışma, şeker pancarı tohumlarında NaCl ile yapılan P+YK ve P+GK uygulamalarının tuza toleransın artırılması ile ilgili olarak yürütülen ilk araştırma olmakla beraber, ülkemiz topraklarında yetiştiricilikte yaygın şekilde kullanılan iki şeker pancarı çeşidinin tuza tolerans özelliklerinin ortaya konması bakımından da önemlidir. Ayrıca, tuza orta derecede toleranslı olarak bilinen, dünyada ekonomik açıdan yüksek öneme sahip ve yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan şeker pancarı tohumlarında böyle bir çalışmanın daha önce yapılmamış olması, bu çalışmayla ilk defa ortaya konan şeker pancarında NaCl ile priming protokolünün önemini bir kez daha arttırmaktadır (Ek 1).

Dünya toprakları üzerinde tuzlulaşmanın artması, tarımsal faaliyetlerde kısıtlamalara yol açmaktayken, diğer şeker pancarı çeşitleri ile birlikte çeşitli tarla bitkileri ve sebze türlerinde de bu tür çalışmaların yapılması tarım alanlarının kullanılabilirliğini arttırmak açısından önemlidir.

Şeker pancarında bundan sonraki çalışmalarda yapılması gereken; tuza tolerans mekanizması ile ilgili farklı iyonlar, protein, aminoasitler ve şekerlerin belirlenmesi, çeşitli antioksidan enzimlerin aktiviteleri ve malondialdehit (MDA) miktarının tespit edilmesi ile moleküler düzeyde bitkinin tuza toleransının artırılmasında gen

ifadelerinin düzenlenmesi, hücre içerisinde turgorun sağlanabilmesi ve iyon dengesinin kurulmasındaki etkin mekanizmalar gibi konuların araştırılması gerekmektedir.

Ayrıca, NaCl ile priming uygulamasının tuza toleransı arttırmasına olan etkisi yalnızca çimlenme ve fide gelişimi süreci ile sınırlı kalmamalı, şeker pancarı tuzluluğa orta dereceli toleranslı bir tür olsa da fide aşamasında tuzluluğa karşı duyarlı bir bitki olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, şeker pancarının ileri büyüme ve gelişme dönemlerinde ve arazide yetiştiriciliğinde de NaCl ile priming uygulamasının oluşturabileceği etkilerin araştırılması oldukça önemlidir. Buna ilave olarak, şeker pancarı üretiminde yumrunun polar değeri oldukça önemlidir ve NaCl ile priming uygulamasının şeker pancarında polar değerine olan etkisinin de araştırılması gerekmektedir.

Bunun da ötesinde, şeker pancarı tohumlarına NaCl ile priming uygulamasının kazandırmış olduğu tolerans yeteneğinin depolama sürecinde ne kadar süre kaybedilmeden korunabileceğinin belirlenmesi, tohum teknolojisi alanı için büyük öneme sahiptir. Ayrıca, NaCl ile priming uygulamasının şeker pancarı tohumlarında tuza toleransı arttırmaya olan etkisi ile birlikte bitkide meydana getirebileceği çeşitli toleransların da araştırılması gereklidir.

KAYNAKÇA

- Ahmada P., Johnb R., Sarwatc M. & Umard S. (2008). Responses of Proline, Lipid Peroxidation and Antioxidative Enzymes in Two Varieties of *Pisum Sativum* L. Under Salt Stress. *International Journal of Plant Production* 2 (4), 1735-8043.
- Akjigitova, N. I., (1995). Halophyllous Vegetation of Middle Asia, in: Öztürk, M. A., Seçmen, Ö., & Görk, G., *Plant Life in Southwest and Central Asia Symposium*, Ege University Press, İzmir, 544-550.
- Alvarado, A.D. & Bradford, K.J. (1988). Priming and storage of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Seeds. I. Effects of Storage Temperature on Germination Rate and Viability. *Seed Sci. Technol.* 16: 601-602.
- Alvarado, A.D., Bradford, K.J. & Hewit, J.D. (1987). Osmotic Priming of Tomato Seeds: Effects on Germination, Field Emergence, Seedling Growth, and Fruit Yield. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 112: 427-432.
- Amjad, M., Ziaf, K., Iqbal, Q., Ahmad, I., Riaz, M.A. & Saqib, Z.A. (2007). Effect of Seed Priming on Seed Vigour and Salt Tolerance in Hot Pepper. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 44(3): 408-414.
- Anonim. (2020a) Web Sitesi: <https://www.statista.com/?kw>, Erişim Tarihi: 15.08.2022
- Anonim. (2020b) Web Sitesi: <https://www.fao.org/home/en>, Erişim Tarihi: 15.08.2022
- Anonim. (2020c) Web Sitesi: <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim>, Erişim Tarihi: 15.08.2022
- Anonim. (2021) Web Sitesi: <https://www.hortiturkey.com/yazilar/topraklarimizdaki-tuzluluk>, Erişim Tarihi: 15.08.2022
- Anwar, S. Shafi, M., Bakht, J., Jan, M.T. & Hayat, Y. (2011). Response of Barley Genotypes to Salinity Stress As Alleviated by Seed Priming. *Pakistan Journal of Botany*, 43, 2687-2691.
- Arslan, Y., Köklü Ardiç, Ş. & Yakupoğlu, G. (2022). Karnabahar Ve Brokoli Fidelerine Yapılan Melatonin Uygulamalarının Tuz Stresi Üzerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 2022, 26(2): 181-192.
- Ashraf, M. (1994). Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 13: 17-42.
- Ashraf, M. & Foolad M.R., (2005). Pre-Sowing Seed Treatment-A Shotgun Approach to Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield Under Saline and Non-Saline Conditions. *Advances in Agronomy*, 88.
- Ashraf, M., & Iram, A. (2002). Optimization and Influence of Seed Priming with Salts of Potassium or Calcium in Two Spring Wheat Cultivars Differing in Salt Tolerance at The Initial Growth Stages. *Agrochimica*, 46: 47-55.

- Ashraf, M. & Waheed, A. (1993). Responses of Some Local/Exotic Accessions of Lentil (*Lens Culinaris* Medic.) to Salt Stress. *J. Agron Soil Sci.* 170: 103-11.
- Ashraf, M., Nazir, N. & Mcneilly, T. (2001). Comparative Salt Tolerance of Amphidiploid and Diploid *Brassica* Spp. *Plant Sci.* 160(4): 683-689.
- Aydın A., Kant, C. & Turan, M. (2012). Humic Acid Application Alleviate Salinity Stress of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Decreasing Membrane Leakage. *African Journal of Agricultural Research* 1991-637x, 1073-1086.
- Babaeva, E.Y., Volobueva, V.F., Yagodin, B.A. & Klimakhin, G.I. (1999). Sowing Quality and Productivity of *Echinacea Purpurea* in Relation to Soaking The Seed in Manganese and Zinc Solutions. *Izvestiya Timiryazevskoi Sel'skokhozyaistvennoi Akademi*, 4: 73-80.
- Babourina, O., Leonova, T. & Shabala, S. (2000). Effect of Sudden Salt Stress on Ion Fluxes in Intact Wheat Suspension Cell. *Ann. Bot.-London.* 85: 759-767.
- Bakht, J., Shafi, M., Jamal, Y. & Sher, H., (2011). Response of Maize (*Zea mays* L.) to Seed Priming with NaCl And Salinity Stress. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2171-9292.
- Bernstein, L. & Hayward, H.E. (1958). Physiology of Salt Tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 9: 25-46.
- Binzel, M.L., Hasegawa, P.M., Handa, A.K. & Bressan, A. (1985). Adaptation of Tobacco Cells to NaCl. *Plant Physiol.* 79: 118-125.
- Biswas, S., Asok, K., Biswas, A.K. & De, B. (2018). Metabolomics Analysis of *Cajanus cajan* L. Seedlings Unravelling Amelioration of Stress Induced Responses to Salinity After Halopriming of Seeds. *Plant Signaling & Behavior*, 1559-2324.
- Bonilla, P., Hirai, T., Naito, H. & Tsuchiya, M. (1995). Physiological-Response to Salinity in Rice Plant & Induced Salt-Tolerance by Low NaCl Pre- Treatment. *Jpn. J. Crop Sci.* 64: 266–272.
- Bordas, M., Momtesinos, C., Dabauza, M., Salvador, A., Roig, L.A., Serrano, R. & Moreno, V. (1997). Transfer of The Yeast Salt Tolerance Gene Hal 1 to *Cucumis melo* L. Cultivars And in Vitro Evaluation of Salt Tolerance. *Transgenic Res.* 6: 41–50.
- Brocklehurst, P.A., Dearman, J. & Drew, R.L.K. (1984). Effect of Osmotic Priming on Seed Germination and Seedling Growth in Leek. *Sci. Hort.*, 24(3-4): 201-210.
- Butola, J.S. & Badola, H.K., (2004). Effect of Pre-sowing Treatment on Seed Germination and Seedling Vigour in *Angelica glauca*, a Threatened Medicinal Herb. *Curr. Sci.* 87(6): 796-799.

- Cañedo-Argüelles, M., Kefford, B.J., Piscart, C., Prat, N., Schäfer, R.B., & Schulz, C. (2013). Salinisation of Rivers: An Urgent Ecological. *Environmental Pollution* 173:157–67.
- Cayuela, E., Estañ, M.T., Parra, M., Caro, M. & Bolarin, M.C. (2001). NaCl Pre-Treatment at The Seedling Stage Enhances Fruit Yield of Tomato Plants Irrigated With Salt Water. *Plant Soil*. 230: 231-238.
- Chandler, S.F., Mandal, B.B. & Thorpe, T.A. (1986). Effect of Sodium Sulphate on Tissue Cultures of *Brassica Napus* Cv. Westar And *Brassica Campestris* L. Cv. Tobin. *J. Plant Physiol.* 126(1): 105-117.
- Chang-Zheng, H., Jin H., Zhi Yu, Z., Song Lin, R. & Wen Jian, S. (2002). Effect of Seed Priming With Mixed-Salt Solution on Germination and Physiological Characteristics of Seedling in Rice (*Oryza Sativa* L.) Under Stress Conditions. *J. Zhejiang Univ. Agric. Life Sci.* 28: 175-178.
- Clarkson, D.T. & Hanson, J.B. (1980). The Mineral Nutrition of Higher Plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31: 239-2980.
- Croughan, T.P., Stavarek, J.S. & Rains D.W. (1981). In vitro Development of Salt Resistant Plants. *Environ.Exp.Bot.* 21(3/4): 317-324.
- Çay, S. (2005). Biberlerde (*Capsicum annuum* L.) NaCl İle Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi ,Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Bursa.
- Dadaşoğlu, E. & Ekinci, M. (2014). Farklı Sıcaklık Dereceleri, Tuz ve Salisilik Asit Uygulamalarının Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Tohumlarında Çimlenme Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44 (2): 145-150, 2013.
- Del Amor, F.M., Ruiz-Scancez, M.C., Martinez, V. & Cerda, A. (2000). Gas Exchange, Water Relations and on Concentrations of Salt Stressed Tomato and Melon Plants. *J. Plant Nutr.* 23: 1315-1325.
- Demir, I. & Öztokat, C. (2003). Effect of Salt Priming on Germination and Seedling Growth at Low Temperatures in Watermelon Seeds During Development. *Seed Sci. Technol.* 31: 765-770.
- Demir, I., Ermiş S. & Okçu G. (2005). Effect of Dehydration Temperature and Relative Humidity After Priming on Quality of Pepper Seeds. *Seed Sci. Technol.* 33(3): 563-569.
- Demirkaya, M., (2002). Polietilenglikol İle Ozmotik Koşullandırma ve Hümidifikasyon Uygulamalarının Biber Tohumlarının Çimlenme Hızı ve Oranı Üzerine Etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1-2): 223-228.

- Dere, S. (2022). Domateste (*Solanum lycopersicum*) Farklı Tuz Konsantrasyonu Ön Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11: 3324-3335.
- Dilmenler, M. (2021). Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Silajlık Mısır Ve Şeker Darısı Çeşitlerinin Çimlenme Ve Fide Gelişimleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstirtüsü, Bursa, Türkiye.
- Doğanlar, Z.B., Demir, K., Başak, H. & Gül, İ. (2010). Effects of Salt Stress on Pigment and Total Soluble Protein Contents of Three Different Tomato Cultivars, African Journal of Agricultural Research Vol. 5(15), pp. 2056-2065.
- Ekmekçi, E., Apan M. & Kara, T. (2005). Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(3): 118-125.
- El-Hadim, A.H.A., Alexander, A. & Doering, H.W. (1983). The Effect of Substrate Salinity on Dry Matter Production and Phosphate Uptake by Bush Beans. Hort. Abst. 53(11): 7306.
- Ellis, R.H. & Roberts, E.H. (1981). The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.
- Epstein, E., (1981). Genetic Engineering of Osmoregulation. Impact of Plant Productivity for Food. Chemicals and Energy (Eds.) D.W. Rains, C. Valentine, H. Follander, Plenum Press, London. P. 7-29.
- Epstein, E., Nortlyn, J.D., Rush, D.W., Kingsbury, R.W., Kelley, D.B., Cunningham, G.A. & Wrona, A.F. (1980). Saline Culture of Crops: A Genetic Approach. Science, 210: 399-404.
- Esmailpour, B., Ghassemi-Golezani, K., Khoei, F.R., Gregoorian, V. & Toorchi, M. (2006). The Effect of NaCl Priming on Cucumber Seedling Growth Under Salinity Stress. J. Food Agric. Environ. 4(2): 347-349.
- Farahbakhsh, H. & Shamsaddin Saiid M. (2011). Effect of Seed Priming with NaCl on Maize Germination under Different Saline Conditions. African Journal of Agricultural Research, 6(28), 6095-6099.
- Farhoudi, R., Saeed Saeedipour, S. & Mohammadreza, D. (2014). The Effect of NaCl Seed Priming on Salt Tolerance, Antioxidant Enzyme Activity, Proline and Carbohydrate Accumulation of Muskmelon (*Cucumis Melo* L.) Under Saline Condition. Advanced Journal of Environmental Science and Technology 7675-1686, 6 (1), 001.
- Flowers, T.J. & Yeo, A.R. (1981). Variability in The Resistance of Sodium Chloride Salinity Within Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties. New Phytol. 88: 363- 373.
- Francois, L.E., Donovan, T. & Maas E.V. (1984). Salinity Effects on Seed Yield, Growth and Germination of Grain Sorghum. Agron. J. 76: 741-744.

- Gazanchian, A., Masoudi, P. & Azizi, M. (2010). Improving Emergence and Early Seedling Growth of Two Cool Season Grasses Affected by Seed Priming Under Saline Conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (11), 1288-1296.
- Ghassemi-Golezani, K. & Esmailpour, B. (2008). The Effect of Salt Priming on The Performance of Differentially Matured Cucumber (*Cucumis Sativus*) Seeds. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*. 36 (2): 67-70.
- Ghassemi-Golezani, K., Jabbarpour, S., Zehtab-Salmasi S. & Mohammadi, A. (2010). Response of Winter Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars to Salt Priming of Seeds. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (10), 1089-1094.
- Gholami, M., Mokhtarian, F. & Baninasab, B. (2015). Seed Halopriming Improves The Germination Performance of Black Seed (*Nigella sativa*) Under Salinity Stress Condition. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 18: 21–26.
- Gisbert, C., Rus, A.M., Bolarin, M.C., López-Coronado, J.M., Arrillaga, I., Montesinos, C., Caro, M., Serrano, R. & Moreno, V. (2000). The Yeast *Hal1* Gene Improves Salt Tolerance of Transgenic Tomato. *Plant Physiol.* 123: 393-402.
- Gossett, D.R., Banks, S.W., Millhollon, E.P. & Lucas, C. (1996). Antioxidant Response to NaCl Stress in a Control and NaCl Tolerant Cotton Cell Line Grown in The Presence of Paraquat, Buthionine, Sulfoximine And Exogenous Glutathione. *Plant Physiol.* 112: 803-809.
- Guzman, M. & Olave, J. (2006). Response of Growth and Biomass Production of Primed Melon Seed (*Cucumis Melo* L. Cv. Primal) to Germination Salinity Level and N-Forms In Nursery. *J. Food Agric. Environ.* 4(1): 163-165.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. & Handa A.V. (1986). Cellular Mechanisms of Salinity Tolerance. *Hortscience*. 21(6): 1317-1324.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. & Bohnert H.J. (2000). Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity. *Ann. Rev. Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51: 463-499.
- Hecht-Buchholz, C.H. (1983). Light and Electron Microscopic Investigations of The Reactions of Various Genotypes to Nutritional Disorders. *Plant and Soil* 72, 151-165.
- Herbert, E. R., Boon, P., Burgin, A.J., Neubauer, S.C., Franklin, R.B., Ardón, M., Hopfensperger, K.N., Lamers, L.P.M. & Gell, P. (2015). A Global Perspective on Wetland Salinization: Ecological Consequences of a Growing Threat to Freshwater Wetlands. *Ecosphere*, 6 (10): 206.
- Hellebust, J.A. (1976). Osmoregulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27: 485- 505.

- Hernandez, J.A., Olmos E., Corpas F.J., Sevilla F. & Del Rio I.A., (1995). Salt-Induced Oxidative Stress in Chloroplasts of Pea Plants. *Plant Sci.* 105: 151-167.
- Heyser, J.W. & Nabors, M.W. (1981). Osmotic Adjustment of Cultured Tobacco Cells (*Nicotiana Tabacum* Var. Samsun) Growth on Sodium Chloride. *Plant Physiol.* 67: 720-727.
- Huang, J. & Redmann R.E. (1995). Solute Adjustment to Salinity and Calcium Supply in Cultivated and Wildbarley. *J. Plant Nutr.* 18 (7): 1371-1389.
- Huang, M., Ji, T., Li, S., Di, Q., Wang, X., Wei, M., Shi, Q., Gong, B. & Yang, F. (2017). Overexpression of Cucumber Phospholipase D alpha Gene (CsPLD α) in Tobacco Enhanced Salinity Stress Tolerance by Regulating Na⁺-K⁺ Balance and Lipid Peroxidation. *Frontiers in Plant Science*, 7, 8, 499.
- Ibrahim, A., Roberts, E.H. & Murdoch, A.J. (1983). Viability of Lettuce Seeds. I. Survival in Hermetic Storage. *J. Exp. Bot.*, 34, 631-640.
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press, 1535.
- Iqbal, N., Umar, S., & Khanb, N. A. (2015). Nitrogen Availability Regulates Proline and Ethylene Production and Alleviates Salinity Stress in Mustard (*Brassica Juncea*). *Journal of Plant Physiology* 178, 84-91 Elsevier.
- ISTA. (2021). *International Rules for Seed Testing*. 2021 Edition. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Jamal, Y., Muhammad Shafi, M. & Bakht, J. (2011). Effect of Seed Priming on Growth and Biochemical Traits of Wheat Under Saline Conditions . *African Journal of Biotechnology*, 10, 17127-17133.
- Jisha, K.C. & Puthur, J.T. (2014a). Halopriming of Seeds Imparts Tolerance to NaCl and PEG Induced Stress in *Vigna radiata* (L.) Wilczek Varieties. 014-0234.
- Jisha, K.C. & Puthur, J.T., (2014b). Seed Halopriming Outdo Hydropriming in Enhancing Seedling Vigor and Osmotic Stress Tolerance Potential of Rice Varieties. *J. Crop Sci. Biotech.*, 17 (4) : 209 – 219.
- Kaya, M.D., Kaya, G. & Kolsarıcı, Ö. (2005). Bazı *Brassica* Türlerinin Çimlenme Ve Çıkışı Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(4): 448-452.
- Keleş, B. (2019). In Vitro Kültür Koşulları ve Tuzluluk (NaCl) Stresi Altında Çimlendirilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Bitkisinde Meydana Gelen Morfolojik, Fizyolojik Ve Biyokimyasal Değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman, Türkiye.

- Khan, A. E., Ireson, A., Kovats, S., Mojumder, S.K., Khusru, A., Rahman, A., & Vineis, P. (2011). Drinking Water Salinity and Maternal Health in Coastal Bangladesh: Implications of Climate Change. *Environmental Health Perspect* 119 (9):1328–32.
- Khan M., Siddiqui, M. H., Mohammad, F. & Naeem, M. (2012). Interactive Role of Nitric Oxide and Calcium Chloride in Enhancing Tolerance to Salt Stress. *Nitric Oxide*, 27, Pp. 210-218, Elsevier.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Ateş, Ç. & Ellialtıoğlu, Ş. (2018). Tuzluluk ve Su Noksanlığı Stresi Altında Yetiştirilen Farklı Patlıcan Anaç/Kalem Kombinasyonlarında Bazı Meyve Kalite Özelliklerine Ait Değişimler. *Derim Dergisi*, 111-120.
- Kıran, S., Kuşvuran, Ş., Özkay, F., Özgün, Ö., Sönmez, K., Özbek, H. & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2018). Tuzluluk Ve Su Noksanlığı Stresi Altında Yetiştirilen Farklı Patlıcan Anaç/Kalem Kombinasyonlarında Bazı Meyve Kalite Özelliklerine Ait Değişimler. *Derim Dergisi*, 2018/35(2):111-120.
- Kiremita, M.S. & Arslan, H. (2020) Farklı Sulama Suyu Tuzluluğunun Frenk Soğanı (*Allium schoenoprasum*) Bitkisinin Yaprak Mineral İçeriği Üzerine Etkisi Ve Tepki Yüzey Metodolojisi İle Modellenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 35, 456-468.
- Kirkby, E.A. & Knight, A.H. (1987). The Influence of The Level of Nitrate Nutrition on Ion Uptake and Assimilation. Organic Acid Accumulation and Cation Anion Balance in Whole Tomato Plants. *Plant Physiol.* 60:349-353.
- Korkmaz, A. (2006). Ameliorative Effects of Ethylene Precursor and Polyamines on the High Temperature Inhibition of Germination in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Before and After Seed Storage. *Seed Sci. Technol.* 34: 465-474.
- Köseoğlu, S. & Doğru, A. (2021). Tuz Stresi Altındaki Hıyar Bitkilerinde Ekzojen Askorbik Asit Uygulamalarının Fotosistem II Aktivitesi Üzerindeki Etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (4): 757-765, 2021.
- Kumari, N., Rai, P.K., Bara, B.M. & Singh, I. (2017). Effect of Halo Priming and Hormonal Priming on Seed Germination and Seedling Vigour in Maize (*Zea Mays* L.) Seeds. 2278-4136.
- Kurtar E.S., Balkaya A. & Kandemir D. (2015). Geliştirilen Bazı Kestane (*Cucurbita maxima*) ve Bal Kabağı (*Cucurbita moschata*) Hatlarında Tuzluluğa Tolerans. *Yüzüncü Yıl Tarım Bilimleri Dergisi*, 2016, 26(2): 183-195.
- Kuşvuran, Ş., Yaşar, F., Abak, K. & Ellialtıoğlu, Ş. (2008). Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant Ve Duyarlı *Cucumis* Sp.'Nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1): 13-20.
- Küçüköksel, D.K. (2020). Çinkonun Tuz Stresindeki Pamuk Bitkisine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.

- Larcher, W. (1995). *Physiological Plant Ecology*, Published by Springer, 0-387-09795-3, New York, 506p.
- La Rosa, P.C., Singh, N.K., Hasegawa, P.M. & Bressan, R.A. (1989). Stable NaCl Tolerance of Tobacco Cells is Associated with Enhanced Accumulation of Osmotin. *Plant Physiol.* 91(5): 855-861.
- Lauchli, A. (1986). Responses and Adaptations of Crops to Salinity. *Acta Hort.* 190: 243-246.
- Levitt, J. (1980). *Responses of Plants to Environmental Stresses Volume I. (Physiological Ecology)*, Academic Press, New York. P. 365-490.
- Liang, C., Zheng, G., Li, W., Wang, Y., Hu, B., Wang, H., Wu, H., Qian, Y., Zhu, X., Tan, D., Chen, S. & Chu, C. (2015). Melatonin Delays Leaf Senescence and Enhances Salt Stress Tolerance in Rice. *Journal of Pineal Research*, 59, 91-101.
- Lunin, J., Gallatin, M.H. & Batchelder, A.R. (1963). Saline Irrigation of Several Vegetable Crops at Various Growth Stages. I. Effect on Yields. *Agron. J.* 55: 107- 114.
- Maas, E. V. (1984). Crop Tolerance. *California Agric.* 38(10): 20-21.
- Maas, E.V. (1990). Crops Salt Tolerance. *Agriculture Salinity Assessment and Management*. American Society Civil Engineers, in: K.K. Tanji, New York. P. 262-334.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. P.657- 680.
- Mayer, A.M. & Poljakoff-Mayber A. (1989). *The Germination of Seeds*. Pergamon Press Plc, Oxford, England.
- Meena, S.K., Gupta N.K., Gupta S., Khandehval S.K. & Sastry E.V.D. (2003). Effect of Sodium Chloride on The Growth and Gas Exchange of Young *Ziziphus* Seedling Rootstocks. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 78(4): 454- 457.
- Muhammad, Z., Hussain, F., Rehmanullah & Majeed, A. (2015). Effect of Halopriming on The Induction of NaCl Salt Tolerance in Different Wheat Genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 47, 1613-1620.
- Munns, R. & A. Termaat. (1986). Whole-Plant Responses to Salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
- Murata, Y., Obi, I. Yoshihashi M., Noguchi, M. & Kakutani, T. (1994). Reduced Permeability to K⁺ and Na⁺ Ions of K⁺ Channels in The Plasma- Membrane of Tobacco Cells in Suspension After Adaptation to 50 mM NaCl Plant and Cell Physiology. 35(1): 87-92.
- Navarro, J.M., Garrido, C., Carvajal, M. & Martinez, V. (2002). Yield and Fruit Quality of Pepper Plants Under Sulphate and Chloride Salinity. *J. Hort. Sci. Biotech.* 77(1): 52-57.

- Noble, C.L. & West, D.W. (1989). Irrigation of Temperate Fruit Crops with Saline Water. *Acta Hort.* 240: 257-260.
- Oral E., Altuner, F., Tunçtürk, R. & Baran, İ. (2020). Giberellik Asit (GA₃) Ön Uygulamasına Tabi Tutulmuş Kinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) Tohumunda Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ksü Tarım Ve Doğa Dergisi*, 23(2), 349-356.
- Özcan, M. (2020). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bahçe Bitkilerinde Stres Fizyolojisi Lisansüstü Ders Notu, 2-8.
- Pandey, D.K. (1989). Amelioration of The Effect of Ageing in Onion Seeds. *Indian J. Plant Physiol.* 32(4): 379-382.
- Pandolfia, C., Mancuso, S. & Shabala, S. (2012) Physiology of Acclimation to Salinity Stress in Pea (*Pisum sativum*). *Environmental And Experimental Botany*, 84, 44-51 Elsevier.
- Parida, A.K. & Das, A.B. (2005). Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: A Review. *Ecotox. Environ. Safe.* 60: 324-349.
- Passam, H.C. & Kakouriotis, D. (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., Estand, M.T., Caro M. & Bolarin, M.C. (1993). Responses of Tomato Cultivars to Salinity. *Plant Soil.* 150: 203-211.
- Perez-Alfocea, F., Balibrea, M.E., Para, M. & Bolarin, M.C. (2002). Increasing Salt Tolerance in Tomato and Lettuce by Inducing Plant Adaptation: Haloconditioning. *Acta Hort.* 573: 369-375.
- Petruselli, L. (1986). Wheat Variability at High Moisture Content Under Hermetic and Aerobic Storage Conditions. *Ann. Bot.*, 58, 259-265.
- Peyvast, G.H., Olfati, J.A., Piri, M. & Mahdih, M.B. (2010). Priming Effect on Cucumber Germination at Low Temperatures. IV. International Symposium on Cucurbits, 871-84, 615-616
- Pill, W.G., Frett, J.J. & Morneau, D.C. (1991). Germination and Seedling Emergence of Primed Tomato and Asparagus Seeds Under Adverse Conditions. *Hort. Sci.* 26: 1160–1162.
- Quamme, H.A. & Stushnoff, C. (1983). Resistance to Environmental Stress. In “Methods in Fruit Breeding”. (J.N. Moore, J. Janick, eds.), 242-266. Purdue Univ. Press, West Lafayette, India.
- Qiu, Z. B., Guo, J.L., Zhu, A.J., Zhang, L. & Zhang, M.M. (2014). Exogenous Jasmonic Acid Can Enhance Tolerance of Wheat Seedlings to Salt Stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 104, 202-208.

- Rajasekaran, L.R. & Shanmugavelu K.G. (1983). Studies on The Leaf Tissue Nutrient Contents As Influenced by Different Types of Soil and Water in Tomato. Hort. Abst. 53(7): 5180.
- Ramoliya, P.J. & Pandey, A.N. (2003). Effect of Salinization of Soil on Emergence, Growth and Survival of Seedlings of *Cordia rothii*. Forest Ecol. Manag. 176: 185-194.
- Reid, A. J., Carlson, A.K., Creed, I.F., Eliason, E.J., Gell, P.A., Johnson, P.T.J., Kidd, K.A., MacCormack, T.J., Olden, J.D. & Ormerod, S.J. (2019). Emerging Threats and Persistent Conservation Challenges for Freshwater Biodiversity. Biological Reviews 94(849–873).
- Rengasamy, P. (2006). World Salinization with Emphasis on Australia. Journal of Experimental Botany 57 (5):1017–23.
- Rhoades, J.D., Kandiah A. & Mashali A.M. (1992). The Use of Saline Waters for Crop Production, FAO Irrig. And Drain. Rome. P. 48.
- Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvements of Saline and Alkali Soils. United States Department of Agriculture: Agriculture Handbook.
- Saddiq, M.S., Iqbal, S., Afzal, I., Ibrahim, A.M., Bakhtavar, M.A., Hafeez, M.B., Jahanzaib & Maqbool, M.M. (2018). Mitigation of Salinity Stress in Wheat (*Triticum Aestivum* L.) Seedlings Through Physiological Seed Enhancements. Journal of Plant Nutrition, 1532-4087.
- Salisbury, F.B. & Roos C.W. (1992). Plant Physiology. 4th Edition. Wadsworth Publishing Com. Belmont, California. P. 682. Hort. Abst. 55(1): 214.
- Schuler, M., S., Cañedo-Argüelles, M., Hintz, W.D., Dyack, B., Birk, S. & Relyea, R.A. (2019). Regulations are Needed to Protect Freshwater Ecosystems From Salinization. Philosophical Transactions of the Royal Society B 374:1–9.
- Shannon, M.C. & Grieve, C.M. (1999). Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. Sci.Hort. 78: 5-38.
- Shannon, M.C., McCreight, J.D. & Draper J.H. (1983). Screening Tests for Salt Tolerance in Lettuce. J. Am. Soc. Hort. Sci. 108: 225-230.
- Shimose, N. & Hayashi, N. (1985). Salt Tolerance of Parsley Welsh Onion, Radish and Cabbage. Hort. Abst. 55(1): 214.
- Silva, J.A.B., Otoni, W.C., Martinez, C.A., Dias, L.M. & Silva, M.A.P. (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. (2000). Soğan Tohumlarında Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerine Etkileri. Türkiye 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 11-13 Eylül, Isparta, S. 475-481.
- Sivritepe, H.Ö. & Demirkaya, M. (2002). The Effect of Post-Storage Hydration Treatments on Viability of Onion Seeds. Acta Hort. 579: 215-219.
- Sivritepe, H.Ö. & Dourado, A.M. (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. & Sivritepe, N. (2007). NaCl Priming Affects Salt Tolerance of Onion (*Allium cepa* L.) Seedlings. Acta Hort. 729: 157-161.
- Sivritepe, H.Ö., Eriş, A. & Sivritepe, N. (1996). Kavun Tohumlarında Priming Uygulamalarının Tuza Dayanım Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Serisi No:16.
- Sivritepe, H.Ö., Eriş, A. & Sivritepe, N. (1999). The Effects of Priming Treatments on Salt Tolerance in Melon Seedlings. Acta Hort. 492: 77-84.
- Sivritepe, H.Ö., Sivritepe, N., Eriş, A & Turhan, E. (2005). The Effects of NaCl Pre-Treatments on Salt Tolerance of Melons Grown Under Long-Term Salinity. Sci. Hort. 106: 568-581.
- Sivritepe, N. (1995). Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri Ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerine Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Bursa.
- Sivritepe, N. & Eriş, A. (1999). Determination of Salt Tolerance in Some Grapevine Cultivars Under in Vitro Conditions. Tr. J. Biology. 23(4): 473-485.
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.Ö. & Eriş, A. (2003). The Effects of NaCl Priming on Salt Tolerance in Melon Seedlings Grown Under Saline Conditions. Sci. Hort. 97(3/4): 229-237.
- Sivritepe, N., Sivritepe, H.Ö., Türkan, I., Bor M. & Özdemir, F. (2008). NaCl Pre-Treatments Mediate Salt Adaptation in Melon Plants Through Antioxidative System. Seed Sci. Technol. 36: 360-370.
- Soughir, M., Elouaer, M.A. & Hannachi, C. (2012). The Effect of NaCl Priming on Emergence, Growth and Yield of Fenugreek Under Saline Conditions, 2 -154.
- Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus U. & Weschke. W. (2000). Differential Response of Antioxidant Compounds to Salinity Stres in Salt-Tolerant and Salt - Sensitive Seedling of Fox-Tail Millet (*Setaria italica*). Plant Physiol. 109: 435-442.

- Şahin, F.İ., Darcansoy İşeri, Ö. & Habera, M. Sodium Chloride Priming Improves Salinity Response of Tomato at Seedling Stage. *Journal of Plant Nutrition*, 37, 374–392, 1532-4087.
- Şentürk, B. (2010). Bezelye (*Pisum sativum* L.) Tohumlarında NaCl İle Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Tuza Tolerans Yeteneğinin Geliştirilmesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa, Türkiye.
- Şentürk, B. & Sivritepe H.Ö. (2015). Bezelye (*Pisum sativum* L.) Tohumlarında NaCl ile Yapılan Priming Uygulamaları için En Uygun Protokolün Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29, (2), 95-105.
- Şentürk, B. & Sivritepe H.Ö. (2016). NaCl Priming Alleviates The Inhibiting Effect of Salinity During Seedling Growth of Peas (*Pisum sativum* L.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 25, 4202-4208.
- Taïbi, K., Taïbi, F., Abderrahim, L.A., Ennajah, A., Belkhodja, M. & Mulet, J.M. (2016). Effect of Salt Stress on Growth, Chlorophyll Content, Lipid Peroxidation and Antioxidant Defence Systems in *Phaseolus Vulgaris* L. *South African Journal of Botany*, 105, Pp. 306-312.
- Tal, M. (1983). Selection for Stress Tolerance. in “Handbook of Plant Cell Culture, Volume 1” (D.E. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, Eds.). Collier Macmillan Publisher, London. Pp. 461-487.
- Thanos, C.A., Georghiou, K. & Passam, H.C. (1989). Osmoconditioning and Ageing of Pepper Seeds During Storage. *Ann. Bot.* 63: 65-69.
- Tilaki, G.A.D., Shakarami, B. & Tabari, M. (2011). Alleviation of Salinity Stress on The Germination and Early Growth of Three Fescue Species with Seed Priming Treatments. *Propagation of Ornamental Plants*, 11, 102-108.
- Tsukazawa, K. Nakaune, M., Uga, H., Asamizu, E., Imanishi, S., Matsukura, C. & Ezura, H. (2011). Low Sodium Chloride Priming Increases Seedling Vigor and Stress Tolerance to *Ralstonia Solanacearum* in Tomato. *Advance Publication by J-STAGE*, 1347-6114.
- Tuna, A.L. & Eroğlu, B. (2017). Tuz Stresi Altındaki Biber (*Capsicum annuum* L.) Bitkisinde Bazı Organik ve İnorganik Bileşiklerin Antioksidatif Sisteme Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32, (2017), 1308-8750.
- Tuna, A.L., Yıldıztekin, M., Köşkeroğlu, S. & Yokaş, İ. (2016). Tuz Etkisi Altındaki Domates Bitkisinde Potasyum Ve Kalsiyum Antioksidatif Sistemi Etkiler Mi?. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4, 71-78.
- Turhan, A., Özmen, N. & Kuşçu, H. (2018). Havucun Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Sulama Suyu Tuzluluğu Ve Kalsiyumun İnteraktif Etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 7, 31-39.

- Turhan A., Kuşçu H., Özmen N. & Demir A.O. (2014). Farklı Tuzluluk Düzeylerinin Sarımsakta (*Allium sativum* L.) Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 20 (2014) 280-287.
- Türkhan, A., Kaya, E.D., Sarı, S., Tohumcu, F. & Özden, E. (2021). Farklı Tuzluluk Sınıfındaki Topraklarda Yetiştirilen Domates Tohumlarında Bazı Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11, 3406-3415.
- Türkoğlu N., Ayyıldız L. & Gülser F. (2013). Mevsimlik Çiçeklerde Tuzun Bitki Gelişimine Etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(4): 15-19, 2013.
- Venne, R.V. (1984). What is salinity? California Agriculture, 38 (19): 3
- Villora, G., Pulgar, G., Moreno, D.A. & Romero, L. (1997). Effect of Salinity Treatments on Nutrient Concentration in Zucchini Plants (*Cucurbita pepo* L. var. *moschata*) Aust. J. Exp. Agric. 37(5): 605-608.
- Ward, F.H. & Powell, A.A. (1983). Evidence for Repair Processes in Onion Seeds During Storage at High Seed Moisture Contents. J. Exp. Bot., 34, 277 – 282.
- Yakıt, S. & Tuna, A.L. (2006). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg Ve K'un Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 19(1): 59-67.
- Yaşar, F., Yıldırım, Ö. & Üzal, Ö. (2006). Tuz Stresi Altındaki Biber Bitkisindeki Kalsiyum Uygulamalarının Antioksidatif Enzim Aktivitelerine Etkisinin Araştırılması. Spec Tarım Bilimleri Dergisi, 4(2), 346-357.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, T. & Uzal, Ö., (2008). Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus Lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 18(1): 51-55.
- Yılmaz, S. & Önder, M. (2020). Yaygın Olarak Tarımı Yapılan Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 9 (2), 178-188.
- Yolci, M.S., Tunçtürk, R. & Tunçtürk, M. (2021). Yerfıstığı (*Arachis hypogea* L.) Çeşitlerinin Bazı Büyüme Ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 31, 228-236.
- Youssef, N.B., Al-Moaikal, R., Al-Hawas, G. & Alrammah, F. (2020). Up-Modulation of Membrane Lipid Composition and Functionality by Seed Priming Under Salinity in The Hasawi Rice Variety. Journal of Applied Botany and Food Quality, 93, 159 – 167.
- Zhang, H.X., Hodson, J.N. & Williams J.P. (2001). Engineering Salt-Tolerant Brassica Plants: Characterization of Yield and Seed Oil Quality in Transgenic Plants with Increased Vacuolar Sodium Accumulation. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America. 98(22): 12832-12836

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

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

Ziaf, K., Zaman, Q. & Batool, A. (2017). Influence of Hydro- and Halo- Priming on Germination and Seedling Growth of Cabbage under Saline Conditions. Pure Appl. Biol., 6(1): 97-107, March, 2017.

Zörb C., Geilfus C.M., Mühling K. H. & Müller J.L. (2013). The Influence of Salt Stress on ABA and Auxin Concentrations in Two Maize Cultivars Differing in Salt Resistance. Journal of Plant Physiology 170 (2013) 220–224.



8. ÖZGEÇMİŞ

F***a Y****Z, 1**7 yılında K***A’da doğmuştur. 2**1 yılında Konya Selçuklu Mahmut Sami Ramazanoğlu Anadolu İmam Hatip Lisesi’ne girmiş ve 2**5 yılında mezun olmuştur. 2**5 yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümüne girerek, 2**9 yılında bölüm derecesi ile mezun olmuştur. 2**9 yılının Eylül ayında Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nün Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Anabilim Dalı’nda Tezli Yüksek Lisans eğitime başlamıştır ve yüksek lisans eğitimi halen devam etmektedir.



EKLER

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

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

* Bitkilerin verim kaybı olmaksızın tuzluluğu tolere edebildikleri eşik değeri.

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

H: Hassas

ODH: Orta Derecede

Hassas

ODT: Orta Derecede

Toleranslı

T: Toleranslı

Ek 2. Libellule tohumlarında yapılan priming uygulaması ve sulama suyu NaCl konsantrasyonlarının tolerans oranı ve tolerans indeksi üzerine etkileri.

Uygulamalar	NaCl Konsantrasyonu (mM)	Tolerans Oranı	Tolerans İndeksi
Kontrol	50 100 150 200 250	1.06 ab ^a 1.04 bc 1.01 cd 0.98 de 0.83 g	4268 d
P+YK	50 100 150 200 250	1.06 ab 1.08 a 1.04 bc 0.97 e 0.92 f	4422.6 a
P+GK	50 100 150 200 250	1.08 a 1.04 bc 1.01 cd 0.98 de 0.90 f	4370 b
Uygulamalar (A)		*	*
NaCl Konsantrasyonları (B)		*	*
A x B		*	*

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

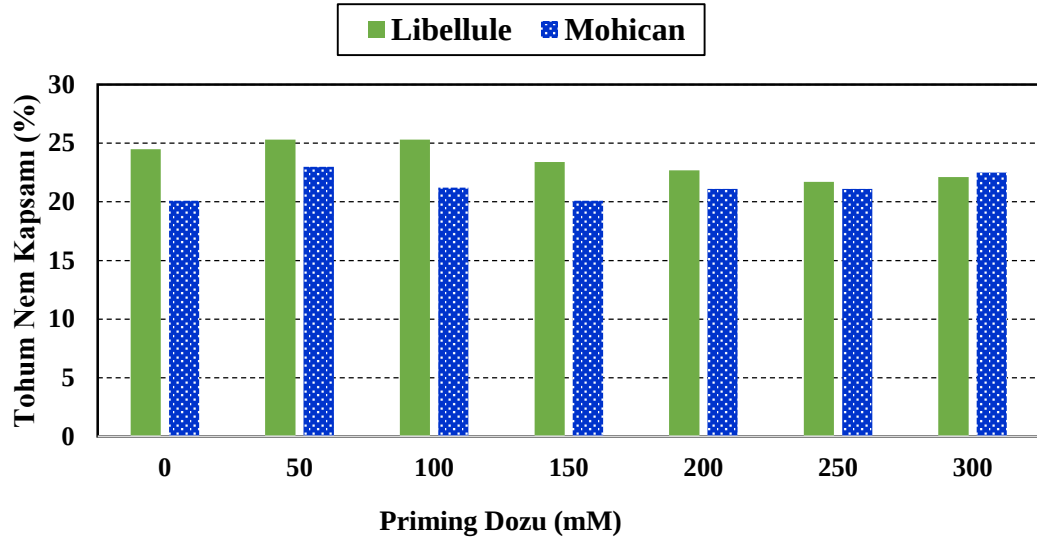
* 0.05 seviyesinde önemli farklılık

Ek 3. Mohican tohumlarında yapılan priming uygulaması ve sulama suyu NaCl konsantrasyonlarının tolerans oranı ve tolerans indeksi üzerine etkileri.

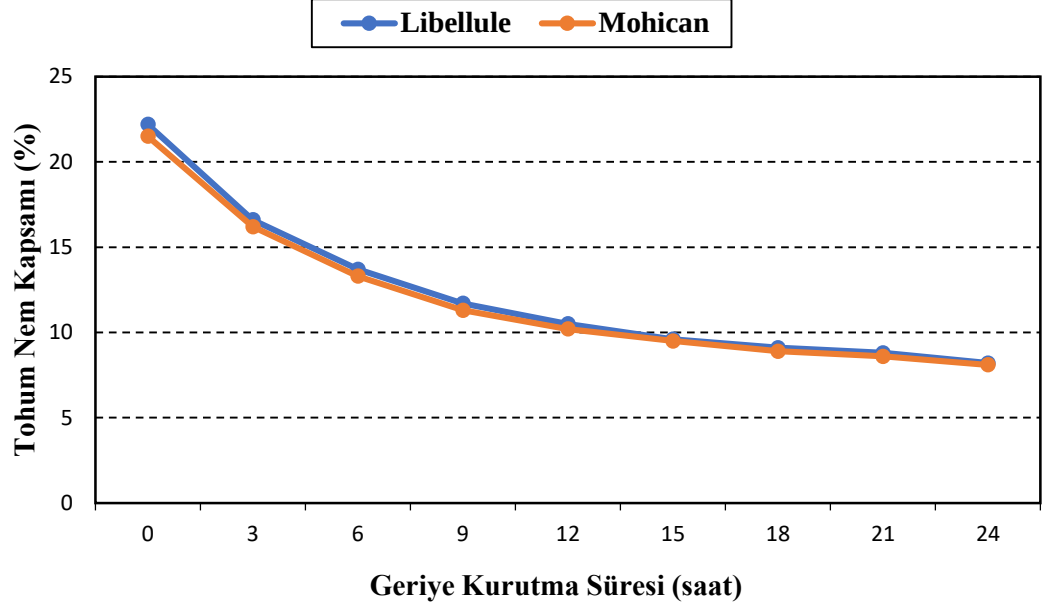
Uygulamalar	NaCl Konsantrasyonu (mM)	Tolerans Oranı	Tolerans İndeksi
Kontrol	50 100 150 200 250	0.98 abc ^a 0.96 bc 0.97 bc 0.88 d 0.70 e	3862.3 e
P+YK	50 100 150 200 250	1.01 a 0.98 abc 0.95 c 0.97 bc 0.91 d	4268.0 d
P+GK	50 100 150 200 250	0.97 bc 0.98 abc 0.99 ab 0.97 bc 0.91 d	4280.1 c
Uygulamalar (A)		*	*
NaCl Konsantrasyonları (B)		*	*
A x B		*	*

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

* 0.05 seviyesinde önemli farklılık



Ek 4. Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerine ait tohumlarda farklı NaCl konsantrasyonları kullanılarak 24 saat süre ile yapılan priming uygulaması sonucunda ulaşılan nem kapsamı değerleri



Ek 5. Libellule ve Mohican şeker pancarı çeşitlerine ait tohumlara 16 °C sıcaklıkta 250 mM NaCl konsantrasyonu ile 24 saat süre ile yapılan priming uygulaması sonrasında 25 °C’de orijinal nemine geriye kurutma uygulaması etkisiyle nem kapsamında meydana gelen değişim.