T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

IN VITRO TUZ STRESİNDE AYÇİÇEĞİNİN *(Helianthus annuus* L.) ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİNE PUTRESİNİN ETKİSİ

Şerife KORKMAZ

YÜKSEK LİSANS

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

KONYA, 2021
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Şerife KORKMAZ

03.02.2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

IN VITRO TUZ STRESİNDE AYÇİÇEĞİNİN *(Helianthus annuus* L.) ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİNE PUTRESİNİN ETKİSİ

Şerife KORKMAZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emine ATALAY

2021, 71 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Emine ATALAY
Doç. Dr. Mustafa YORGANCILAR
Doç.Dr. Mehmet Aydın AKBUDAK

Tuzluluk, bitkilerin gelişimini olumsuz etkileyen, verim ve kalitesini düşürerek tarımını sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Tuz toleransını artırmak için bazı bitki büyüme düzenleyicileri bitkiye dışarıdan uygulanabilmektedir. Bu amaçla kullanılan bitki büyüme düzenleyicileri arasında yer alan poliaminlerin; Putresin (Put), spermin (Spm) ve spermidin (Spd) olmak üzere üç tipi bulunmaktadır.

Bu araştırma ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan MM54 ve LL104 ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinde *in vitro* koşullarda oluşturulan tuz (NaCl) stresinde çimlenme ve fide gelişimine Putresin (Put) etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Denemelerde temel besin ortamı olarak MS (Murashige ve Skoog, 1962) kullanılmıştır. Standart MS besin ortamı kontrol olarak kabul edilmiş, 5 adet NaCl konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 mM), 5 adet Put konsantrasyonu (0, 0.5, 1, 2, 4 mM) ve bunların kombinasyonlarıyla (NaCl x Put) oluşturulan 30 farklı ortam grubu kullanılmıştır. Araştırmada; çimlenme indeksi (gün), çimlenme hızı (%), çimlenme gücü (%), ortalama çimlenme süresi (gün), tuz tolerans indeksi (%), fide kök uzunluğu (cm), fide gövde uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (mg), gövde yaş ağırlığı (mg), kök kuru ağırlığı (mg), gövde kuru ağırlığı (mg) olarak belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; LL104 çeşidinin MM54 çeşidine göre tuza karşı daha iyi performans gösterdiği, her iki çeşitte de tuz ve putresinin artan konsantrasyonlarında fide gelişiminin olumsuz etkilendiği, putresinin düşük konsantrasyonlarda (0.5 mM ve 1 mM Put) tuzun olumsuz etkisini baskılayıcı rol üstlendiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Helianthus annuus* L., NaCl, poliamin, putresin, stres, çimlenme

ABSTRACT

MS THESIS

THE EFFECT OF PUTRESCINE ON GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT IN SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.*)* UNDER *IN VITRO* SALT STRESS CONDITIONS

Şerife KORKMAZ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER IN FIELD CROPS

Advisor: Asst. Prof. Dr.Emine ATALAY
2021, 71 Pages

Jury

Asst. Prof. Dr. Emine ATALAY
Assoc. Prof. Dr. Mustafa YORGANCILAR
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Aydın AKBUDAK

Salinity is one of the most important abiotic stress factors that adversely affect the development of plants and limit their agriculture by reducing their yield and quality. Some plant growth regulators can be applied externally to the plant to increase salt tolerance. Polyamines are among the plant growth regulators used for this purpose. There are three types of polyamines: Putrescine (Put), spermine (Spm) and spermidine (Spd).

This research was carried out to determine the effect of Putrescine (Put) on germination and seedling growth under *in vitro* salt (NaCl) stress in MM54 and LL104 sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. MS medium (Murashige and Skoog, 1962) was used as the main nutrient medium in the all experiments. Standard MS nutrient medium was used as a control. 30 different media groups formed by 5 NaCl concentrations (0, 50, 100, 150, 200 mM), 5 Put concentrations (0, 0.5, 1, 2, 4 mM) and their combinations (NaCl x Put) were used in the experiments. In the research; germination index (days), germination rate (%), germination strength (%), average germination time (days), salt tolerance index (%), seedling root length (cm), seedling stem length (cm), root wet weight (mg), stem wet weight (mg), root dry weight (mg), stem dry weight (mg) were exemined.

According to the results obtained from the research; It was determined that LL104 variety showed better performance against salt than the MM54 variety, seedling growth was negatively affected by increasing concentrations of salt and putresin in both varieties, and putrescine at low concentrations (0.5 mM and 1 mM Put) had a suppressive role in the negative effect of salt.

Keywords: Stress, *Helianthus annuus L*., germination, NaCI, putrescine, germination power

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatım boyunca yanımda olan, tez sürecimde her türlü konuda benden desteğini esirgemeyen danışman hocam, Dr. Öğr. Üyesi Emine ATALAY'a teşekkür ediyor ve saygılarımı sunuyorum. Bu süre içerisinde yardım ve destekleri için Doç. Dr. Mustafa YORGANCILAR'a, denememde materyal olarak kullandığım tohum temininde yardımcı olan Doç. Dr. Rahim ADA'ya, istatistik analizlerde destek aldığım Doç. Dr. Abdullah ÖZKÖSE'ye teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Dr. Münüre TANUR ERKOYUNCU'ya teşekkür ederim.

Hayatım boyunca beni her türlü konuda destekleyen, cesaretlendiren ve arkamda duran annem Ayşe KORKMAZ, babam Mehmet KORKMAZ ve bütün aileme teşekkür eder, saygı ve sevgilerimi sunarım.

Yüksek lisans denemem boyunca yanımda olan meslektaş arkadaşım Hacer KENDİRLİ'ye teşekkür ederim.

Her türlü konuda bana yön veren ve cesaretlendiren meslektaş arkadaşım Sertaç ERCİŞLİ'ye çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması BAP 19201034 numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

2.1. Tuzluluk ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri 4
2.2. Poliaminler 6

3. MATERYAL VE YÖNTEM **11**

3.1. Materyal 11
3.2. Yöntem 12
3.2.1. Alet ve ekipmanların sterilizasyonu 12
3.2.2. Stok çözeltilerin hazırlanması 12
3.2.3. Denemede kullanılan besin ortamları 14
3.2.4. Tohumların sterilizasyonu 17
3.2.5. Tohumların ortamlara yerleştirilmesi 17
3.3. Gözlem ve Ölçümler 18
3.3.1. Çimlenme indeksi 18
3.3.2. Çimlenme hızı (%) 18
3.3.3. Çimlenme gücü (%) 19
3.3.4. Ortalama çimlenme süresi (gün) 19
3.3.5. Tuz tolerans indeksi (%) 19
3.3.6. Fide kök uzunluğu (cm) 19
3.3.7. Fide gövde uzunluğu (cm) 19
3.3.8. Kök yaş ağırlığı (mg) 20
3.3.9. Gövde yaş ağırlığı (mg) 20
3.3.10. Kök kuru ağırlığı (mg) 20
3.3.11. Gövde kuru ağırlığı (mg) 20
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi 20

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **21**

4.1. Çimlenme İndeksi 21
4.2. Çimlenme Hızı (%) 24
4.3. Çimlenme Gücü (%) 27
4.4. Ortalama Çimlenme Süresi (gün) 30
4.5. Tuz Tolerans İndeksi (%) 33
4.6. Fide Kök Uzunluğu (cm) 36

4.7. Fide Gövde Uzunluğu (cm) 41
4.8. Kök Yaş Ağırlığı (mg) 47
4.9. Gövde Yaş Ağırlığı (mg) 49
4.10. Kök Kuru Ağırlığı (mg) 52
4.11. Gövde Kuru Ağırlığı (mg) 54

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 58

5.1. Sonuçlar 58
5.2. Öneriler 61

KAYNAKLAR 63

EKLER 69

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
ml	Mililitre
µM	Mikromolar
g	Gram
mg	Miligram
cm	Santimetre
NaCl	Sodyum Klorür
mM	Milimolar

Kısaltmalar

Put	Putresin
Spm	Spermin
Spd	Spermidin
MS	Murashige ve Skoog, 1962
PA	Poliamin

1. GİRİŞ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus*), *Asteraceae* familyasının bir üyesi olup tek yıllık bir bitkidir. M. Ö. 2000-2500 yıllarında yetiştirilmeye başlanan ayçiçeği, ürünleri dünyada yaygınlaşan, Orta Amerika'ya özgü, yağlı tohumlardan üretilen endüstriyel bir bitkidir (Uhri, 2016).

Ayçiçeği tohumu %35–42 yağ içerir (Guo ve ark., 2017). Ayçiçek yağı, %31 doymuş, %69 doymamış yağ asidi içermektedir (Demirel, 2014). Doymamış yağ asitlerinin %25-35'ini oleik asit, %50-65'ini linoleik asit oluşturmaktadır (Gül ve ark., 2017). Linoleik asit, yağın doygunluğunu azaltmakta, hazmını ve kana geçmeyi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca tohumlarında %20 oranında protein bulunmakta olup (Karaağaç ve ark., 2018) yağı çıkarıldıktan sonra elde edilen küspesinde %49.5 ham protein oranı bulunmaktadır (Oğuz ve Altıntaş, 2002). Ayçiçeği küspesi, karma yem sanayinin en önemli hammaddesidir. Ayrıca direkt olarak da besi ve süt sığırları için de zengin bir besin kaynağıdır (Binboğa Meral, 2019).

Tek yıllık ve yazlık bir bitki olan ayçiçeği genellikle subtropik ve ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilmektedir. Vejetasyon periyodu (80-130 gün) süresince toplam sıcaklık ihtiyacı 2600-2850 °C'dir. Çimlenme süresinde en düşük sıcaklık isteği olarak 4-5 °C ve optimum olarak 12-14 °C sıcaklık gerekmektedir. Gelişme döneminde 30 °C'nin üzerindeki sıcaklık dereceleri büyümeyi engellemekte, 40 °C'nin üzerinde ise polenler genel olarak çimlenememekte ve döllenme ya zayıf olmakta ya da hiç olmamaktadır. Gelişmiş kök sistemi ile 3 m derinlikten su çekebilmektedir. Gelişme periyodunda 200 kg su tüketmektedir. Kurağa karşı yüksek derecede toleranslı bir bitkidir (Tan, 2007).

Ayçiçeğinin toprak seçiciliğinin olmadığı, ancak birim alandan yüksek verim almak için organik madde içeriği yüksek, derin ve iyi su tutma kapasitesine sahip bölgelerde yetiştirilmesi tavsiye edilmektedir (Saltalı ve Yıldırım, 2016).

Ayçiçeği *(Helianthus annus L.)* dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği yapılan en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Dünyada ayçiçeği tarımı en fazla Rusya, Ukrayna ve Arjantin'de yapılmaktadır. Dünyada toplam ekim alanı 25.4 milyon ha, üretim 45.8 milyon ton verim ise 1810 kg/ha'dır. Türkiye'de ayçiçeği ekim alanı ise toplamda 600.000 ha, üretim 1.7 milyon ton, verim ise 220 kg/ha civarındadır (Anonim, 2018).

Türkiye'de yağlık ayçiçeği üretiminin en fazla Trakya ve Marmara Bölgeleri'nde, çerezlik ayçiçeği üretiminin ise daha çok İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde, yapıldığı görülmektedir (Asav ve Serim, 2019). Bitkisel yağlar arasında ilk sırayı alan

ayçiçeği yağı yemeklik kalitesi yönünden tercih edilmekte olup, birçok ülkede ekonomik olarak tarımı yapılmaktadır. Dünyada bitkisel ham yağ üretiminin %11'i (Konyalı, 2017), Türkiye'de ise %47'si ayçiçeğinden elde edilmektedir (Saltalı ve Yıldırım, 2016). Ülkemizde her geçen gün artan nüfusun yağ ihtiyacını karşılamada ayçiçeği bitkisi ilk sırada yer almaktadır (Kaya, 2016). Hem yağlık hem çerezlik olarak yetiştirilen ayçiçeği ekiminden hasadına kadar mekanik bir şekilde üretimi yapılmaktadır (Karaağaç ve ark., 2018).

Bitkilerin gelişimini negatif yönde etkileyen, verim ve kalitesini düşürerek tarımını sınırlandıran biyotik ve abiyotik stres faktörleri vardır. Tuzluluk,en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Tuzluluk aynı zamanda dünyadaki en önemli toprak sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Sulama uygulamalarının yanlış yapılması, özellikle doğal drenaj koşullarının zayıf olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzluluk sorununun ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Machado ve Serralheiro, 2017). Sulamada kullanılan yüzey ve yer altı suları da bünyelerinde çözünmüş tuzlar bulundururlar. Topraktaki su buharlaşma ve bitki kullanımıyla tüketildiğinde geride bu tuzlar kalarak birikmektedir. Toprakta biriken tuzlar, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozmakta ve bitki gelişimini de olumsuz yönde etkilemektedir. Üretimi yapılan bitkinin veriminde ki düşüşler, toprakta ki tuz konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar bitkinin tuza dayanıklılığı ile de yakından ilgilidir. Tuz bileşikleri, türlerine ve miktarlarına bağlı olarak belirli bir dozu aştıklarında bitkilere zararlı olmaktadırlar. Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte toprağın yapısı bozulmakta ve bitkinin topraktan su alımı zorlaşmaktadır (Ekmekçi ve ark., 2005).

Dünyadaki toplam toprakların yaklaşık %46'sı kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yer almaktadır. Bu bölgelerde tuzluluk sorunu yaşandığı gibi sulu tarım yapılan arazilerin yaklaşık %50'sinde de farklı düzeylerde tuzluluk problemi yaşanmaktadır. Ülkemizdeki toprakların %1.7'sinde (1.518.746 ha), tarım yapılan arazilerin ise %3.8'inde (837.405 ha) tuzluluk problemlerine rastlanılmaktadır. Toplam çorak arazilerin %74'ü tuzlu, %25.5'i tuzlu-alkali ve %0.5'i alkali (sodyumlu) topraklardan oluşmaktadır (Karaoğlu ve Yalçın, 2018).

Dünya genelinde ürün kaybına neden olan tuzluluk problemini en aza indirmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Shahbaz ve ark., 2011). Nitrik oksit (NO), diamin oksidazlar (DAO) ve poliamin oksidazlar (PAO); çimlenme, kök gelişimi, çiçeklenme ve yaşlanma gibi fizyolojik dönemlerde abiyotik ve biyotik strese karşı savunma önemli rol oynamaktadırlar (Wimalasekera ve ark., 2011). Tuz stresi koşulları altında bitki

verimliliğini artırmak için geleneksel ıslah yöntemleri veya modern moleküler biyoloji yaklaşımları kullanılmaktadır. Bir diğer yöntem ise başlıca bitki büyüme düzenleyicilerinin dışarıdan verilerek uygulanması sureti ile tuz toleransının arttırılmasıdır. Bitki büyüme düzenleyicileri arasında yer alan poliaminler (PA) tuz toleransının arttırılmasında kullanılabilmektedirler (Yıldız ve ark., 2014). Putresin (Put), spermin (Spm) ve spermidin (Spd) içeren poliaminler, gelişim ve fizyolojik işlev olarak önemli olan büyüme düzenleyicileridir (Yatin, 2002). Poliaminler canlı organizmalarda yaygın olarak bulunmaktadır (Kusano ve ark., 2008) ve bitkinin farklı streslere dayanıklılığını algılar ve arttırır (Shu ve ark., 2012).

Yapılan bu tez çalışması ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinin *in vitro* şartlarında tuz stresi altında çimlenme ve fide gelişiminin üzerinde putresinin etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarından elde edilecek verilerin farklı alanlardaki araştırmalar için bilgi kaynağı sağlamasını, tarla ve sera koşullarında karşılaşılan sorunların aşılmasında yol gösterici olması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Tuzluluk ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri

Bitkiler büyüme, gelişme ve üretken olma durumlarını etkileyebilecek birçok stres faktörleriyle karşı karşıya kalmaktadırlar. Yaşam döngülerini tamamlamak, nesillerini devam ettirmek için çeşitli stratejiler geliştirmişlerdir (Liu ve ark., 2015). Bitki verimini etkileyen abiyotik stres faktörleri içerisinde bulunan tuzluluk problemi, dünyada ve ülkemizde genel bir problem haline gelmiştir. Yüksek tuzluluk problemi nedeniyle tarım alanlarından istenilen verim alınamamaktadır. Bu nedenle bitkilerden yeterli verim elde etmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Kumari ve ark., 2015).

Abiyotik bir faktör olan toprak tuzluluğu, doğal ve yapay olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğal tuzluluğun sebepleri arasında drenaj problemleri, yağışlar ile tuzların taşınması ve yer altındaki tuzların yükselmesi nedenleri sayılabilmektedir. Yapay tuzluluk probleminin sebepleri ise sulama, gübreleme, sulama suyu kalitesi, bilinçsiz otlatmadır (Karaoğlu ve Yalçın, 2018).

Abiyotik stresler tohumun çimlenme, büyüme, gelişme ve tarla alanında ki verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Vibhuti ve ark., 2015). Abiyotik stres faktörlerinden tuzluluk, kurak ve yarı kurak bölgelerde yetiştiriciliği kısıtlayan önemli faktörler arasında yer almaktadır (Sadak ve ark., 2012). Bitkilerde tuzluluk probleminin yaşandığı en önemli aşamalar tohum çimlenmesi ve fide büyümesidir. Tuzluluk, tohum çimlenmesini etkiler, filizlenen tohumlarda olumsuz fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olmaktadır (Ibrahim, 2016).

Toprak tuzluluğu tarımsal alanlarda toprak sağlığını, bitki büyüme ve gelişimini kısıtlayan en önemli faktörlerden birisidir. Dünyada ekilebilir alanlardan %6'sından fazlası tuzluluktan etkilenmektedir. Tuzluluk sorunu, kanal sistemi ve drenaj problemi nedeniyle daha da artmaktadır (Fariduddin ve ark., 2013).

Toprak tuzluluğu özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda bilinçsiz sulama yapılan tarım arazilerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Sürdürülebilir tarımda toprak ve su kaynaklarının etkili bir şekilde kullanımı oldukça önemlidir. Ülkemizde su kaynakları sınırlı olduğu için üretimde belirleyici bir faktördür (Taşan ve Demir, 2019). Fazla sulama, drenaj problemi, yüksek taban suyu, doğal tuz kayaçları, deniz sularının sulama suları ile karışması gibi problemler tarım arazilerinde tuzluluk problemlerine yol açmaktadırlar (Atak ve ark., 2015).

Tuzluluk, toprak verimliliğini sınırlı hale getiren ve bitkinin çimlenmesi, gelişimi üzerinde olumsuz yönde etkisi olan bir faktördür (Jovovic ve ark., 2018). Bitkilerin tuzlu koşullarda gelişimleri farklılık gösterebilmektedir. Sodyum (Na), klor (CI) elementleri bitkiler üzerinde zehirleyici etki yaratabilmekte, hücre duvarında sodyumun birikmesi ile hücre ölümü yaşanabilmektedir (Munns, 2002).

Day ve ark. (2008), yürüttüğü çalışmada çerezlik ayçiçeğinde tuz stres faktörünün çimlenme üzerinde etkisini araştırmışlardır. Denemede 5, 10, 20 dS/m tuz (NaCl) konsantrasyonları ve kontol grubu olarak distile saf su (0 dS/m) kullanılmıştır. Artan tuz konsantrasyonlarının çimlenme süresinin uzamasına neden olduğu, çimlenme ve fide gelişimini engellediği saptanmıştır.

Baran ve Doğan (2014), soya (*Glycine max* L.) bitkisi üzerinde farklı dozlarda (50, 75, 100, 125, 150 mM) tuz denemesi yapmışlardır. Artan tuz konsantrasyonlarının klorofil miktarında azalmaya neden olduğu saptanmıştır.

Turan (2017), yürüttüğü çalışmada *in vitro* şartlarda kanola çeşitlerinin tuzluluğa karşı toleransını belirlemek amacıyla araştırma yapmışlardır. Bu araştırmada MS besin ortamını kontrol grubu belirlemiş ve farklı tuz konsantrasyonlarını (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 150 mM) deneyerek 6 haftalık bir süre zarfında gözleme tabi tutmuştur. Elde edilen sonuçlarda kontol grubu, 25 mM ve 50 mM tuz dozlarında bitkilerin gelişimi etkilenmediğini, artan tuz konsantrasyonlarında fidelerin zayıf geliştiği görülmüştür.

In vitro koşullarda farklı tuz ortamları içerisinde mercimek çeşitlerinin çimlenme, fide gelişimi üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada 0, 5, 10, 20 dS/m EC tuz dozları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tuz konsantrasyonlarının artışıyla birlikte çimlenme ve bitkilerde fide gelişiminin olumsuz etkilendiği görülmüştür (Elkoyunu, 2013).

Benlioğlu ve Özkan (2015), farklı arpa çeşitleri üzerinde çimlenme dönemlerinde çeşitli tuz konsantrasyonlarının etkilerini araştırmışlardır. Yapılan araştırmada kontrol grubu olarak saf su belirlenmiş ve 5 farklı tuz konsantrasyonu (3, 6, 9, 12 ve 15 g/l) denenerek çimlenme, çimlenme hızı ve gücünde azalma olduğu, en yüksek oran kontrol grubunda görülürken en düşük oran ise 15 g/l olduğu saptanmıştır.

Dumlupınar ve ark. (2007), 14 adet buğday genotiplerinin çimlenme ve fide döneminde 5 farklı tuz konsantrasyonun (0, 25, 50, 100 ve 125 mM) etkilerini araştırmak için deneme kurulmuştur. Araştırmanın sonucunda tuzluluk arttıkça

çimlenme hızı ve çimlenme oranının azaldığı tohumlarda çimlenmenin olmadığı veya geç çimlendiği görülmüştür.

Yürütülen bir başka çalışmada 3 farklı mısır çeşitinin tuzlu ortamlarda etkileri araştırılmıştır. Deneme petri kapları içerisinde 10'ar tane tohum bırakılarak 9 farklı tuz konsantrasyonu (0.15, 0.30, 0.50, 0.75, 1, 1.5, 2, 2.5 g NaCI) olacak şekilde planlanmıştır. En yüksek çimlenme oranının kontrol grubunda olduğu ve bunu 0.30 g dozunun takip ettiği, en düşük çimlenme oranının ise 2 ve 2.5 g konsantrasyonlarında olduğu saptanmıştır (Çakmakçı ve Dallar, 2019).

Sadou ve ark. (2019), ayçiçeğinin tuzlu koşullarda fide gelişimine etkisini araştırmışlardır. Ayçiçeği tohumları 500 ml'lik saksılara ekildikten bir hafta sonra iki gün aralıklarla farklı tuz dozlarında (0, 50, 150, 250 mM) 50 ml olacak şekilde sulanmıştır. Denemede tuz konsantrasyonlarının artışıyla birlikte bitki boyu, kök uzunluğu ve yaprak alanında azalma olduğu saptanmıştır.

Uyanık ve ark. (2014), *in vitro* koşullarda kışlık kolza çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresi altında etkilerini araştırmak amacıyla çalışma yürütmüştür. Deneme 4 farklı çeşit kullanılarak (Egc 7571, Elvis, Es Hydromel ve Triangle) 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Bu çeşitlere 8 farklı tuz konsantrasyonu (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200 mM) uygulanarak tuz dozlarının artmasıyla çimlenme oranı, çimlenme süresi, kökçük ve sürgün uzunluğu üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı görülmüştür. Çeşitlerin çimlenme oranında 125 mM NaCI konsantrasyonuna kadar dayandığı, diğer incelenen özelliklerde ise tuz stresine 100 mM NaCI konsantrasyonuna kadar tolere ettiği belirlenmiştir.

2.2. Poliaminler

Bitki büyümesi ve gelişmesi için, poliaminler hücre bölünmesi ve farklılaşması, meyvede olgunluk, vejetatif ve generatif evrelerin tamamlanmasında, DNA sentezi ve gen değişiminde büyük rol almaktadırlar (Shi ve Chan, 2014).

Besin yoluyla da alınan poliaminlerden putresin, spermidin, sperminin organizma tarafından üretilmesi son derece önemlidir. Bu polikatyonik aminler, her tip hücre büyümesi, çoğalması ve hayatın devamlılığı için gerekli olup, hücre büyümesi, farklılaşması, DNA, RNA ve protein sentezinden sorumludurlar (Buyukuslu, 2014).

Putresin, spermin ve spermidin bitkilerde bulunan önemli poliaminlerdir. Bitkisel besinlerde en fazla putresin ve sırasıyla spermidin, spermin bulunur (Kalac ve Krausova, 2005). Asya'da incelenen bir çalışmaya göre en yüksek putresin düzeyi

mısır, soya, fasulye ve ekşi olan meyvelerde, en yüksek spermidin düzeyi soya ve sebzelerde, en yüksek spermin düzeyi ise soya ve diğer baklagillerde olduğu belirlenmiştir (Binh ve ark., 2010).

Poliaminler, karbonhidrat, protein ve nükleik asitte yaşlanmayı, hastalanmayı azaltan veya sınırlandıran bir anahtardır. Ağır metal kaynaklı strese karşı bitki toleransını geliştirmek için eksojen poliaminler kullanılmıştır. Ayrıca, çeşitli stres altındaki bitkilerde endojen poliamin seviyeleri artmaktadır (Benavides ve ark., 2018).

Farklı bitki ve hayvanlardan elde edilen poliamin biyosentez genlerin diğer bitkilere aktarımı yapılarak poliamin düzeylerinde artış sağlanmaktadır. Böylece bu bitkilerde tuzluluk, kuraklık, yaralanma, ağır metal, yaşlanma gibi faktörlere karşı dayanıklılık arttırılmıştır (Demiralay, 2015).

Çesitli konsantrasyonlarda (50, 100, 200mM) NaCl içeren ortamlara farklı konsantrasyonlardaki (0.01, 1, 2 mM) spermin (Spm) ilave edilerek ayçiçegi (*Helianthus annuus* L.) tohumlarının çimlenmesi ve bazı erken büyüme parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. 200 mM NaCl x 1 mM Spm uygulamasında Spm, tuzun çimlenme üzerindeki engelleyici etkisini ortadan kaldırdığı ve kontrole göre çimlenmenin önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir (Mutlu ve Bozcuk, 1998).

Kadmiyum (Cd), bitki büyümesini olumsuz etkileyen toksik bir ağır metaldir. Bu nedenle buğday bitkilerinin Cd'ye toleransını artırmak için çalışmalar yapılmıştır. Poliaminlerin buğday fideleri üzerindeki Cd stresinin olumsuz etkilerini azalttığı gösterilmiştir (Rady ve Hemida, 2015).

Shekari ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada 24 saat boyunca poliamin ile muamele ettikleri tohumları NaCI (0, 40, 80, 120 mM) ortamında kültüre almışlardır. Yalnızca tuzlu ortamlarda olan bitkilerin fide uzunluğu, fide yaş ve kuru ağırlığı tuz stresinden olumsuz etkilenmiştir. Poliamin işlemine maruz kalan tohumlar ise tuz stresine karşı daha dayanıklı hale gelmiştir ve tuzun olumsuz etkilerinin azaldığı belirlenmiştir.

Zhou ve Yu (2010), PEG teşvikli kuraklık stresine maruz kalmış bitki üzerinde serbest ve bağlı poliaminleri ayrıntılı bir şekilde çalışmışlar ve bitkinin su eksikliğine ya da kuraklık stresine maruz bırakıldığında aşırı miktarda poliamin biriktirerek yaşamını devam ettirdiğini tespit etmişlerdir.

Kivi meyvelerinin raf ömrünü uzatmak adına farklı konsantrasyonlarda daldırma yöntemiyle spermin (0.5, 1.0 ve 1.5 mM) ve spermidin (1.0, 1.5 ve 2.0 mM) ile işleme

tabi tutulmuştur. Poliaminlerle muamele edilmiş meyveler etilen üretimini 3 gün kadar geciktirdiği saptanmıştır (Jhalegar ve ark., 2012).

Poliamin seviyeleri stres koşulları altında değişmekte, bazı durumlarda stresin bir sonucu olarak artmaktadırlar. Tuzlu koşullar altında çeltikte putresin (Put) seviyelerinin arttığı saptanmıştır. Ayrıca, spermidinin (Spd) ve sperminin (Spm) tuzluluk stresi altında plazma zarının korunmasında ve dolayısıyla tuz toleransının arttırılmasındaki rolü belirlenmiştir (Zapata ve ark., 2004).

Kontrollü şartlarda *Atropa belladonna* bitkisinde poliaminlerin tohum çimlenmesinin tuz stresine karşı etkisi araştırılmıştır. NaCl konsantrasyonlarındaki artışla birlikte çimlenme önemli derecede azalmıştır. 50, 100 ve 150 mM NaCl konsantrasyonlarında 144 saat sonra yüzde çimlenme sırasıyla %70,%60 ve%40 olmuştur. 10^{-2} mM putresin ile önceden muamele edilmiş tohumlar yalnız tuzlu ortamlara göre çimlenme oranlarını arttırmıştır (Ali, 2000).

Kontrollü şartlarda yetiştirilen *I. tinctoria* (çivitotu) bitkisinin poliamin uygulaması ile çevresel stres koşullarına karşı tepkisini araştırılan bir çalışmada fideler tuz ve kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. Poliaminler (putresin, spermin, spermidin) 4 farklı dozda (0, 0.1, 1, 2 mM) yapraktan uygulanmıştır. Uygulama sonucunda fide veriminin arttığı görülmüştür. Bu uygulamalardan en iyi sonuç putresinden elde edilmiştir (Çömlekcioğlu ve Arikan, 2017).

Eksojen poliaminlerin (spermin ve putresinin), biber tohumun çimlenmesi ve radikula uzunluğu, hipokotil uzunluğu, taze ağırlık, kuru ağırlık gibi tuz stresindeki etkileri incelenmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça çimlenmede azalma olduğu görülmüştür. Putresin ve spermin uygulamasında çimlenmenin arttığı, NaCI varlığında hipokotil büyümesini azalttığı spermin uygulamasıyla birlikte bu durumun tersine çevrildiği görülmüştür. En iyi çimlenmenin 2 mM spermin x 200 mM NaCl uygulamasında olduğu görülmüştür. 0.01 mM Put x 200 mM NaCl ve 1 mM Put x 50 mM NaCl ortamlarında hipokotil ve radikül uzunluğu artmıştır (Koç ve ark., 2014).

Aztek tütünü (*Nicotiana rustica* L.) bitkisinde stres faktörü olarak tuz (50 mM NaCl) kullanılarak putresin ve spermidinin (0.5 mM) bitkilerinin büyüme ve fotosentez üzerindeki etkisi topraksız tarım ortamında incelenmiştir. Tuzluluk, kontrol grubuna göre bitkinin büyümesini azaltmıştır. Putresin uygulaması, kontrol bitkilerinin kuru ağırlığını arttırırken, spermidin azaltmıştır. Putresinin sadece köklerde tuzluluk stresini hafiflettiği gözlemlenirken, spermidin ise bu etkiyi hem sürgün hem de kök üzerinde göstermiştir. Tek başına tuz uygulamasında klorofilin önemli ölçüde azaldığı, klorofil

a/b oranının da düştüğü görülürken, poliamin uygulaması bu oranları arttırmıştır (Hajiboland ve Ebrahimi, 2011).

Tuz (NaCl), putresin (Put) ve bunların kombinasyonlarının (NaCI x Put) çimlenme ve kontrollü koşullar altında yetiştirilen ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkilerinin büyüme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tek başına tuz uygulaması dozuna bağlı olarak tohum çimlenmesini engellediği ya da geciktirdiği gözlemlenmiştir. Tuz x Putresin kombinasyonlarına bakıldığında putresinin tohumların çimlenmesini tetiklediği görülmüştür. Özellikle 200 mM NaCl x 1 Put ve/veya 2 mM Put kombinasyonlarına göre çimlenmeyi arttırdığı gözlemlenmiştir (Tekin ve Bozcuk, 1998).

Khan ve ark. (2012), poliaminlerin acı biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Acı biber tohumları putresin, spermidin ve spermin (25, 50, 75, 100 mM) büyüme düzenleyicileri içerisinde 25 ± 2 °C'de 48 saat bekletilmiştir. Sonuç olarak bu poliaminlerin çimlenme yüzdesini, süresini, gücünü, hızını arttırdığını ve düzenli çimlenme sağladığı görülmüştür. Ayrıca poliaminlerin etkilerinin kendi aralarında kıyaslama yapıldığında ise putresinin tohum çıkışı sağlamasında ve fide gelişiminde düşük seviyelerde (25 ve50 mM) daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur.

Mısır bitkisinde putresinin bitki üzerinde büyüme ve bazı fizyolojik parametrelere etkisini araştırmak amacıyla deneme kurulmuştur. Putresin yapraklara püskürtmek suretiyle 0.1 ve 0.2 mM dozlarında uygulanmıştır. Deneme sonucunda putresin uygulaması ile yaprak nispi su içeriği, prolin, ayçiçeği yapraklarının K ve Ca konsantrasyonlarını arttırarak, kuraklığın olumsuz etkisini hafiflettiği görülmüştür (Faisal ve Ibrahim, 2018).

Buğday bitkisinde kuraklık stresi altında putresinin fide gelişimi ve hücre bölünmesi üzerine etkisini incelemek amacıyla deneme kurulmuştur. Tohumlar 4 farklı putresin dozu ile (0, 0.01, 0.1 ve 1 mM) ön muamele işleminden geçtikten sonra PEG 6000 (0, -2, -4, -6, -8, -10 bar) ile oluşturulmuş ortamda 10 gün bekletilmiştir. Araştırma sonucunda PEG 6000 konsantrasyonu arttıkça fide gelişimine olumsuz etki ettiği görülmüştür. Putresin uygulaması ile özellikle 1 mM'lık dozun etkisi kuraklığın olumsuz yönünü azalttığı görülmüştür (Aydın ve ark., 2016).

Hasat sonrası kiraz meyvelerinde en dikkat edilmesi gereken konu çürüklük sorunudur. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte meyvelerde mantarsal hastalıkların arttığı görülmüştür. Bunun önüne geçmek için hasat sonrası meyvelere düşük dozda

putresin uygulaması yapılmıştır. Uygulamaların doku dayanıklılığını artırarak depolama süresini uzattığı ve çürüklük gelişimi üzerine önemli derecede koruyucu etki ettiği tespit edilmiştir (Bal, 2012).

2 kayısı çeşidinde yürütülen çalışmada meyveler 1 mM putresin veya spermidin ile muamele ederek 20°C'de 2 gün beklettiklerinde etilen üretiminin azaldığını, meyvenin sertliğini ve rengini koruduğunu göstermiştir (Koushesh Saba ve ark., 2012).

Mirdehghan ve ark. (2013), üzüm meyvesinin hasat sonrasında file vermesi, tanelerin yumuşaması ve fungus hastalıklarına karşı dirençsiz olması nedeniyle meyvelere putresin (0, 1, 2 mM) ve spermidin (0, 1, 2 mM) püskürtmüşlerdir. Putresin ve spermidin uygulamasının üzüm sıkılığını önemli ölçüde arttırdığı, depolama sırasında yaşanan meyve kaybını azalttığı görülmüştür. Ayrıca tanelerdeki yumuşaklığı, su kaybını, yaşanılabilecek fungal hastalıkları gidermede poliaminlerin işlevliğini kullanılabilirliği saptanmıştır.

Khan ve ark. (2007), yürüttükleri çalışmada erik meyvesinin yumuşaması ve etilen üretimini ele almışlardır. Bu çalışmada hasattan 1 hafta önce veya hasattan sonra putresin (0, 0.1, 1, 2 mM) püskürtülerek 0, 1 ve 6 hafta kadar bir süre boyunca 0 ±1°C'de % 90 ± 5 RH'de depolanmıştır. Putresin ile muamele edilmemiş meyvelere kıyasla etilen üretiminde azalma ve meyvelerde sıkılaşma olduğu görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

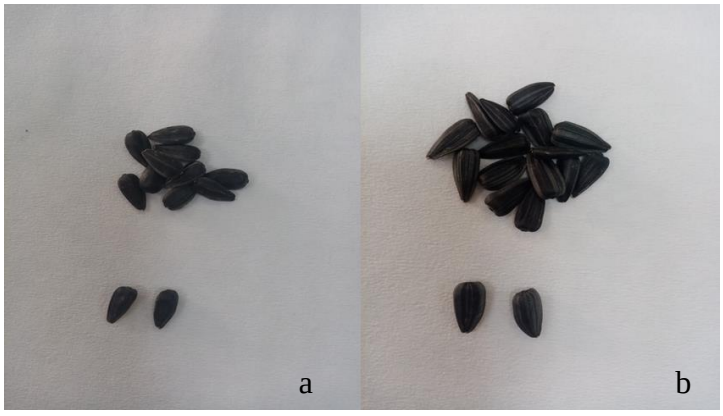
Bu tez çalışmasında *in vitro* koşullarda tuz stresinde ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) çimlenme ve fide gelişimine putresinin etkisinin belirlenmesi araştırılmıştır. Araştırmayla ilgili tüm denemeler, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarı ve iklim odasında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Çalışmada bitki materyali olarak bölgemizde yaygın olarak yetiştirilen MM54 (Pioneer) ve LL104 (Pioneer) ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin ticari olarak elde edilen tohumları kullanılmıştır.

MM54; mildiyö hastalığına ve orobanşa karşı yüksek seviyede toleranslıdır. Orta erkenci olum grubunda olup çok yüksek verim potansiyeline sahiptir. Çok güçlü kök sistemi sayesinde sık ekim şartlarında yüksek bir verime ulaştırır. Stres şartlarına yüksek seviyede tolerans gösterir. Orta bitki boyu ile sulanan şartlara iyi adapte olabilen bir çeşittir. Taneler tablada sıkı dizilişe sahip olduğundan dökülme sorunu yaşanmaz. Kendi kendine döllenme kabiliyeti yüksektir.

LL104; orobanşa ve midiyö hastalığının bilinen ırklarına karşı yüksek derecede toleranslıdır. Erkenci ve. yüksek verimlidir. Kuraklığa karşı dayanma gücü son derece yüksektir. Yağ oranı çok yüksektir. Hızlı büyüme ve gelişme kabiliyetine sahiptir. Tanedeki rutubeti kaybetmesi ve kuruma kabiliyeti hızlıdır. Toprak seçiciliği yoktur. Her türlü toprakta ekilebilir. Orta boyludur. Birinci ürün ekimlerden sonra, ikinci ürün ekimlere de uygundur.



Şekil 3.1. Denemede materyal olarak kullanılan ayçiçeği tohumları (a. MM54 ve b. LL104)

3.2. Yöntem

3.2.1. Alet ve ekipmanların sterilizasyonu

Tüm steril çalışmalar 0.22 µm porozitede hepa filtreye sahip yatay hava akışlı (laminar air flow) kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Steril kabinin çalışma yüzeyi kullanımdan önce %96'lık etil alkolle silinmiş ve 15 dakika süreyle UV ışığına maruz bırakılarak sterilize edilmiştir. Çalışma sırasında kullanılan fayans, kurutma kağıdı, besin ortamları, saf su ve benzeri ısıya dayanıklı tüm malzemeler, uygun kapların içinde veya paketlenerek otoklavda 121°C' de 1.5 atm basınç altında 20 dakika süreyle steril edilmiştir.

Kontaminasyona sebebiyet vermemek için otoklav sterilizasyonu sonrası şişelerin ve kavanozların kapakları kontrol edilerek gevşeyenler sıkıştırılmış ve kapakların etrafı streç film ile sarılarak hava ile teması kesilmiştir. Usulüne uygun şekilde sterilizasyonu tamamlanan malzemeler, kullanılıncaya kadar laboratuvar dolabında kapalı olarak muhafaza edilmiştir. Çalışma sırasında sıklıkla kullanılan pens ve bisturi ise çalışma esnasında steril kabin içerisinde alkol yardımıyla alevde sterilize edilmiştir.

3.2.2. Stok çözeltilerin hazırlanması

Yapılan çalışmanın tamamında tuz ve putresin ilavesiyle modifiye edilen MS (Murashige ve Skoog, 1962) besin ortamı kullanılmıştır. Hem maliyetin azaltılması, hem de modifikasyonun kolayca yapılabilmesi amacıyla tüm ortamlar stok çözeltiler ile hazırlanmıştır. MS temel besin ortamını hazırlayabilmek için gerekli olan makro ve mikro besin elementlerinin, Fe-EDTA'nın ve vitaminlerin stok çözeltileri ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Makro besin elementleri için; gerekli olan maddelerden normal konsantrasyonlarının 20 katı olacak şekilde stok çözelti hazırlanmıştır (Çizelge 3.1). Maddeler; hassas terazide tartıldıktan sonra, çoktan aza doğru 700 ml saf su içerisine sırasıyla ilave edilmiş, manyetik karıştırıcı yardımıyla tamamı çözündükten sonra ise hacmi saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Stok çözelti amber renkli cam laboratuvar şişesinde buzdolabında 4ºC'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. MS besin ortamı makro besin elementlerinin stok çözeltisi

Makro Elementler	Kimyasal Formülü	MS İçeriği (mg/L)	x20 Stok (g/L)
Amonyum nitrat	NH_4NO_3	1650	33
Potasyum nitrat	KNO_3	1900	38
Magnezyum sülfat	$MgSO_4.7H_2O$	370	7.4
Kalsiyum klorür	$CaCl_2.2H_2O$	440	8.8
Potasyum dihidrofosfat	KH_2PO_4	170	3.4

Mikro besin elementleri için; gerekli maddelerden normal konsantrasyonlarının 100 katı olacak şekilde stok çözelti hazırlanmıştır (Çizelge 3.2). Maddeler; hassas terazide tartıldıktan sonra, çoktan aza doğru 700 ml saf su içerisine sırasıyla ilave edilmiş, manyetik karıştırıcı yardımıyla tamamı çözündükten sonra ise hacmi saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Stok çözelti amber renkli cam laboratuvar şişesinde buzdolabında 4ºC'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.2. MS besin ortamı mikro besin elementlerinin stok çözeltisi

Mikro Elementler	Kimyasal Formülü	MS İçeriği (mg/L)	×100 Stok (mg/L)
Mangan sülfat	$MnSO_4.4H_2O$	22.3	4460
Çinko sülfat	$ZnSO_4.7H_2O$	8.6	1720
Borik asit	H_3BO_3	6.2	1240
Potasyum iyot	KI	0.83	166
Sodyum molibdat	$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25	50
Bakır sülfat	$CuSO_4.5H_2O$	0.025	5
Kobalt klorür	$CoCl_2.6H_2O$	0.025	5

Demir bir mikro besin içerisinde olmasına rağmen şelatlanmış formda ortama ilave edildiği için; Fe-EDTA stok çözeltisi ayrıca hazırlanmıştır. Bu amaçla; 5.57g demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$) ve 7.45g Sodyum-EDTA ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8$) kullanılmıştır. Maddeler hassas terazi ile ayrı ayrı tartıldıktan sonra 350'şer ml saf su içeren iki ayrı erlen içinde manyetik karıştırıcı kullanılarak çözelti haline getirilmiştir. Hazırlanan her iki çözelti hafifçe ısıtıldıktan sonra birleştirilmiş ve oda sıcaklığına geldiğinde hacmi saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Şelatlama işleminin tamamlanabilmesi için çözelti ısıya dayanıklı amber renkli cam şişeye konularak, ağzı kaplı bir şekilde otoklavda 121ºC'de 1.5 atm basınç altında 20 dk sterilize edilmiştir. İşlem sonrasında oda sıcaklığına gelen çözelti, buzdolabında 4ºC de muhafaza edilmiştir.

Vitaminler için; gerekli maddelerin normal konsantrasyonlarının 100 katı olacak şekilde stok çözelti hazırlanmıştır (Çizelge 3.3). Maddeler; hassas terazide tartıldıktan sonra, çoktan aza doğru 700 ml saf su içerisine sırasıyla ilave edilmiş, manyetik karıştırıcı yardımıyla tamamı çözündükten sonra ise hacmi saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Stok çözelti amber renkli cam laboratuvar şişesinde buzdolabında 4ºC'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.3. MS besin ortamı vitaminlerinin stok çözeltisi

Genel Adı	Kimyasal Formülü	MS İçeriği(mg/L)	×100 Stok (mg/L)
Glisin	$C_2H_5NO_2$	2	200
Nikotinik Asit	$C_6H_5NO_2$	0.5	50
Pridoksin HCl	$C_8H_{11}NO_3$. HCl	0.5	50
Thiamin HCl	$C_{12}H_{17}ClN_4OS$. HCl	0.1	10

3.2.3. Denemede kullanılan besin ortamları

Çalışmada tuz (NaCl) ve putresin (Put) ilavesiyle modifiye edilen MS (Murashige ve Skoog, 1962) temel besin ortamı kullanılmıştır. MS temel besin ortamı kontrol grubunu oluşturmuştur. MS besin ortamının tuz (NaCl) ve Putresin (Put) kullanılarak hazırlanan formları da denemedeki diğer ortam kombinasyonlarını oluşturmuştur. Çizelge 3.4'de belirtildiği gibi denemelerde 5 farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl), 5 farklı Putresin konsantrasyonu (0, 0.5, 1, 2, 4 mM Put) ve bunların kombinasyonlarını içeren (NaCl x Put) 30 farklı ortam hazırlanmıştır.

Çizelge 3.4. Kullanılan besin ortamları kombinasyonları (mM)

	Put		**Put**		**Put**		**Put**		**Put**
0 NaCl	0	50 NaCl	0	100 NaCl	0	150 NaCl	0	200 NaCl	0
	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5
	1.0		1.0		1.0		1.0		1.0
	2.0		2.0		2.0		2.0		2.0
	4.0		4.0		4.0		4.0		4.0

Denemelerde 2 çeşit için, 5 tekerrür ve her tekerrürde 50 ml besin ortamı gerekli olduğu için toplamda her kombinasyondan 500 ml ortama ihtiyaç duyulmuş ve 500 ml olacak şekilde hazırlık yapılmıştır.

MS temel besin ortamı için; yaklaşık 350 ml saf su içine makro elementlerinin stok çözeltisinden 25 ml, mikro elementlerinin stok çözeltisinden 2.5 ml, Fe-EDTA stok çözeltisinden 2.5 ml ve vitamin stok çözeltisinden 500 µL pipet yardımıyla ilave

edilmiştir. MS temel bileşenlerinden biri olan Myo-inositol'den (50 mg) ve sakarozdan da (15 g) hassas terazide tartılarak sırasıyla çözeltiye ilave edilmiştir. Manyetik karıştırıcı ile homojen bir çözelti elde edildikten sonra ortamın pH' sı 5.8'e ayarlanmış ve hacim saf su ile 500 mL'ye tamamlanmıştır. Otoklava dayanıklı cam şişeye aktarılan ortamın içine yarı katılaşmayı sağlamak için %0.8 agar (4g agar) hassas terazide tartılarak ilave edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Besin ortamının hazırlanışı

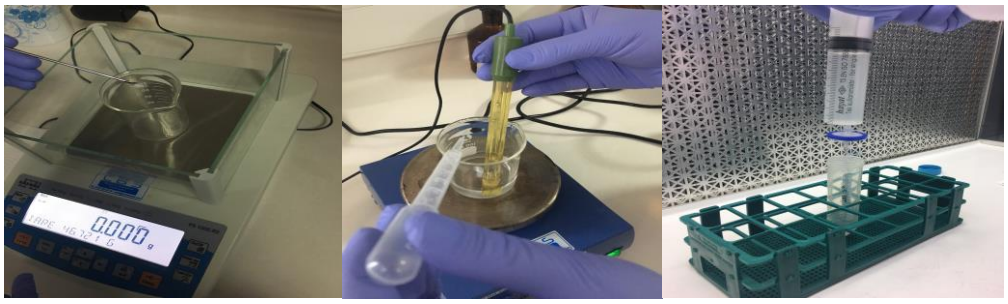
Otoklava dayanıklı cam şişelerin kapakları kapatıldıktan sonra besin ortamlarının sterilizasyonu otoklavda 121°C'de 1.5 atm basınç altında 20 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir. Sterilizasyon tamamlandıktan sonra, aynı koşullarda sterilize edilen 200 ml'lik cam kavanozlara steril kabin içinde 50 ml olacak şekilde steril pipet ile paylaştırılmıştır. Steril kabin içinde soğuma gerçekleşince kavanozların kapakları kapatılarak kapakların etrafı streç film ile sarılmış ve 15 dk UV ile tekrar sterilize edilerek kabin dışına alınmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Besin ortamlarının steril kabin içerisinde kavanozlara dağıtılması

Denemede kullanılacak 5 farklı tuz (NaCI) konsantrasyonu içeren ortamlarda; stok çözeltilerden MS temel besin ortamı hazırlanmış ve 0 mM (NaCI) olarak kabul edilmiştir. Diğer konsantrasyonları oluşturabilmek için açıklandığı gibi MS hazırlandıktan sonra sırasıyla 1.46 g (50 mM), 2.92 g (100 mM), 4.38 g (150 mM) ve 5.84 g (200 mM) NaCl hassas terazide ayrı ayrı tartılarak hazırlama sırasında besin ortamlarına ilave edilmiştir. Besin ortamları, pH'sı 5.8 ve hacmi 500 ml olacak şekilde ayarlandıktan sonra ısıya dayanıklı cam şişelerde kapakları kapalı olarak otoklavda 121°C'de 1.5 atm basınç altında 20 dakika süreyle sterilize edilmiştir Sterilizasyon tamamlandıktan sonra; 200 ml'lik steril cam kavanozlara steril kabin içinde 50 ml olacak şekilde steril pipet ile paylaştırılmıştır. Steril kabin içinde soğuma gerçekleşince kavanozların kapakları kapatılarak kapakların etrafı streç film ile sarılmış ve 15 dk UV ile tekrar sterilize edilerek kabin dışına alınmıştır.

Denemede kullanılacak 5 farklı putresin (Put) konsantrasyonu içeren ortamlarda; putresinin kimyasal yapısı ısıya hassas olduğu için otoklav sonrası filtre sterilizasyonu yapılarak besin ortamlarına ilave edilmiştir. Putresin ilave edileceği için bu gruptaki ortamların hacimleri 450ml'ye tamamlanarak otoklavda sterilize edilmiştir. Otoklav sonrasında besin ortamlarının sıcaklığı yaklaşık 50 °C'ye geldiğinde hazırlanan Put çözeltileri steril kabin içinde steril pipet yardımıyla ortamlara eklenmiştir. Böylece toplam hacim 500 ml olurken, gereken konsantrasyonlarda putresinde ortama ilave edilmiştir. Putresin çözeltileri için konsantrasyonlar oluşturulurken; 0.5 mM Put için 40.28 mg, 1 mM Put için 80.55 mg, 2 mM Put için 161.1 mg ve 4 mM Put için 322.2 mg madde kullanılmıştır. Her biri ayrı ayrı saf su içinde çözündükten sonra pH'sı 5.8'e ayarlanmış ve hacimleri saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Steril kabin içinde 0.22 nm hepa filtre ile steril edilmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.4).



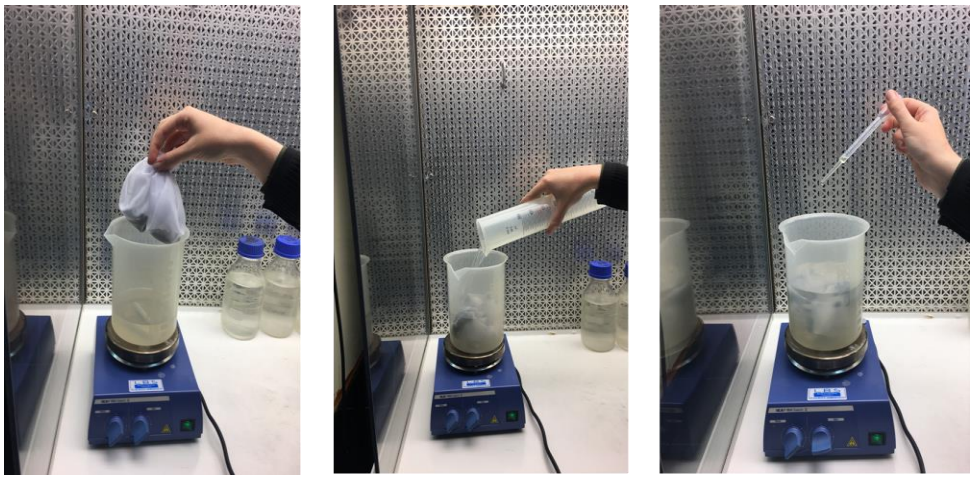
Şekil 3.4 Putresin çözeltisinin hazırlanması

Denemede kullanılacak tuz (NaCl) ve putresin (Put) içeren ortamlarda; putresin ilave edileceği için gerekli olan tuz ilaveleri yapıldıktan sonra pH'ları 5.8'e ayarlanmış, hazırlanan ortamların hacimleri 450 ml'ye tamamlanmıştır. Otoklav sonrasında besin ortamlarının sıcaklığı yaklaşık 50 °C'ye geldiğinde hazırlanan farklı konsantrasyonda putresin içeren 50 ml steril çözelti, steril kabin içinde steril pipet yardımıyla ortamlara eklenmiştir.

3.2.4. Tohumların sterilizasyonu

Denemede kullanılacak tohumlar, eşit büyüklükte ve görüntüde olmasına özen gösterilerek sayılmış ve ardından sterilizasyon işlemi için tülbent ile yapılan keseye alınmıştır. Tohumlar akan musluk suyu altında 10 dakika kadar yıkanarak ön sterilizasyon işleminden geçirilmişlerdir.

Ön sterilizasyon sonrasında steril kabin içinde sterilizasyon işlemine geçilmiştir. İlk olarak kese içerisinde bulunan tohumlar %96'lık etil alkolde 1 dakika tutulmuştur. Ardından steril saf su ile durulanmıştır. Tohum keseleri sonrasında 1-2 damla Tween-20 ilave edilen 250 ml %10'luk çamaşır suyu (%50 NaOCl içeren ticari hipoklorit, Yetiş) çözeltisinde 10 dakika tutulmuş, sürenin sonunda 3-4 kez steril saf su ile durulanarak işlem tamamlanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Tohumların sterilizasyonu

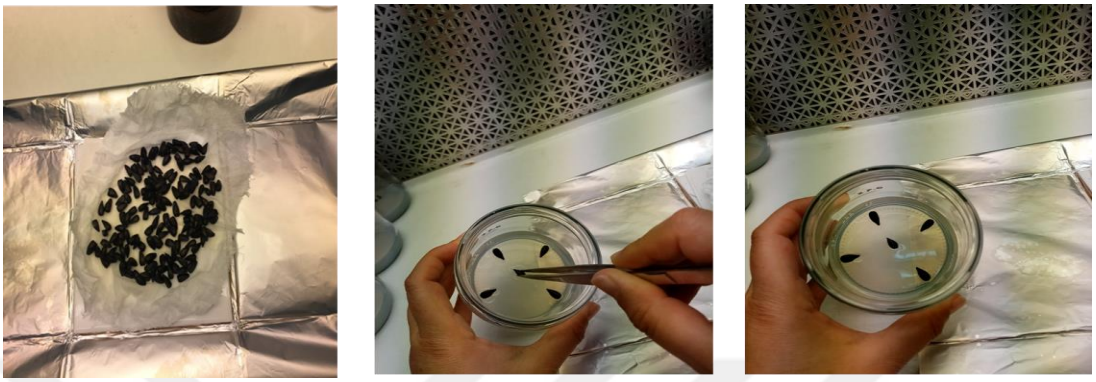
3.2.5. Tohumların ortamlara yerleştirilmesi

Sterilizasyon işlemi sonrasında tohumların keseleri kabin içerisinde steril fayans üzerinde steril bisturi yardımıyla açılmıştır. Tohumlar kuruyuncaya kadar bırakılmıştır.

Tohumlar hazırlanan besin ortamlarına her kavanozda 5 adet tohum olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kavanozların kapakları sıkıca kapatılmış ve dışarıdan hava

teması olmaması için streç film yardımıyla açılma noktaları sarılmıştır. Kavanozların üzerine çeşit, kültüre alma tarihi ve tekerrür numaraları yazıldıktan sonra 16 saat fotoperiyot, %62-64 oransal nem, 24±1°C sahip sabit kültür şartlarında olan iklim odasında çimlenmeye bırakılmıştır.

1



Şekil 3.6 Steril tohumların ortamlara yerleştirilmesi

3.3. Gözlem ve Ölçümler

3.3.1. Çimlenme indeksi

Tohumların ekim yapıldıktan sonra her gün sayılmıştır ve radikula uzunluğu 2 mm olunca tohum çimlenmiş kabul edilmiştir (ISTA, 2003). Elde edilen veriler çimlenen tohum sayısının sayılan günlere bölünmesiyle çimlenme indeksi bulunmuştur (Wang ve ark., 2004).

$$Çİ= n_1/t_1 + n_2/t_2 + \ldots\ldots\ldots + n_n/t_n$$

Formüldeki n_1, n_2… çimlenen tohum sayısını, t_1, t_2…. çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını ifade etmektedir (Akıncı ve Çalışkan, 2010).

3.3.2. Çimlenme hızı (%)

Tohumların ekiminden 4 gün sonra sayımları yapılarak çimlenen tohum sayısı belirlenmiş ve bu rakam oranlanarak çimlenme hızı yüzde (%) olarak tespit edilmiştir (Şehirali, 1997). Her bir konsantrasyona ait çimlenme hızına ait değerler tekerrürlü ortalamaları alınarak formüle göre yüzde (%) olarak kaydedilmiştir (ISTA, 2013).

ÇH (%)= (100xÇT)/TT

Burada ÇT çimlenen tohum sayısını, TT ise toplam kültüre alınan tohum sayısını ifade etmektedir.

3.3.3. Çimlenme gücü (%)

Ekim yapıldıktan 10 gün sonra sayımları yapılmış ve çimlenen tohumlara göre formül ile yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Akıncı ve Çalışkan, 2010).

ÇG (%)= (100xÇT)/TT

Formülde ÇT çimlenen tohum sayısını, TT kültüre alınan toplam tohum sayısını göstermektedir (ISTA, 2013).

3.3.4. Ortalama çimlenme süresi (gün)

Günlük olarak belirlenen çimlenme değerleri formüle yerleştirilerek gün olarak ortalama çimlenme süresi belirlenmiştir. Formüle göre ortalama çimlenme süresi çimlenen tohum sayısı ile çıkış gün sayısı çarpımları toplamının, toplam çıkan tohum sayısına bölünmesi ile elde edilen değer gün olarak kaydedilmiştir.

OÇS=Σ(n x d) / Σn

Formülde n: sayımın yapıldığı gün çimlenen tohum sayısı, d: sayımın yapıldığı günü, Σn toplamda çimlenen tohum sayısını göstermektedir (Arabacı, 2015).

3.3.5. Tuz tolerans indeksi (%)

Her ortam için o ortamda çimlenmiş tohumlar baz alınarak tuz tolerans indeksleri % olarak belirlenmiştir

TTİ= (A/B)*100

A: Uygulama yapılan ortamlardaki çimlenme,

B: Kontrol grubunda çimlenme ifade eder (Grattan ve Grieve, 1999; Aydın ve Atıcı, 2016).

3.3.6. Fide kök uzunluğu (cm)

Her bir ortamda ekimden bir ay sonra elde edilen fideler besin ortamlarından yavaşça ayrılmış ve fidelerin kök uzunlukları zaman kaybetmeden cm olarak kaydedilmiştir.

3.3.7. Fide gövde uzunluğu (cm)

Her bir ortamda ekimden bir ay sonra elde edilen fideler besin ortamlarından yavaşça ayrılmış ve fidelerin gövde uzunlukları zaman kaybetmeden cm olarak kaydedilmiştir.

3.3.8. Kök yaş ağırlığı (mg)

Her bir ortamda ekimden bir ay sonra elde edilen fideler besin ortamlarından yavaşça ayrılmış ve su ile yıkanarak temizlenmiştir. Yıkama kaynaklı suyu uzaklaştırmak için kağıt havlu arasında kısa süre tutulan fidelerden bisturi ile kesilip ayrılan kökler, zaman kaybetmeden hassas terazi ile tartılmış ve birimi mg olarak kaydedilmiştir.

3.3.9. Gövde yaş ağırlığı (mg)

Her bir ortamda ekimden bir ay sonra elde edilen fideler besin ortamlarından yavaşça ayrılmış ve bisturi ile kesilip ayrılan gövde kısmı, zaman kaybetmeden yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmış ve birimi mg olarak kaydedilmiştir.

3.3.10. Kök kuru ağırlığı (mg)

Yaş ağırlıkları belirlendikten sonra kökler kese kağıdına konularak 70°C'lik etüvde kurutulmuş, hassas terazide tartılarak ağırlığı mg olarak kaydedilmiştir.

3.3.11. Gövde kuru ağırlığı (mg)

Yaş ağırlıkları belirlendikten sonra gövde kısımları kese kağıdına konularak 70°C'lik etüvde kurutulmuş, hassas terazide tartılarak ağırlığı mg olarak kaydedilmiştir.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Tez çalışmasıyla ilgili tüm denemeler 2 ayçiçeği çeşidi (MM54 ve LL104), 5 farklı tuz (NaCl) konsantrasyonu, 5 farklı putresin (Put) konsantrasyonu ve her bir uygulama 5 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Her tekerrürde ise toplam 5 adet bitki denemeye alınmıştır. Tüm denemeler "Tesadüf Parselleri Deneme Deseni" ne göre planlanmıştır. Deneme sonunda elde edilen veriler MSTAT-C istatistik programı (Michigan State University, 1994) ile analiz edilmiştir. İstatistiki olarak önemli bulunan değerler için LSD testine göre gruplandırılarak harflendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu çalışma ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan MM54 (Pioneer) ve LL104 (Pioneer) ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinde *in vitro* koşullarda oluşturulan tuz stresinde çimlenme ve fide gelişimine putresin etkisinin belirlenmesi amacıyla araştırma yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlarda MSTAT-C istatistik programı ile varyans analizi yapılmış, önemli çıkan parametrelerde LSD testi uygulanarak önem grupları oluşturulmuş ve çıkan sonuçlar başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

4.1. Çimlenme İndeksi

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen çimlenme indekslerine ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.1'de, verilmiştir.

Çizelge 4.1. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme indekslerine ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	18.774	18.774	92.8724**
Tuz (T)	4	626.576	156.644	774.8763**
Ç x T	4	19.295	4.824	23.8615**
Putresin (PUT)	4	24.632	6.158	30.4616**
Ç x PUT	4	1.384	0.346	1.7118
T x PUT	16	8.056	0.503	2.4906*
Ç x T x PUT	16	3.264	0.204	1.0093
Hata	200	40.431	0.202	
Genel	249	742.412		

CV: %17.41, ** ** : P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi çeşit (Ç), tuz (T), çeşit x tuz (Ç x T) ve putresin (Put) uygulamalarının çimlenme indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde (P<0.01), tuz x putresin (T x Put) interaksiyonunun etkisi ise %5 (P<0.05) seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşit x putresin (Ç x Put) ve Çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının çimlenme indeksi üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama çimlenme indeksi değerleri ise Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme indeksleri

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	4.32	4.46	4.95	4.33	4.17	**4.45 B**	**2.31 B**
		50	3.90	4.11	3.53	3.36	2.46	**3.47 C**	
		100	1.69	2.12	1.71	1.28	1.09	**1.58 E**	
		150	1.38	1.46	1.36	1.19	1.01	**1.28 E**	
		200	0.41	0.83	1.07	0.83	0.67	**0.76 F**	
		Ort. (ÇxPut)	**2.34**	**2.60**	**2.52**	**2.20**	**1.88**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	5.55	5.30	5.62	5.07	4.62	**5.23 A**	**2.86 A**
		50	4.63	4.83	4.55	4.28	3.86	**4.43 B**	
		100	3.21	3.39	3.26	2.37	1.73	**2.79 D**	
		150	1.57	1.74	1.66	0.78	0.65	**1.28 E**	
		200	0.48	0.78	0.71	0.42	0.34	**0.55 F**	
		Ort. (ÇxPut)	**3.09**	**3.21**	**3.16**	**2.59**	**2.24**		
$LSD_{\%1Ç}$, $LSD_{\%1Ç \times T}$: 0.331									

Çizelge 4.3. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme indekslerine ait ortalama değerler

Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	4.93 ab	4.88 b	5.28 a	4.70 bc	4.40 cde	**4.84 A**
	50	4.27 de	4.47 cd	4.04 ef	3.82 f	3.16 g	**3.95 B**
	100	2.45 h	2.76 h	2.49 h	1.82 ı	1.42 j	**2.19 C**
	150	1.47 ıj	1.60 ıj	1.51 ıj	0.99 k	0.83 klm	**1.28 D**
	200	0.44 m	0.80 klm	0.89 kl	0.63 klm	0.50 lm	**0.65 E**
	Ort. (Put)	**2.71 A**	**2.90 A**	**2.84 A**	**2.39 B**	**2.06 C**	
$LSD_{\%5T \times Put}$: 0.396 **$LSD_{\%1T}$:0.234** **$LSD_{\%1Put}$:0.234**							

Çeşitlerin (Ç) çimlenme indekslerine bakıldığında 2.86 değeri ile LL104 çeşidinin, 2.31 değerine sahip MM54 çeşidine göre daha yüksek çimlenme indeksine sahip olduğu belirlenmiştir.

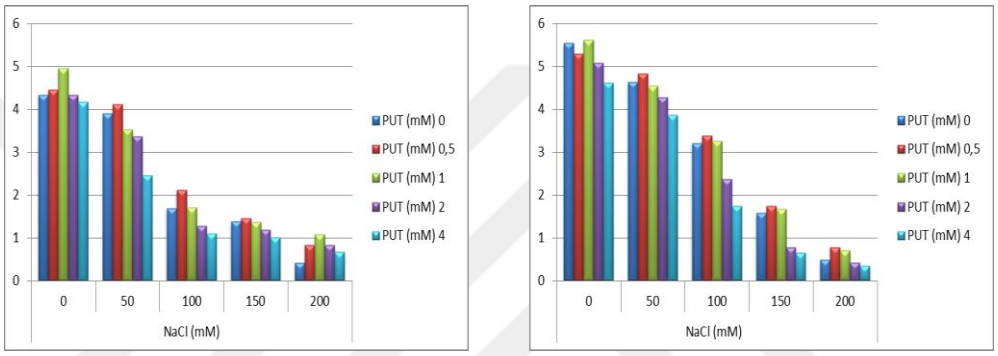
Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek çimlenme indeksi 0 mM NaCl içeren ortamlardan (4.84), en düşük çimlendirme indeksi değeri ise 200 mM NaCl içeren ortamlardan (0.65) elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak çimlenme indeksinde azalma olduğu, en yüksek çimlenme indeksi değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %87 olduğu belirlenmiştir (EK- 1).

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında 0 mM, 0.5 mM ve 1 mM istatistiki olarak aynı grupta yer almalarına rağmen en yüksek çimlenme

indeksi 2.90 değeri ile 0.5 mM Put içeren ortamlardan, en düşük çimlenme indeksi ise 2.06 değeri ile 4 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %24 oranında bir azalma tespit edilmiştir (EK- 1).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek çimlenme indeksi LL104 çeşidinde 0 mM NaCI (5.23) içeren ortamlarda görülürken, en düşük çimlenme indeksi değeri yine aynı çeşidin 200 mM NaCI (0.55) içeren ortamlarında belirlenmiştir.

Tuz (T) x Putresin (Put) interaksiyonunda en yüksek çimlenme indeksi 5.28 değeri ile 0 mM NaCI x 1 mM Put içeren ortamlardan elde edilirken, en düşük çimlenme indeksi 0.44 değeri ile 200 mM NaCI x 0 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir.



Şekil 4.1. MM54 ve LL104 çeşitlerinin çimlenme indeksleri

Yağlık ayçiçeği çeşitlerinin tuzlu ortamda (0, 25, 50, 100 mM NaCl) yetiştirildiklerinde tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak çimlenme ve fide gelişimlerinin azaldığını en yüksek konsatrasyonda en az çimlenmenin gerçekleştiğini ifade etmişlerdir (Karaca Öner ve Kırlı, 2020). Moghanibashi ve ark. (2012), ayçiçeği tohumlarına 24 saat hidropriming işlemi uygulayarak bu tohumların tuzlu koşullarda çimlenmeye olan etkisini araştırmışlar ve çalışmaları sonucunda artan tuz konsantrasyonu ile çimlenmeyi azaltıcı etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Dionisio Sese ve Tobita (1998), ekimden 3 hafta sonra elde ettikleri çeltik fidelerini 1 hafta süre boyunca 0, 6, 12 $dS.m^{-1}$ tuz dozlarına uygulamışlar ve uygulama sonucunda tuz konsantrasyonlarının artışıyla birlikte büyüme hızında azalma olduğunu belirlemişlerdir. Kusvuran (2015), macar fiği tohumlarının 5 farklı NaCI (0, 50, 100, 150, 200 mM) konsantrasyonları içeren petrilerde çimlendirildiklerinde NaCI konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranında azalma olduğu görülmüştür.

Araştırmamızda belirlenen çimlenme indeksleri genel olarak değerlendirildiğinde; benzer şekilde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenmenin ve çimlenme hızının azaldığı, bu durumun da çimlenme indeksine azaltıcı

yönde etki yaptığı görülmüştür. Putresin konsantrasyonundaki artış, 1 mM'dan sonra çimlenme indeksini olumsuz etkilemiştir. Tuz ve putresinin birlikte kullanımında tek başlarına kullanıma göre çimlenme indeksini daha yüksek tuttulduğu ifade edilebilir (Şekil 4.1). Putresin uygulaması ise bu olumsuz durumu hafifletmiştir. Bu durum, tuzun birçok fizyolojik olayı olumsuz etkilemesinden kaynaklanmış olabileceği, putresinin ise stresi azaltıcı etkileri nedeniyle bitki büyümesine yardımcı olduğu şeklinde ifade edilebilir.

4.2. Çimlenme Hızı (%)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen çimlenme hızlarına ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.4'de, verilmiştir.

Çizelge 4.4. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme hızına ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	78.400	78.400	1.2250
Tuz (T)	4	355016.775	88754.194	1386.7858**
Ç x T	4	137.600	34.400	0.5375
Putresin (Put)	4	1385.597	346.399	5.4125**
Ç x Put	4	393.600	98.400	1.5375
T x Put	16	3878.398	242.400	3.7875**
Ç x T x Put	16	1990.399	124.400	1.9438
Hata	200	12799.986	64.000	
Genel	249	375680.755		

CV: %28.01, ** P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tuz (T), putresin (Put), tuz x putresin (T x Put) uygulamalarının çimlenme hızı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde (P<0.01) önemli bulunmuştur. Çeşit, çeşit x tuz (Ç x T), çeşit x putresin (Ç x Put) ve çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının çimlenme hızı üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama çimlenme hızı değerleri ise Çizelge 4.5. ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme hızları %

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	92.00	96.00	96.00	96.00	92.00	**94.40**	**28.00**
		50	68.00	44.00	28.00	32.00	52.00	**44.80**	
		100	4.00	0.01	0.01	0.01	0.01	**0.80**	
		150	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	**0.01**	
		200	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	**0.01**	
		Ort. (Ç x Put)	**32.80**	**28.00**	**24.80**	**25.60**	**28.80**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	96.00	96.00	92.00	100.00	92.00	**95.20**	**29.12**
		50	60.00	56.00	44.00	48.00	36.00	**48.80**	
		100	8.00	0.01	0.01	0.01	0.01	**1.60**	
		150	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	**0.01**	
		200	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	**0.01**	
		Ort. (Ç x Put)	**32.80**	**30.40**	**27.20**	**29.60**	**25.60**		

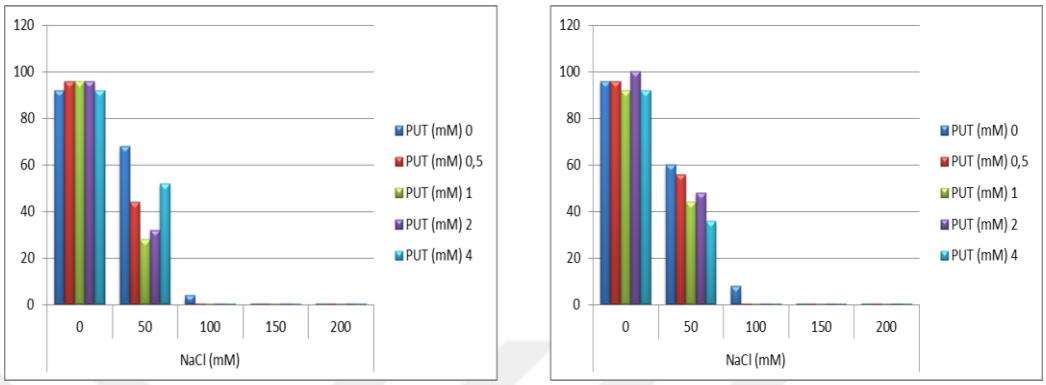
Çizelge 4.6. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme hızlarına ait ortalama değerler

Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	94.00 a	96.00 a	94.00 a	98.00 a	92.00 a	**94.80 A**
	50	64.00 b	50.00 c	36.00 d	40.00 d	44.00 cd	**46.80 B**
	100	6.00 e	0.01 e	0.01 e	0.01 e	0.01 e	**1.20 C**
	150	0.01 e	0.01 e	0.01 e	0.01 e	0.01 e	**0.01 C**
	200	0.01 e	0.01 e	0.01 e	0.01 e	0.01 e	**0.01 C**
	Ort. (Put)	**32.80 A**	**29.20 AB**	**26.00 B**	**27.60 B**	**27.20 B**	
$LSD_{\%1T \times Put}$: 9.304		**$LSD_{\%1T}$: 4.161**		**$LSD_{\%1Put}$: 4.161**			

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek çimlenme hızı 0 mM NaCl içeren ortamlardan (%94.80), en düşük çimlenme hızı değeri ise 150 ve 200 mM NaCl (%0.01) içeren ortamlardan elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak çimlenme hızında azalma olduğu en yüksek çimlenme hızı değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %100 olduğu belirlenmiştir (EK- 2).

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına göre en yüksek çimlenme hızı %32.80 değeri ile 0 mM Put içeren ortamlardan, en düşük çimlenme hızı ise %26.00 değeri ile 1 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %17 oranında bir azalma tespit edilmiştir (EK- 2).

Tuz (T) x putresin (Put) interaksiyonunda en yüksek çimlenme hızı %98.00 değeri ile 0 mM NaCI x 2 mM Put içeren ortamlardan elde edilirken, en düşük çimlenme hızı %0.01 değeri ile tüm Put konsantrasyonlarında 100, 150 ve 200 mM NaCI içeren ortamlarda (100 mM NaCI x 0 mM Put hariç) elde edilmiştir.



Şekil 4.2. MM54 ve LL104 çeşitlerinin çimlenme hızları

Eskandari ve Kazemi (2011), ekmeklik buğday çeşitlerinde yürüttükleri bir çalışmada tuz yoğunluğunun artmasıyla beraber çimlenme hızında bir azalma olduğunu saptamışlardır. Elkoyunu (2013), mercimek çeşitlerinin çimlenmesi üzerinde farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 5, 10, 20 dS/m) etkisini araştırdığı çalışmasında artan tuz konsantrasyonunun çimlenmeyi olumsuz etkilediği belirlemiştir. Benlioğlu ve Özkan (2015), 5 farklı tuz konsantrasyonu (3, 6, 9, 12 ve 15 g/l) kullandıkları araştırmalarında tuzun arpa çeşitlerinde çimlenme hızını azalttığını ve artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme süresinin uzadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca çimlenen tohum sayısının 4. günden sonraki günlerde artış gösterdiği belirlenmiştir. Dumlupınar ve ark. (2007), 14 makarnalık buğday genotipinin çimlenme ve fide döneminde tuza verdikleri tepkileri belirlemek için yürüttükleri araştırmalarında tuzluluk arttıkça çimlenme hızı ve çimlenme oranının azaldığı ayrıca tohumlarda çimlenme olmadığı veya geç çimlendiğini tespit etmişlerdir. Putresin, tohumların su alımını hızlandırarak, tuzluluk stresi altında tohumların çimlenmesi için gerekli su miktarını azaltarak ve tuzlu koşullarda hücre bölünmesini artırarak, tuzluluğun çimlenme üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldırabilmektedir (Tekin ve Bozcuk, 1998).

Araştırmamızda elde ettiğimiz çimlenme hızı değerleri genel olarak değerlendirildiğinde tuz ve putresin konsantrasyonu arttıkça çimlenmenin azaldığı ve/veya geciktiği, bu durumun da çimlenme hızını azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Çimlenme hızının konsantrasyon artışına bağlı olarak azaldığı, NaCl, Put

ve NaCl x Put interaksiyonlarında kontrol grubuyla kıyaslandığında düşük değerler elde edildiği tespit edilmiştir. Konsantrasyon artışına bağlı olarak yaşanan gecikme ve engelleme nedeniyle çimlenme hızının hesaplandığı 4. gün değerlerinin çok düşük olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Yaşanan bu durumun kimyasalların stres oluşturması nedeniyle yaşandığı, putresin uygulamasının tuz stresinde çimlenme hızını artırıcı bir etkisi olmadığı şeklinde yorumlanabilir (Şekil 4.2).

4.3. Çimlenme Gücü (%)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen çimlenme gücüne ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme gücüne ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	1742.400	1742.400	13.2805**
Tuz (T)	4	159232.000	39808.000	303.4146**
Ç x T	4	8057.600	2014.400	15.3537**
Putresin (Put)	4	2224.000	556.000	4.2378*
Ç x Put	4	777.600	194.400	1.4817
T x Put	16	8064.000	504.000	3.8415**
Ç x T x Put	16	4422.400	276.400	2.1067
Hata	200	26240.000	131.200	
Genel	249	210760.000		

CV: %16.75, ** P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.7'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi çeşit (Ç) tuz (T), çeşit x tuz (Ç x T), tuz x putresin (T x Put) etkileşimleri istatistiki olarak çimlenme gücüne göre %1 seviyesinde (P<0.01) önemli bulunurken; putresin (Put) %5 seviyesinde (P<0.05) önemli olduğu tespit edilmiştir. Çeşit x putresin (Ç x Put), çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının çimlenme gücü üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama çimlenme gücü değerleri ise Çizelge 4.8'de ve Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme gücü %

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	100.00	96.00	100.00	100.00	96.00	**98.40 A**	**65.76 B**
		50	84.00	88.00	88.00	92.00	88.00	**88.00BC**	
		100	60.00	60.00	72.00	44.00	64.00	**60.00 D**	
		150	36.00	44.00	48.00	48.00	52.00	**45.60 E**	
		200	24.00	44.00	52.00	36.00	28.00	**36.80 F**	
		Ort. (ÇxPut)	**60.80**	**66.40**	**72.00**	**64.00**	**65.60**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	100.00	96.00	100.00	100.00	96.00	**98.40 A**	**71.04 A**
		50	92.00	100.00	88.00	100.00	92.00	**94.40AB**	
		100	92.00	88.00	88.00	92.00	68.00	**85.60 C**	
		150	24.00	44.00	52.00	64.00	60.00	**48.80 E**	
		200	32.00	24.00	44.00	20.00	20.00	**28.00 G**	
		Ort. (ÇxPut)	**68.00**	**70.40**	**74.40**	**75.20**	**67.20**		
$LSD_{\%1Ç}$, $LSD_{\%1Ç \times T}$: 8.425									

Çizelge 4.9. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki çimlenme gücüne ait ortalama değerler

Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	100.00 a	96.00 a	100.00 a	100.00 a	96.00 a	**98.40 A**
	50	88.00 abc	94.00 a	88.00 abc	96.00 a	90.00 ab	**91.20 B**
	100	76.00cde	74.00 de	80.00 bcd	68.00 def	66.00 ef	**72.80 C**
	150	30.00 ı	44.00gh	50.00 g	56.00 fg	56.00 fg	**47.20 D**
	200	28.00 ı	34.00 hı	48.00 g	28.00 ı	24.00 ı	**32.40 E**
	Ort. (Put)	**64.40 C**	**68.40 BC**	**73.20 A**	**69.60 AB**	**66.40 BC**	
$LSD_{\%1T \times Put}$: 13.32 $LSD_{\%1T}$:5.958 $LSD_{\%5Put}$:4.517							

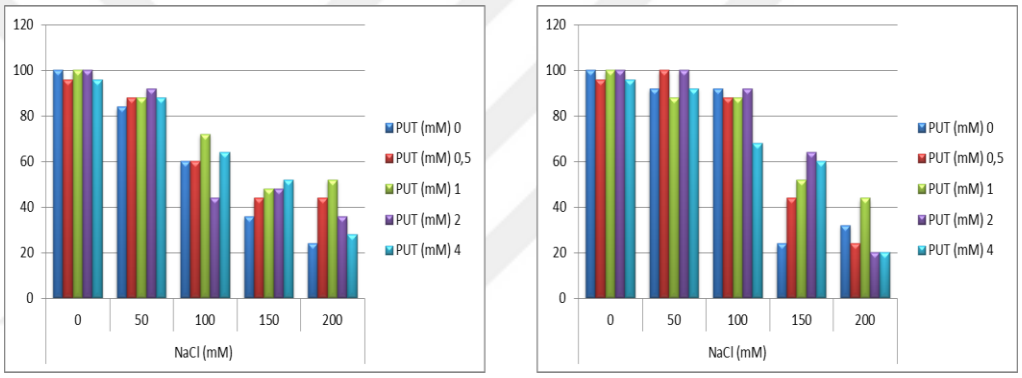
Çeşitlerin (Ç) çimlenme güçlerine bakıldığında %71.04 değeri ile LL104 çeşidinin, %65.76 değerine sahip MM54 çeşidine göre daha yüksek çimlenme gücüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek çimlenme gücü 0 mM NaCl içeren ortamlardan (%98.40), en düşük çimlenme gücü değeri ise 200 mM NaCl (%32.40) içeren ortamlardan elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak çimlenme gücünde azalma olduğu, en yüksek çimlenme gücü değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %67 olduğu belirlenmiştir (EK- 3).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek çimlenme gücü iki çeşidinde 0 mM NaCI (%98.40) içeren ortamlarında görülürken, en düşük çimlenme gücü değeri LL104 çeşidin 200 mM NaCI (%28.00) içeren ortamlarında belirlenmiştir.

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına göre en yüksek çimlenme gücü %73.20 değeri ile 1 mM Put içeren ortamlardan, en düşük çimlenme gücü ise %64.40 değeri ile 0 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %3 oranında bir azalma tespit edilmiştir (EK- 3).

Tuz (T) x putresin (Put) interaksiyonunda en yüksek çimlenme gücü %100 değeri ile 0 mM NaCI x 0 mM Put, 0 mM NaCI x 1 mM Put, 0 mM NaCI x 2 mM Put içeren ortamlardan elde edilirken, en düşük çimlenme gücü %24.00 değeri ile 200 mM NaCI x 4 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir.



Şekil 4.3. MM54 ve LL104 çeşitlerinin çimlenme güçleri

Mensah ve ark. (2006), yerfıstığı ile yaptıkları çalışmada artan tuz konsantrasyonlarının (0.015, 1.50, 2.60, 4.68, 8.90, 17 mS/cm) çimlenmeyi önemli derecede azalttığını tespit etmişlerdir. Turhan ve Ayaz (2004), ayçiçeği bitkisinde yaptıkları araştırmaya göre NaCI stresi altında tohumun çimlenmesi üzerinde gecikme yaşandığı ve tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranının azaldığı görülmüştür. Turan (2017), *in vitro* şartlarda kanola çeşitlerinin tuzluluğa karşı toleransını belirlemek amacıyla farklı tuz konsantrasyonlarında (25 mM, 50 mM, 75 mM, 100 mM, 150 mM) 6 haftalık bir süre için fide gelişimini gözlemlemişler ve elde edilen sonuçlarda kontol grubunda, 25 mM ve 50 mM tuz dozlarında bitki gelişiminin etkilenmediği, artan tuz konsantrasyonlarının ise fideleri cılızlaştırdığı görülmüştür. Çakmakçı ve Dallar (2019), 3 farklı mısır çeşitinin tuzlu ortamlarda (0.15, 0.30, 0.50, 0.75, 1, 1.5, 2, 2.5 g NaCI) etkileri araştırdıklarında çimlenme oranlarının tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak azaldığını belirlemişlerdir. Tuzlu şartlarda çimlenmenin engellenmesinin osmotik

stres ile sodyum ve klor iyonlarının toksik etkisi yüzünden olduğu belirtilmiştir (Zeid, 2004). Ayrıca tuzluluğun çimlenmeyi engelleyici etkisinin tuzun tohum içine suyun alımını engellemesinden kaynaklandığı (Mansour, 1994) çimlenmesi için gerekli depo maddelerinin çözünmesi ve taşınmasının artan tuzluluk ile engellendiği (Prakash ve Prathapasenan, 1988) bilinmektedir.

Araştırmamızda belirlenen çimlenme güçleri genel olarak değerlendirildiğinde; benzer şekilde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenmenin azaldığı, bu durumun da çimlenme gücünü azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Putresin konsantrasyonundaki artış, 1 mM'dan sonra çimlenme gücünü olumsuz etkilemiştir. Tuz ve putresinin birlikte kullanımında tek başlarına kullanıma göre çimlenme gücünün daha yüksek tuttulduğu ifade edilebilir (Şekil 4.3). Put uygulamasının tuzluluk stresine karşı çimlenme gücünü kısmen arttırdığı görülmüştür. Bu durumun, putresinin hücre içi metabolik olayları kısmen dengede tutabilmesiyle ilgili olabileceği ifade edilebilir.

4.4. Ortalama Çimlenme Süresi (gün)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen ortalama çimlenme süresine ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.10'da, verilmiştir.

Çizelge 4.10. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki ortalama çimlenme süresi (gün) ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	0.281	0.281	3.3789
Tuz (T)	4	80.845	20.211	243.1195**
Ç x T	4	3.538	0.884	10.6384**
Putresin (Put)	4	0.150	0.037	0.4507
Ç x Put	4	1.505	0.376	4.5271*
T x Put	16	4.316	0.270	3.2452**
Ç x T x Put	16	1.359	0.085	1.0219
Hata	200	16.627	0.083	
Genel	249	108.621		

CV: %3.68, ** P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10'un incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tuz (T), çeşit x tuz (Ç x T), tuz x putresin (T x Put) etkileşimleri istatistiki olarak ortalama çimlenme süresine göre %1 seviyesinde (P<0.01) önemli bulunurken çeşit x putresin (Ç x Put) %5 seviyesinde (P<0.05) önemli olduğu tespit edilmiştir. Çeşit (Ç), putresin (Put),ve çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama çimlenme süresi (gün) değerleri ise Çizelge 4.11. ve Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki ortalama çimlenme süresi (gün)

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	7.60	7.28	7.11	7.09	7.20	**7.26 D**	**7.81**
		50	7.32	7.20	7.61	7.21	7.10	**7.29 D**	
		100	7.95	7.90	8.27	8.04	7.95	**8.02 C**	
		150	8.05	8.26	7.97	8.12	8.00	**8.08 C**	
		200	8.94	8.19	8.24	8.32	8.31	**8.40 B**	
		Ort. (ÇxPut)	**7.97 A**	**7.77 BC**	**7.84ABC**	**7.75 BC**	**7.71 C**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	6.79	7.05	6.95	6.98	6.92	**6.94 E**	**7.88**
		50	7.08	7.09	7.28	7.22	7.41	**7.21 D**	
		100	7.80	8.42	8.30	8.08	8.13	**8.15 C**	
		150	8.19	8.51	8.14	8.45	8.57	**8.37 B**	
		200	8.95	8.80	8.60	8.70	8.50	**8.71 A**	
		Ort. (ÇxPut)	**7.76 BC**	**7.98 A**	**7.86ABC**	**7.89 AB**	**7.91 AB**		
$LSD_{\%5 Ç x Put}$: 0.161 , $LSD_{\%1 Ç x T}$: 0.212									

Çizelge 4.12. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki ortalama çimlenme süresine ait ortalama değerler

Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	7.19 hı	7.17 hı	7.03 ı	7.04 ı	7.06ı	**7.10 D**
	50	7.20 hı	7.14 hı	7.45 h	7.21 hı	7.25 hı	**7.25 C**
	100	7.87g	8.16 cdefg	8.29 bcdef	8.06 efg	8.04 fg	**8.04 B**
	150	8.12 defg	8.39 bcde	8.05 efg	8.28 bcdef	8.29 bcdef	**8.23 B**
	200	8.95 a	8.49bc	8.42 bcd	8.51 b	8.40 bcd	**8.56 A**
	Ort. (Put)	**7.87**	**7.87**	**7.85**	**7.82**	**7.81**	
$LSD_{\%1T x Put}$: 0.335 $LSD_{\%1T}$:0.150							

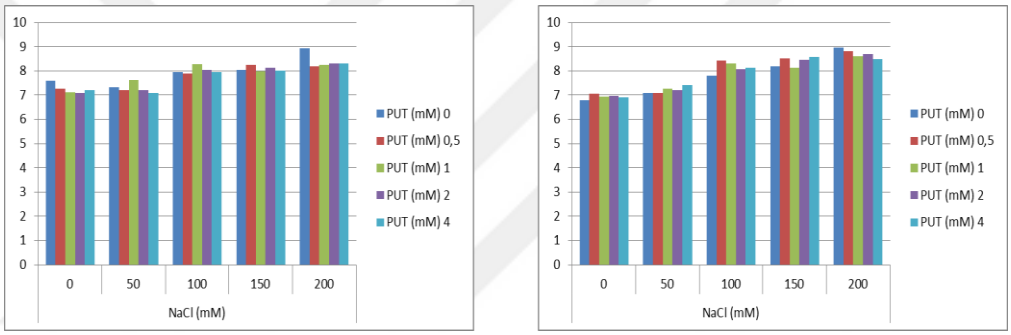
Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en uzun ortalama çimlenme süresi (gün) 200 mM NaCl içeren ortamlardan (8.56 gün), en kısa ortalama çimlenme süresi değeri ise 0 mM NaCl (7.10 gün) içeren ortamlardan elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak ortalama çimlenme süresinde artış olduğu, en düşük ortalama çimlenme süresi (gün) değeri ile en yüksek değer arasında %21'lik bir fark olduğu belirlenmiştir (EK- 4).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek ortalama çimlenme süresi (gün) LL104 çeşitinde 200 mM NaCI (8.71 gün) içeren ortamlarında görülürken, en düşük

ortalama çimlenme süresi (gün) değeri LL104 çeşidin 0 mM NaCI (6.94 gün) içeren ortamlarında belirlenmiştir.

Çeşit x putresin (Ç x Put) kombinasyonlarında MM54 çeşitlerinde en yüksek ortalama çimlenme süresi 0 mM Put (7.97 gün) de görülürken en düşük ortalama çimlenme süresi 4 mM Put (7.71 gün) ortamlarında görülmektedir. LL104 çeşitinde en yüksek ortalama çimlenme süresi 0.5 mM Put (7.98 gün) ortamlarında karşımıza çıkarken en düşük ortalama çimlenme süresi 0 mM Put (7.76 gün) olduğu görülmüştür.

Tuz (T) x putresin (Put) interaksiyonunda en yüksek ortalama çimlenme süresi 8.95 gün değeri ile 200 mM NaCI x 0 mM Put içeren ortamlardan elde edilirken, en düşük ortalama çimlenme süresi 7.03 değeri ile 0 mM NaCI x 1 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir.



Şekil 4.4. MM54 ve LL104 çeşitlerinin ortalama çimlenme süreleri (gün)

Öner ve Kırlı (2018), ekmeklik buğday tohumları farklı tuz konsantrasyonlarına (0, 25, 50, 100, 150, mM) tabi tutulmuştur. Tuz konsantrasyonunun artışıyla birlikte ekmeklik buğday çeşitlerinde çimlenmenin geciktiği ve buna bağlı olarak çimlenme süresinin uzadığı görülmüştür. Turhan ve ark. (2006), tuz stresinin (%0, %0.5, %1.0, %1.5 NaCl) ayçiçeği üzerinde yaptıkları çalışmada kontrol grubuna göre çimlenmede 2-6 gün gecikme yaşandığı görülmüştür. Day ve ark. (2008), çerezlik ayçiçeği çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonları (5, 10, 20 dS/m NaCI) içerisinde yetiştirilmesi sonucunda artan tuz konsantrasyonları çimlenme süresinin uzamasına neden olduğunu saptamışlardır. Tuz stresi, genellikle yaprak alanında ve sayısında bir azalmaya ve büyümeyi geciktirici bir etkiye neden olmaktadır (Seymen ve Önder, 2015).

Araştırmamızda belirlenen çimlenme süresi (gün) genel olarak değerlendirildiğinde benzer sonuçlara varıldığı, tuz konsantrasyonlarının artışıyla birlikte çimlenme sürelerinde artış olduğu görülmüştür (Şekil 4.4). Çimlenme sabit hale gelene kadar gözlemlerin alınmasına devam edilmiştir. Tuz dozları ile çimlenme

süreleri arasında doğru orantı olduğu anlaşılmıştır. Tuz konsantrasyonları arttıkça çimlenmede geçen gün sayısı da artmıştır. Tuzun hücre bölünmesi gibi pek çok fizyolojik olayın gerçekleşmesini zorlaştırdığı için çimlenme sürelerinin uzamasına neden olacağı, putresinin ise stres yönetiminde hücredeki rolleri gereği bu gecikmeyi kısmen engelleyebildiği ifade edilebilir.

4.5. Tuz Tolerans İndeksi (%)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen tuz tolerans indeksine ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.13'de, verilmiştir.

Çizelge 4.13. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki tuz tolerans indekslerine ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	1748.424	1748.424	3.7406
Tuz (T)	4	270217.158	67554.290	144.5268**
Ç x T	4	21571.838	5392.960	11.5378**
Putresin (Put)	4	1132.490	283.123	0.6057
Ç x Put	4	2504.077	626.019	1.3393
T x Put	16	8513.094	532.068	1.1383
Ç x T x Put	16	3909.386	244.337	0.5227
Hata	200	93483.431	467.417	
Genel	249	403079.898		

CV: %35.89, ** P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.13'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tuz (T), çeşit x tuz (Ç x T) etkileşimleri istatistiki olarak tuz tolerans indeksine göre %1 seviyesinde (P<0.01) önemli bulunurken, çeşit (Ç), putresin (Put), çeşit x putresin (Ç x Put), tuz x putresin (T x Put) Çeşit (Ç), putresin (Put),ve çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının tuz tolerans indeksi üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.14. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki tuz tolerans indeksleri

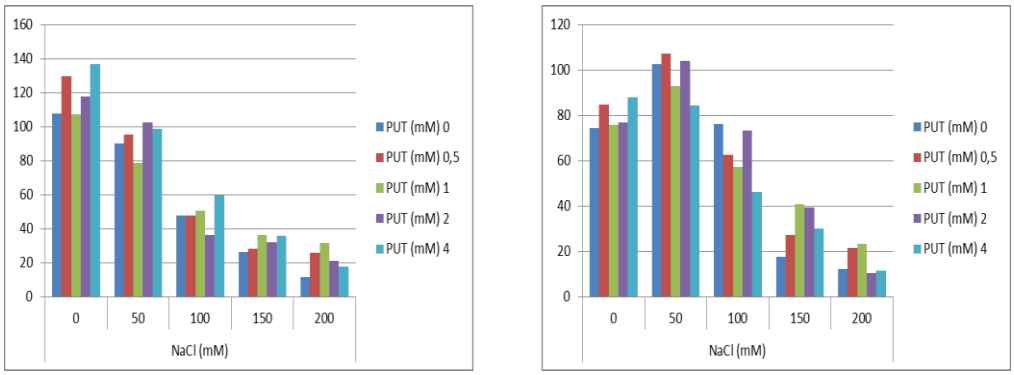
Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	107.69	129.49	107.03	117.74	136.85	**119.76A**	**62.88**
		50	90.17	95.54	78.50	102.47	98.54	**93.04BC**	
		100	47.60	47.86	50.38	36.42	59.41	**48.33 D**	
		150	26.47	28.34	36.17	31.81	35.60	**31.68 E**	
		200	11.71	25.76	31.67	21.23	17.61	**21.60 E**	
		Ort. (ÇxPut)	**56.73**	**65.40**	**60.75**	**61.93**	**69.60**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	74.40	84.67	75.76	76.77	87.94	**79.91 C**	**57.59**
		50	102.68	107.12	92.93	104.13	84.46	**98.26 B**	
		100	76.19	62.40	57.12	73.26	46.16	**63.03 D**	
		150	17.72	27.22	40.64	39.18	30.15	**30.98 E**	
		200	12.04	21.37	23.35	10.57	11.62	**15.89 E**	
		Ort. (ÇxPut)	**56.61**	**60.56**	**57.96**	**60.78**	**52.06**		
$LSD_{\%1Ç \times T}$: 15,90									

Çizelge 4.15. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki tuz tolerans indekslerine ait ortalama değerler

Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	91.05	107.08	91.40	97.25	112.40	**99.84 A**
	50	96.42	101.33	85.72	103.30	91.50	**95.65 A**
	100	61.89	55.13	53.75	54.84	52.89	**55.68 B**
	150	22.09	27.78	38.40	35.49	32.87	**31.33 C**
	200	11.87	23.57	27.52	15.90	14.62	**18.70 D**
	Ort. (Put)	**56.67**	**62.98**	**59.36**	**61.36**	**60.83**	
$LSD_{\%1T}$:11.25							

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek tuz tolerans indeksi 0 mM NaCl içeren ortamlardan (99.84), en düşük tuz tolerans indeksi değeri ise 200 mM NaCl (18.70) içeren ortamlardan elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak tuz tolerans indeksinde azalma olduğu, en yüksek tuz tolerans indeksi değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %87 olduğu belirlenmiştir (EK- 5).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek tuz tolerans indeksi MM54 çeşidinde 0 mM NaCI (119.76) içeren ortamlarında görülürken, en düşük tuz tolerans indeksi değeri LL104 çeşidin 200 mM NaCI (15.89) içeren ortamlarında belirlenmiştir.



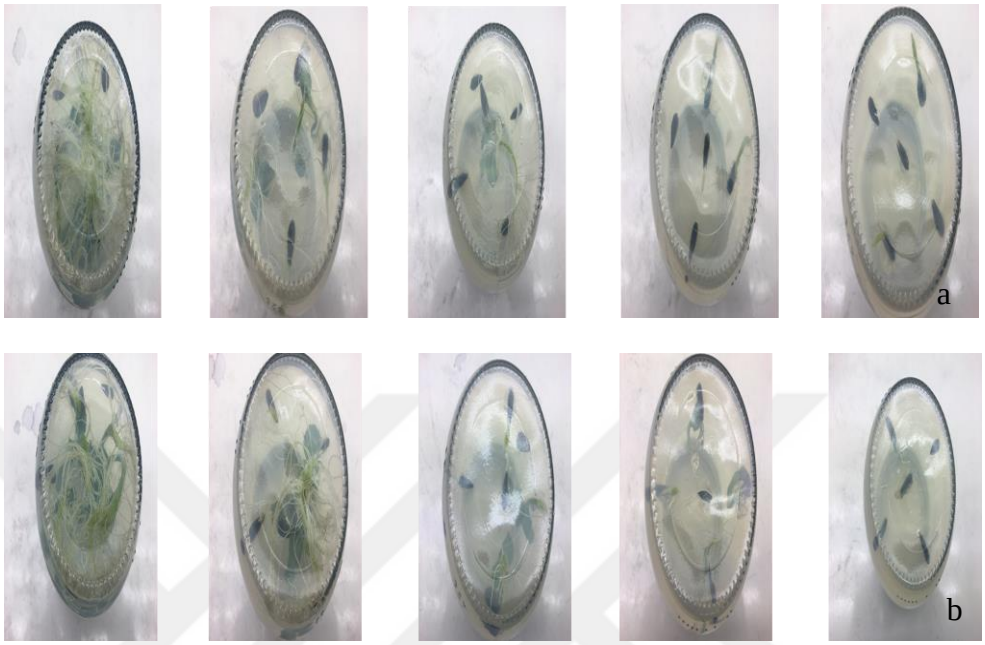
Şekil 4.5. MM54 ve LL104 çeşitlerinin tuz tolerans indeksleri

Yağlık ayçiçeği tohumlarının tuz stresi (0, 5, 10, 20, 30, 40 dS m^{-1}) altında denemesi sonucunda tuz konsantrasyonu arttıkça özellikle 40 dS m^{-1} dozunda çimlenme azaldığı görülmüştür (Kaya, 2009). *In vitro* koşullarda kışlık kolza çeşitleri için çimlenme döneminde tuz stresine (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200 mM) maruz bırakılmıştır. Tuz konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak çimlenmede azalma olduğu görülmüştür (Uyanık ve ark., 2014).

Araştırmamızda belirlenen tuz tolerans indeksi genel olarak değerlendirildiğinde benzer sonuçlara varıldığı, tuz konsantrasyonlarının artışıyla birlikte tuz tolerans indeksinin azaldığı tespit edilmiştir. Putresin uygulamasının kontrol gurubuna göre tuz tolerans indeksini arttırdığı en yüksek değerin 0.5 mM dozunda olduğu saptanmıştır. Tuz ve putresinin birlikte kullanımı tek başlarına kullanımına göre tuz tolerans indeksini arttırdığını görülmüştür (Şekil 4.5). Tuzun getirmiş sebep olduğu çimlenmedeki engelleme durumunun, putresinin tuzluluktan zarar gören hücre memranlarını düzenlemesi ve hücre içi dengenin kısmen korunmasıyla dengelendiği, buna bağlı olarak çimlenmenin arttığı ve böylece tuz tolerans indeksinde artış görülmüş olabileceği ifade edilebilir

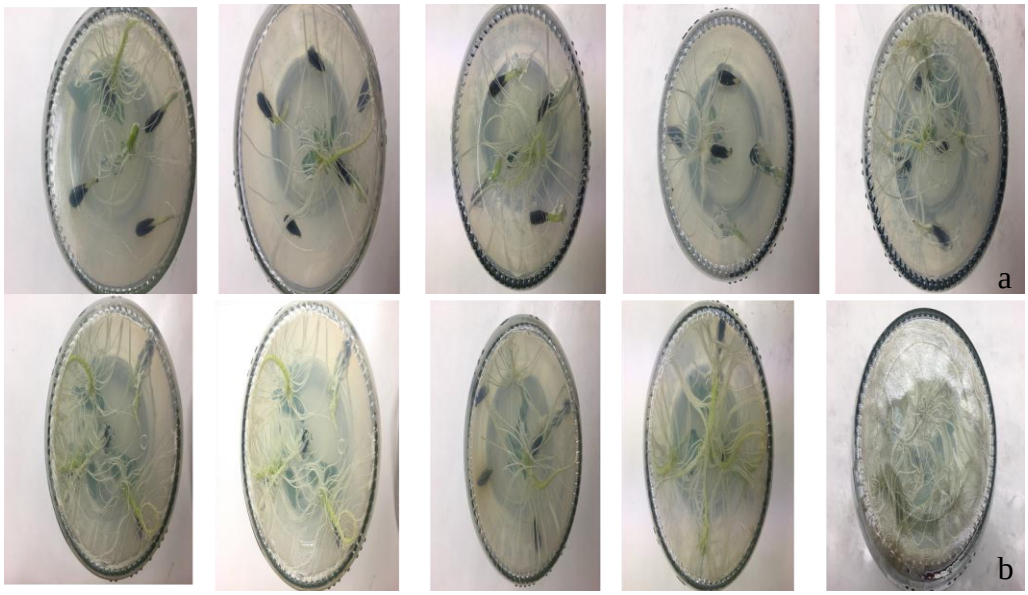
4.6. Fide Kök Uzunluğu (cm)

Ayçiçeği çeşitlerinde tuz ve kombinasyonları sonucunda elde edilen kök gelişimleri Şekil 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9'da verilmiştir.



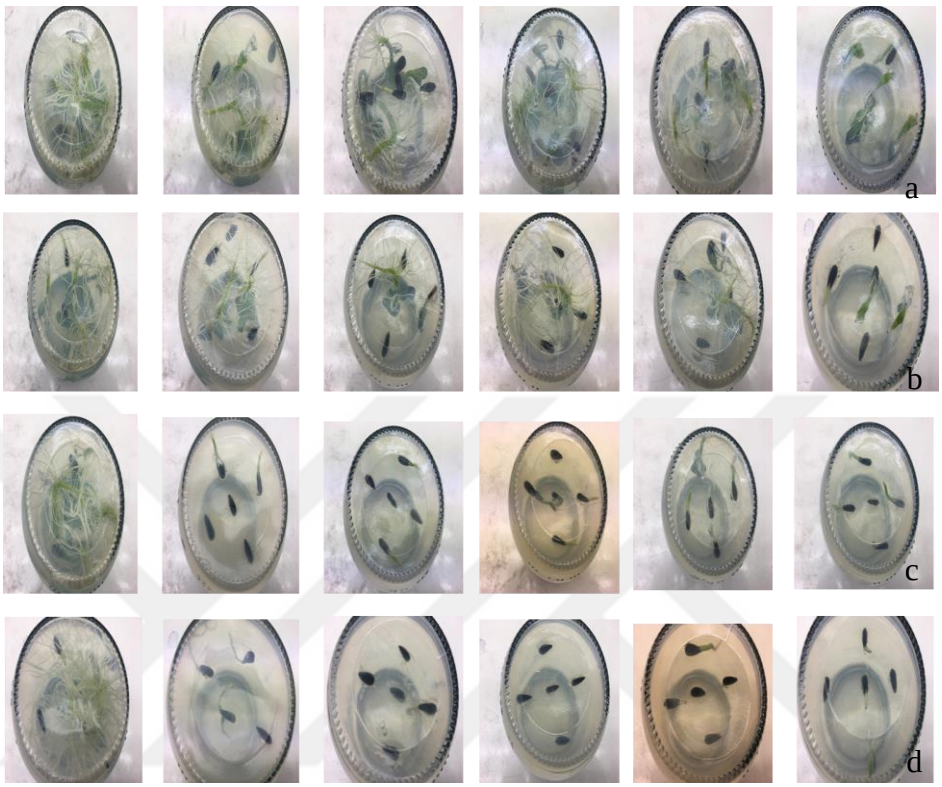
Şekil 4.6. 10 günlük fidelerde tuz (NaCI) ortamlarında görülen kök gelişimleri (a. MM54 ve b. LL104), (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCI)

Uygulanan tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenmenin olmadığı ya da istenilen çıkışın sağlanılamadığı görülmüştür. Kökler, konsantrasyon artışına bağlı olarak kontrol grubuna göre güçsüz yapıda meydana gelmişlerdir (Şekil 4.6.).

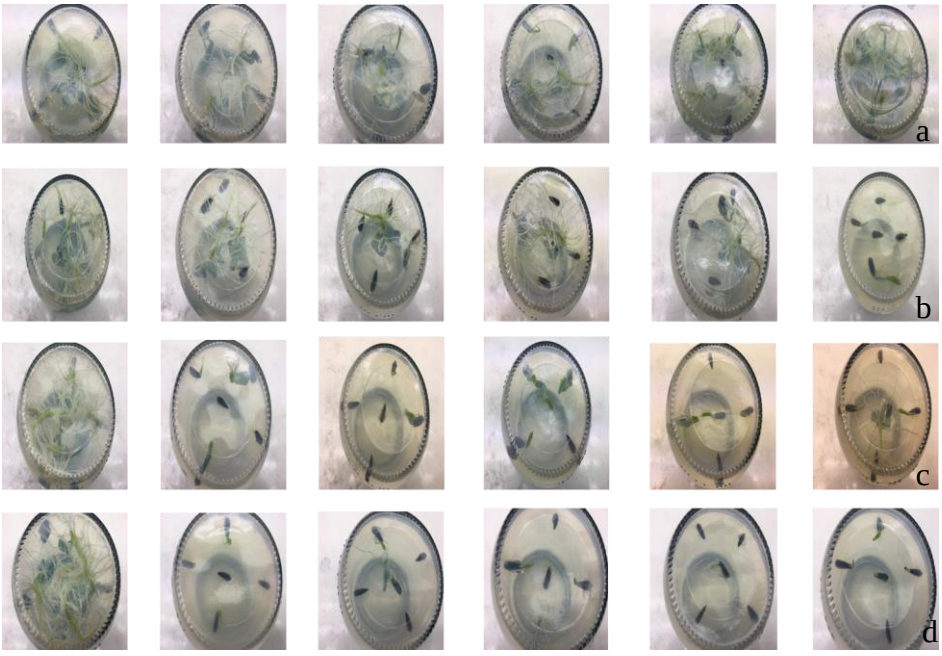


Şekil 4.7. 10 gün sonra görüntülenen putresin (Put) ortamlarında görülen kök gelişimleri (a. MM54 ve b. LL104), (0, 0.5, 1, 2, 4 mM Put)

Putresin uygulamalarının çimlenmeyi teşvik edici, kök gelişiminde artış ve yan köklerde kalınlaşmaların olduğu gözlemlenmiştir. LL104 çeşidinin kök yapısı MM54 çeşidine göre daha fazla gelişmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.8. MM54 çeşidinde NaCI x Put kombinasyonlarında 10 günlük fidelerde kök gelişimi (a.50 mM NaCl, b. 100 mM NaCl, c. 150 mM NaCl, d. 200 mM NaCl)



Şekil 4.9. LL104 çeşidinde NaCI x Put kombinasyonlarının 10 günlük fidelerde kök gelişimi (a.50 mM NaCl, b. 100 mM NaCl, c. 150 mM NaCl, d. 200 mM NaCl)

MM54 ve LL104 çeşitlerinde yapılan tuz ve putresin kombinasyonlarının sonucunda putresinin çimlenmeyi teşvik ettiğini ancak yüksek tuz dozlarında etkisinin normal düzeye indiği görülmüştür. Yüksek tuz dozlarına doğru gidildikçe çimlenmenin azaldığı, çimlenen tohumlardaki köklerin kısa olduğu ve radikula şişliği gözlemlenmiştir (Şekil 4.8 ve Şekil 4.9.).

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen fide kök uzunluğuna ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.16'da, verilmiştir.

Çizelge 4.16. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki fide kök uzunluğuna ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	4.564	4.564	7.3639
Tuz (T)	4	590.735	147.684	238.2645**
Ç x T	4	33.374	8.343	13.4608**
Putresin (Put)	4	107.450	26.862	43.3383**
Ç x Put	4	6.332	1.583	2.5541
T x Put	16	21.130	1.321	2.1306
Ç x T x Put	16	67.517	4.220	6.8080**
Hata	200	123.966	0.620	
Genel	249	955.068		

CV: %14.15, ** %1 önem seviyesini, * %5 önem seviyesini göstermektedir.

Çizelge 4.16'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tuz (T), çeşit x tuz (Ç x T), putresin (Put), çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) uygulamalarının fide kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde ($P<0.01$)), çeşit (Ç), çeşit x putresin (Ç x Put), tuz x putresin (T x Put) interaksiyonlarının fide kök uzunluğu üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama fide kök uzunlukları değerleri ise Çizelge 4.17. ve Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki fide kök uzunlukları (cm)

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	9.94 a	9.73 a	7.34 bc	6.47 c-g	6.31 c-g	**7.96 A**	**5.43**
		50	6.87 bcd	7.89 b	7.22 bc	5.81 d-ı	4.99 h-k	**6.55 B**	
		100	6.76 b-e	7.12 bc	6.67 b-f	4.67 ı-m	4.54 ı-o	**5.95 C**	
		150	3.45 m-p	3.87 k-p	4.01 j-p	3.77 k-p	3.35 nop	**3.69 E**	
		200	2.75 pqr	3.28 op	3.22p	2.99 pq	2.75 pqr	**3.00F**	
		Ort. (ÇxPut)	**5.95**	**6.38**	**5.69**	**4.74**	**4.39**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	7.00 bcd	7.24 bc	7.20 bc	6.56 c-f	6.72 b-f	**6.95 B**	**5.70**
		50	6.28 c-g	6.70 bf	7.18 bc	6.82 bcd	6.34 c-g	**6.67 B**	
		100	6.08 c-h	6.99 bcd	6.94 bcd	6.30 c-g	5.76 d-ı	**6.42BC**	
		150	5.20 g-j	5.49 e-ı	5.45 f-ı	4.64 ı-n	3.64 l-p	**4.88 D**	
		200	4.64 ı-n	4.95 h-k	4.92 h-l	1.84 qr	1.65 r	**3.60 E**	
		Ort. (ÇxPut)	**5.84**	**6.28**	**6.34**	**5.23**	**4.82**		
$LSD_{\%1Ç \times T \times Put}$:1.295 $LSD_{\%1Ç \times T}$: 0.579									

Çizelge 4.18. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki fide kök uzunluğuna ait ortalama değerler

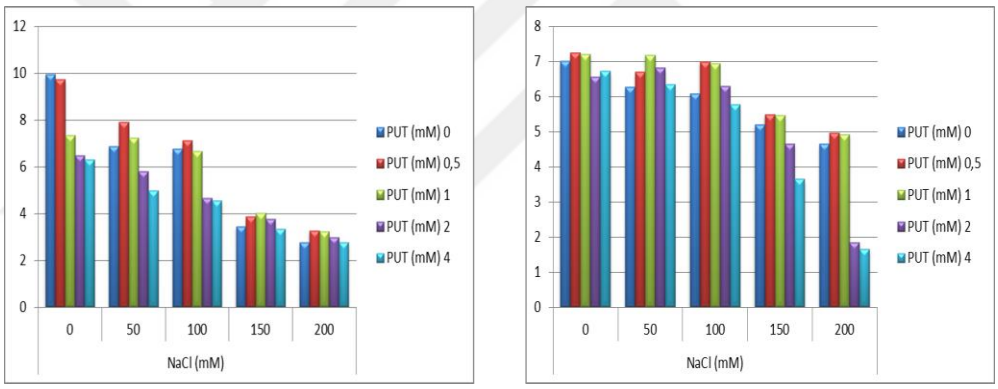
Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	8.47	8.49	7.27	6.52	6.52	**7.45 A**
	50	6.58	7.30	7.20	6.32	5.66	**6.61 B**
	100	6.42	7.06	6.81	5.48	5.15	**6.18 C**
	150	4.32	4.68	4.73	4.21	3.49	**4.29 D**
	200	3.69	4.12	4.07	2.41	2.20	**3.30 E**
	Ort. (Put)	**5.90 B**	**6.33 A**	**6.01 AB**	**4.99 C**	**4.61 C**	
$LSD_{\%1T}$:0.410 $LSD_{\%1Put}$:0.410							

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına baklıdığında en yüksek fide kök uzunluğu 0 mM NaCI (7.45 cm) ortamlarında görülürken en düşük fide kök uzunluğu 200 mM NaCI (3.30 cm) olan ortamlarda olduğu saptanmıştır. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak fide kök uzunluğunda azalma olduğu, en yüksek fide kök uzunluğu değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %56 olduğu belirlenmiştir (EK- 6).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek fide kök uzunluğu MM54 çeşidinde 0 mM NaCI (7.96 cm) içeren ortamlarda görülürken, en düşük fide kök uzunluğu değeri yine aynı çeşidin 200 mM NaCI (3.00 cm) içeren ortamlarında belirlenmiştir.

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek fide kök uzunluğu 0.5 mM (6.33 cm) içeren ortamlardan, en düşük fide kök uzunluğu ise 4 mM Put (4.61 cm) içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %22 oranında bir azalma tespit edilmiştir (EK- 6).

Çeşit x tuz x putresin (Ç x T Put) etkileşimlerinde MM54 çeşitinde fide kök uzunluğu en yüksek 0 mM NaCI x 0 mM Put (9.94 cm) ortamlarında görülürken en düşük fide kök uzunluğu 200 NaCI x 0 mM Put (2.75 cm), 200 NaCI x 4 mM Put (2.75 cm) olan ortamlarda olduğu saptanmıştır. LL104 çeşitinde yapılan denemede ise en yüksek fide kök uzunluğu 0 NaCI x 0.5 mM Put (7.24 cm), en düşük fide kök uzunluğu 200 NaCI x 4 mM Put (1.65 cm) ortamlarında görülmüştür.



Şekil 4.10. MM54 ve LL104 çeşitlerinde fide kök uzunlukları

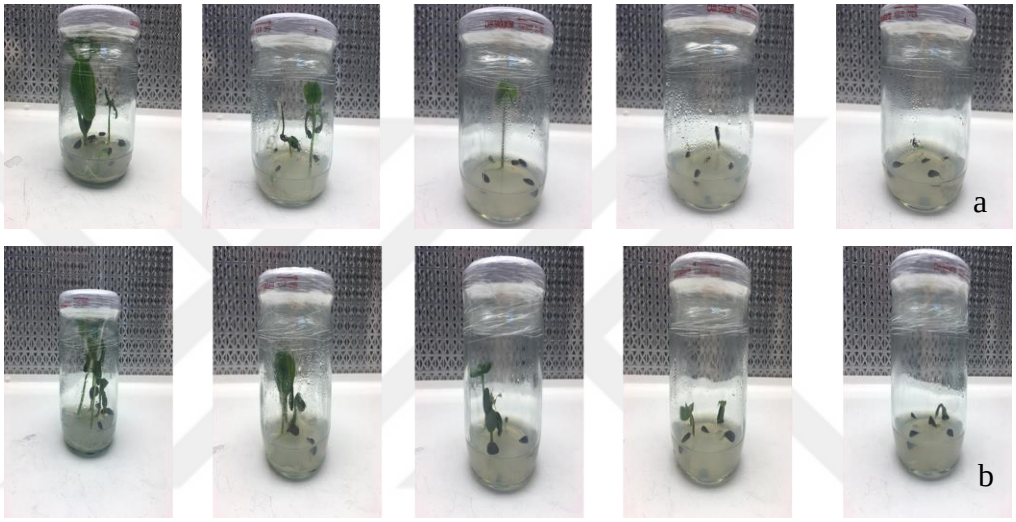
Sadou ve ark. (2019), ayçiçeğinde tuz konsantrasyonlarının artışıyla birlikte kök uzunluklarında kısalma olduğu saptanmıştır. Duran ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada tuz stresi (100, 200 mM) altındaki ekmeklik buğday çeşitlerinin kontrol grubuna göre kök uzunluklarının azaldığını belirtmişlerdir.

Araştırmamızdan elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda tuz konsantrasyonlarını arttıkça iki çeşitte de kök uzunluklarında kısalma ve cılız kök sisteminin geliştiği görülmüştür. Putresin konsantrasyonlarında en iyi sonucun 0.5 mM dozlarında olduğu, 1 mM dozlarındaki bitki köklerinin kontrol grubuna göre daha uzun olduğu ve dozların arttıkça kök uzunluklarında azalma yaşandığı saptanmıştır. Tuz ve putresin birlikte uygulanmasıyla tek uygulanmalarına göre kök uzunluklarında daha fazla artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.10). Su, hücre bölünmesi ve farklılaşmanın

gerçekleşebilmesi için mutlaka gereklidir. Tuz ise osmotik dengeyi bozarak, metabolizmanın bozulmasına neden olmaktadır. Putresinin stresle mücadele eden hücrelerde üretildiği bilinmektedir. Bu ortak etkileşim sayesinde putresinin kısmen kök uzamasına katkı sağladığı düşünülebilir.

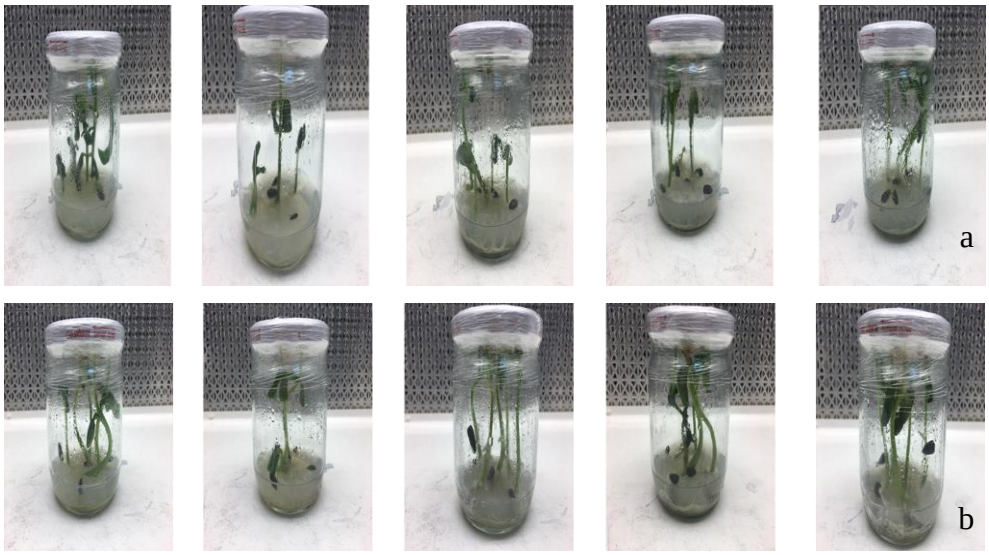
4.7. Fide Gövde Uzunluğu (cm)

Ayçiçeği çeşitlerinde tuz ve tuzun putresinle kombinasyonlarının sonucunda elde edilen fideler Şekil 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14'de verilmiştir.



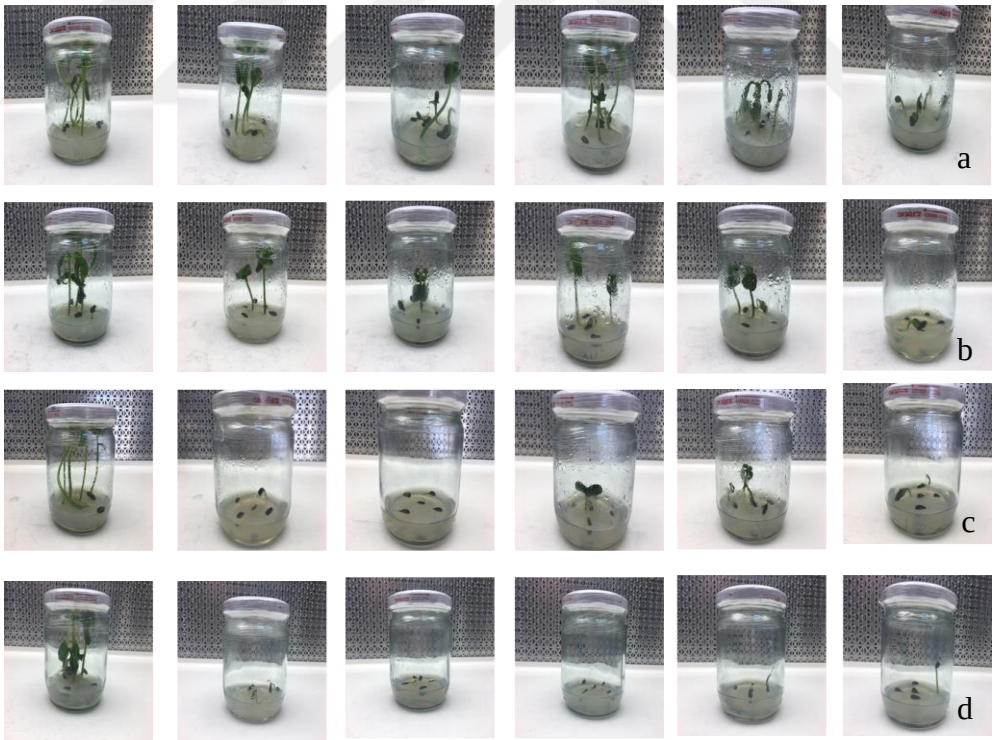
Şekil 4.11. Ayçiçeği fidelerinde tuz (NaCI) ortamlarında görülen 10 günlük fide gelişimleri (a. MM5, b. LL104) (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCI)

Yapılan denemede tuz dozları arttıkça fide gelişiminin azaldığı ve durduğu görülmüştür. Yüksek dozlarda çeşitlerde en fazla gelişim kotiledon yapraklarının çıkışına kadar olmuştur (Şekil 4.11.).



Şekil 4.12. 10 gün'lük ayçiçeği fidelerinde putresin (Put) ortamlarında görülen fide gelişimleri (a. MM54, b. LL104) (0, 0.5, 1, 2, 4 mM Put)

Ayçiçeği çeşitleri üzerinde denenen putresinin çimlenmeyi teşvik ettiği fide gelişimine destek sağladığı görülmüştür Putresin dozlarında artma oldukça yaprak alanlarının genişliğinin arttığı, yaprak renginin koyulaştığı belirlenmiştir (Şekil 4.12.).

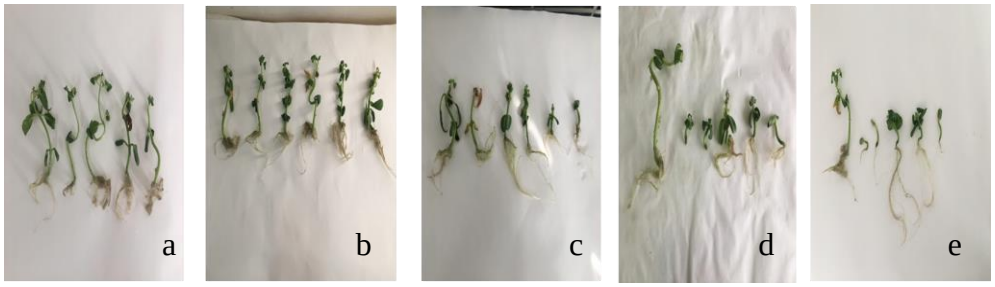


Şekil 4.13. MM54 çeşidinde NaCI x Put kombinasyonlarının 10 günlük fide gelişimi (a.50 mM NaCl, b. 100 mM NaCl, c. 150 mM NaCl, d. 200 mM NaCl)



Şekil 4.14. LL104 çeşidinde NaCI x Put kombinasyonlarının 10 günlük kök gelişimi (a.50 mM NaCl, b. 100 mM NaCl, c. 150 mM NaCl, d. 200 mM NaCl

Yapılan tuz ve putresin kombinasyonlarında tuz miktarı arttıkça çimlenmenin azaldığı, durduğu, bitki boylarında kısalma, saplarda incelme, renk farklılıkları, yaprak boyutlarında küçülme olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.13., Şekil 4.14.).



Şekil 4.15. MM54 çeşitlerinin hasat sırasında çekilmiş fotoğrafları (a. Put tüm dozları, b. 50 mM NaCl x Put, c. 100 mM NaCl x Put, d. 150 mM NaCl x Put, e. 200 mM NaCl x Put).



Şekil 4.16. LL104 çeşitlerinin hasat sırasında çekilmiş fotoğrafları (a. Put tüm dozları, b. 50 mM NaCl x Put, c. 100 mM NaCl x Put, d. 150 mM NaCl x Put, e. 200 mM NaCl x Put).

Putresin ve T x Put ile kombinasyonlarında tuz miktarının etkileyici bir faktör olduğu gözlemlenmiştir. Bazı bitkilerin kök veya yaprak oluşturamadığı, yapraklarda renk farklılıklarının görüldüğü kotiledon yaprakların kıvrıldığı, kök uçlarında hafif şişliklerin olduğu görülmüştür (Şekil 4.15., Şekil 4.16.).

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen fide gövde uzunluklarına ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.19'da, verilmiştir.

Çizelge 4.19. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki fide gövde uzunluğuna ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	51.058	51.058	36.6726**
Tuz (T)	4	3609.975	902.494	648.2210**
Ç x T	4	74.874	18.718	13.4446**
Putresin (Put)	4	71.371	17.843	12.8156
Ç x Put	4	0.798	0.200	0.1433**
T x Put	16	16.681	1.043	0.7488
Ç x T x Put	16	17.280	1.080	0.7757
Hata	200	278.452	1.392	
Genel	249	4120.489		

CV: %17.56, ** ** : P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.19. da gösterildiği gibi çeşit (Ç), tuz (T), çeşit x tuz (Ç x T), çeşit x putresin (Ç x Put) uygulamalarının fide gövde uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde (P<0.01)) önemli bulunmuştur. Putresin (Put), tuz x putresin (T x Put), çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının fide gövde uzunluğu üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama fide gövde uzunluğu değerleri ise Çizelge 4.20. ve Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki fide gövde uzunlukları (cm)

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	12.10	12.51	12.46	12.07	10.45	**11.92AB**	
		50	8.24	10.02	9.96	8.53	7.07	**8.76 C**	
		100	4.62	4.84	4.90	4.47	4.01	**4.57 E**	**6.27 B**
		150	3.53	3.71	3.59	3.25	2.94	**3.41 F**	
		200	2.39	2.99	2.94	2.76	2.36	**2.69 FG**	
		Ort. (ÇxPut)	**6.18 CD**	**6.82 BC**	**6.77 BC**	**6.22 CD**	**5.37 D**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	11.80	12.77	13.31	13.09	11.98	**12.59 A**	
		50	11.61	11.96	11.80	11.14	10.13	**11.33 B**	
		100	6.64	7.37	7.22	5.38	4.85	**6.29 D**	**7.17 A**
		150	3.29	3.60	3.32	2.93	2.66	**3.16 FG**	
		200	2.66	2.97	3.04	2.02	1.76	**2.50 G**	
		Ort. (ÇxPut)	**7.20 AB**	**7.32 A**	**7.75 A**	**6.91ABC**	**6.28 C**		
$LSD_{\%1Ç}$	**$LSD_{\%1Ç \times Put}$: 0.868**		**$LSD_{\%1Ç \times T}$: 0.868**						

Çizelge 4.21. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki fide gövde uzunluğuna ait ortalama değerler

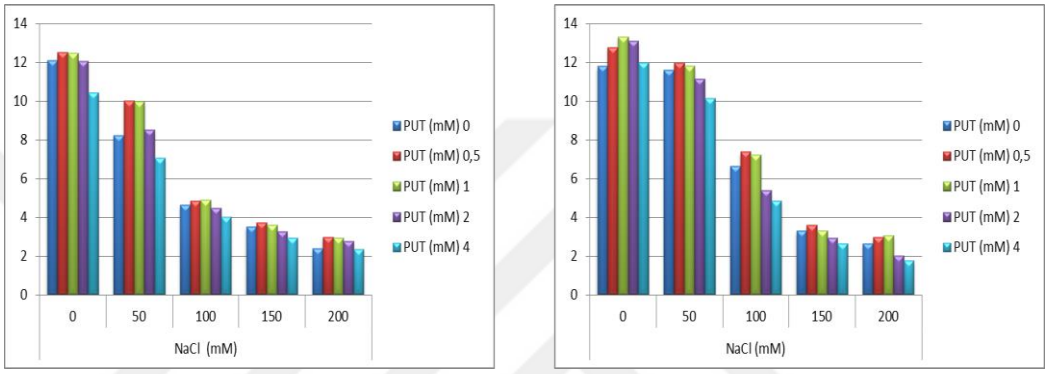
Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	11.95	12.64	12.88	12.58	11.22	**12.25 A**
	50	9.92	10.99	10.88	9.84	8.60	**10.05 B**
	100	5.63	6.10	6.06	4.92	4.43	**5.43 C**
	150	3.41	3.65	3.45	3.09	2.80	**3.28 D**
	200	2.52	2.98	3.01	2.39	2.06	**2.59 E**
	Ort. (Put)	**6.69**	**7.27**	**7.26**	**6.56**	**5.82**	
$LSD_{\%1T}$:0.614							

Çeşitlerin (Ç) fide gövde uzunluklarına bakıldığında 7.17 cm değeri ile LL104 çeşidinin, 6.27 cm değerine sahip MM54 çeşidine göre daha yüksek fide gövde uzunluğuna sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına baklıdığında en uzun fide gövde uzunluğu 0 mM NaCI (12.25 cm), en kısa fide gövde uzunluğu değeri ise 200 mM NaCl (2.59 cm) içeren ortamlardan elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak fide gövde uzunluğunda azalma olduğu, en yüksek fide gövde uzunluğu değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %79 olduğu belirlenmiştir (EK- 7).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek fide gövde uzunluğu LL104 çeşidinde 0 mM NaCI (12.59 cm) içeren ortamlarda görülürken, en düşük fide gövde uzunluğu değeri yine aynı çeşidin 200 mM NaCI (2.50 cm) içeren ortamlarında belirlenmiştir.

Çeşit x putresin (Ç x Put) etkileşimlerinde MM54 çeşitinde fide gövde uzunluğu en yüksek şekilde görülen 0.5 mM Put (6.82 cm) ortamlarında görülürken en düşük fide gövde uzunluğu 0 mM Put (6.18 cm) olan ortamlarda olduğu saptanmıştır. LL104 çeşitinde yapılan denemede ise en yüksek fide gövde uzunluğu 1 mM Put (7.75 cm), en düşük fide gövde uzunluğu 4 mM Put (6.28 cm) ortamlarında görülmüştür.



Şekil 4.17. MM54 ve LL104 çeşitlerinin fide gövde uzunlukları

Kara ve Uysal (2010), buğday üzerinde yaptıkları çalışmaya göre tuz konsantrasyonu arttıkça fide uzunluğunda azalma olduğu görülmüştür. Aranda ve Syvertsen (1996), iyonların yüksek tuz konsantrasyonlarında birikmesi ve stomaların dengesiz açılıp kapanması nedeniyle toplam klorofil miktarının azaldığı ve bunun sonucunda fotosentez aktivitesinin azaldığı ve bitki büyümesinin olumsuz etkilendiği belirtilmiştir. Normal şartlarda fasulyede (Abdel-Azem ve ark., 2015), soğanda (Amin ve ark., 2011) ve acı biberde (Khan ve ark., 2012) putresin uygulamasının fide gelişimini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Ölçüm işlemleri ekimden bir ay sonra yapılmıştır. Fide gövde uzunlukları genel olarak değerlendirildiğinde; benzer şekilde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak fide gövde uzunluğunda azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Putresin konsantrasyonundaki artış, 0.5 mM ve 1 mM'dan sonra fide gövde uzunluğunu olumsuz etkilemiştir. Tuz ve putresinin birlikte kullanımında tek başlarına kullanıma göre fide gövde uzunluğu daha yüksek tuttulduğu ifade edilebilir (Şekil 4.17).

4.8. Kök Yaş Ağırlığı (mg)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen kök yaş ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.22'de, verilmiştir.

Çizelge 4.22. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki kök yaş ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	3.896	3.896	18.5441**
Tuz (T)	4	91.909	22.977	109.3599**
Ç x T	4	1.263	0.316	1.5023
Putresin (Put)	4	7.152	1.788	8.5097**
Ç x Put	4	1.233	0.308	1.4675
T x Put	16	5.267	0.329	1.5667
Ç x T x Put	16	1.576	0.098	0.4687
Hata	200	42.022	0.210	
Genel	249	154.317		

CV: %42.58, ** ** : P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.22'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi çeşit (Ç), tuz (T putresin (Put) uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde (P<0.01)) önemli bulunmuştur. Çeşit x tuz (Ç x T), çeşit x putresin (Ç x Put), tuz x putresin (T x Put), çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama kök yaş ağırlıkları değerleri ise Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki kök yaş ağırlıkları (mg)

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	1.49	2.28	1.67	1.88	2.12	**1.89**	**0.95 B**
		50	1.59	1.88	1.72	1.29	0.87	**1.47**	
		100	0.72	1.05	0.98	0.73	0.53	**0.80**	
		150	0.35	0.53	0.42	0.42	0.33	**0.41**	
		200	0.22	0.26	0.23	0.15	0.10	**0.19**	
		Ort. (ÇxPut)	**0.87**	**1.20**	**1.01**	**0.89**	**0.79**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	2.08	2.11	2.05	1.96	1.82	**2.01**	**1.20 A**
		50	1.81	1.95	1.79	1.48	0.93	**1.59**	
		100	1.56	1.66	1.53	0.90	0.71	**1.27**	
		150	0.71	0.89	1.15	0.71	0.39	**0.77**	
		200	0.35	0.40	0.42	0.35	0.31	**0.37**	
		Ort. (ÇxPut)	**1.30**	**1.40**	**1.39**	**1.08**	**0.83**		
LSD%1Ç,									

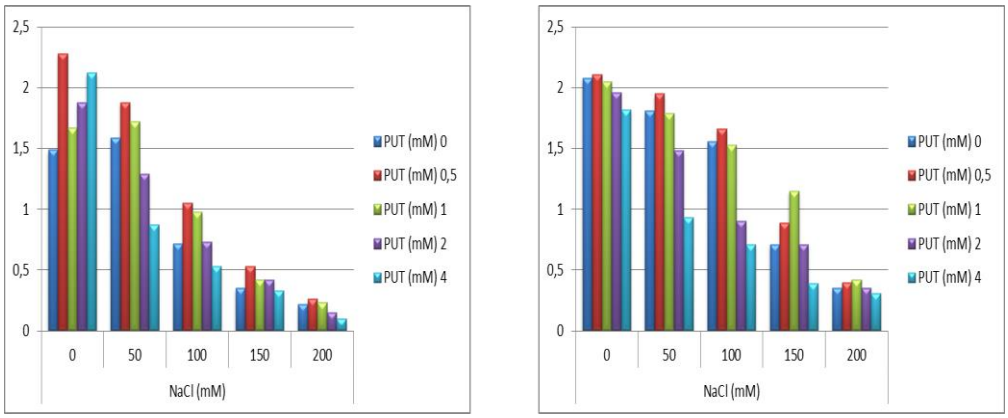
Çizelge 4.24. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki kök yaş ağırlıklarına ait ortalama değerler

Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	1.77	2.20	1.86	1.92	1.97	**1.95 A**
	50	1.70	1.91	1.76	1.38	0.90	**1.53 B**
	100	1.14	1.35	1.26	0.82	0.62	**1.04 C**
	150	0.53	0.71	0.79	0.56	0.36	**0.59 D**
	200	0.29	0.33	0.32	0.25	0.20	**0.28 E**
	Ort. (Put)	**1.09 AB**	**1.30 A**	**1.20 AB**	**0.99 BC**	**0.81 C**	
$LSD_{\%1T}$:0.238 **$LSD_{\%1Put}$:0.238**							

Çeşitlerin (Ç) kök yaş ağırlıklarına bakıldığında 1.20 mg değeri ile LL104 çeşidinin, 0.95 mg değerine sahip MM54 çeşidine göre daha yüksek kök yaş ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına baklıdığında en yüksek kök yaş ağırlığı 0 mM NaCl içeren ortamlardan (1.95 mg), en düşük kök yaş ağırlığı değeri ise 200 mM NaCl (0.28 mg) içeren ortamlardan elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak kök yaş ağırlığında azalma olduğu, en yüksek kök yaş ağırlığı değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %86 olduğu belirlenmiştir (EK- 8).

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek kök yaş ağırlığı 0.5 mM Put (1.30 mg) içeren ortamlardan, en düşük kök yaş ağırlığı 4 mM Put (0.81 mg) içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %26 oranında bir azalma tespit edilmiştir (EK- 8).



Şekil 4.18. MM54 ve LL104 çeşitlerinin kök yaş ağırlıkları

Bardakcı (2019), yürüttüğü çalışmada ayçiçeğinde tuz stresi altında spermidin kimyasalını denemesi sonucunda tuz konsantrasyonları arttıkça kök yaş ağırlığının

azaldığı saptanmıştır. Çeltik üzerine yapılan başka bir çalışmada çimlenme, radikula uzunluğu ve ağırlığın tuz konsantrasyonunun artışıyla azaldığı belirlenmiştir (Eskandari ve Kazemi, 2011).

Araştırmamızda belirlenen fide kök yaş ağırlıkları genel olarak değerlendirildiğinde benzer şekilde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak kök yaş ağırlığında azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Putresin konsantrasyonundaki artış, 0.5 mM'dan sonra kök yaş ağırlığını olumsuz etkilemiştir. Tuz ve putresinin birlikte kullanımında tek başlarına kullanıma göre kök yaş ağırlığını daha yüksek tuttulduğu ifade edilebilir (Şekil 4.18).

4.9. Gövde Yaş Ağırlığı (mg)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen gövde yaş ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.25'de, verilmiştir.

Çizelge 4.25. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki gövde yaş ağırlıklarına ait varyans analiz tablosu değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	8.442	8.442	65.8881**
Tuz (T)	4	63.920	15.980	124.7211**
Ç x T	4	4.596	1.149	8.9674**
Putresin (Put)	4	11.657	2.914	22.7453**
Ç x Put	4	0.920	0.230	1.7958
T x Put	16	3.244	0.203	1.5826
Ç x T x Put	16	1.549	0.097	0.7557
Hata	200	25.625	0.128	
Genel	249	119.953		

CV: %28.62, ** %1 önem seviyesini, * %5 önem seviyesini göstermektedir.

Çizelge 4.25'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi çeşit (Ç), tuz (T), çeşit x tuz (Ç x T) ve putresin (Put) uygulamalarının gövde yaş ağırlıkları üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde ($P<0.01$)) önemli bulunurken çeşit x putresin (Ç x Put) tuz x putresin (T x Put) ve çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının gövde yaş ağırlıkları üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama gövde yaş ağırlıkları değerleri ise Çizelge 4.26. ve Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki gövde yaş ağırlıkları (mg)

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	1.80	2.17	2.11	1.84	1.51	**1.89AB**	
		50	1.43	1.60	1.53	1.24	1.05	**1.37 C**	
		100	1.08	1.38	1.36	1.21	0.89	**1.18 C**	**1.07 B**
		150	0.73	0.81	0.66	0.53	0.33	**0.61 D**	
		200	0.22	0.33	0.30	0.30	0.26	**0.28 E**	
		Ort. (ÇxPut)	**1.05**	**1.26**	**1.19**	**1.02**	**0.81**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	1.95	2.04	1.94	1.72	1.45	**1.82AB**	
		50	1.90	2.17	1.69	1.32	1.13	**1.64 B**	
		100	1.56	2.64	2.16	1.90	1.29	**1.91 A**	**1.43 A**
		150	1.25	1.41	1.57	1.01	0.63	**1.18 C**	
		200	0.51	0.73	0.76	0.69	0.43	**0.63 D**	
		Ort. (ÇxPut)	**1.43**	**1.80**	**1.63**	**1.33**	**0.99**		
$LSD_{\%1Ç}$, $LSD_{\%1Ç \times T}$: 0.263									

Çizelge 4.27. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki gövde yaş ağırlıklarına ait ortalama değerler

Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	1.87	2.11	2.03	1.78	1.48	**1.85 A**
	50	1.67	1.88	1.61	1.28	1.09	**1.51B**
	100	1.32	2.01	1.76	1.56	1.09	**1.55 B**
	150	0.99	1.11	1.12	0.77	0.48	**0.89 C**
	200	0.37	0.53	0.53	0.50	0.35	**0.45 D**
	Ort. (Put)	**1.24 BC**	**1.53 A**	**1.41 AB**	**1.18 C**	**0.90 D**	
$LSD_{\%1T}$:0.186 $LSD_{\%1Put}$:0.186							

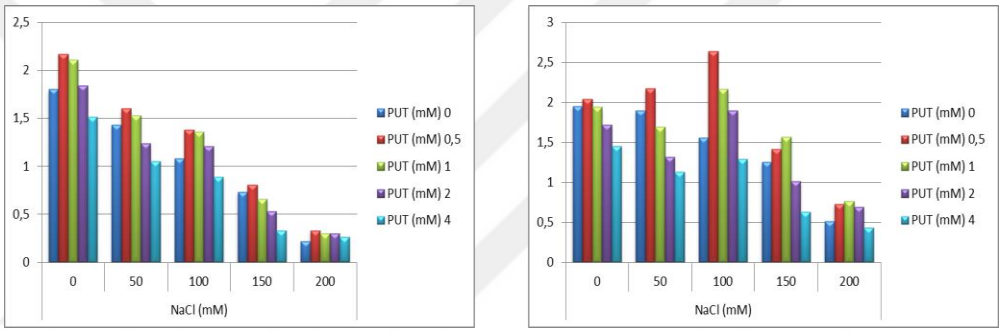
Çeşitlerin (Ç) gövde yaş ağırlıklarına bakıldığında 1.43 mg değeri ile LL104 çeşidinin, 1.07 mg değerine sahip MM54 çeşidine göre daha yüksek gövde yaş ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına baklıdığında en yüksek gövde yaş ağırlığı 0 mM NaCl içeren ortamlardan (1.85 mg), en düşük gövde yaş ağırlığı değeri ise 200 mM NaCl (0.45 mg) içeren ortamlardan elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak gövde yaş ağırlığında azalma olduğu, en yüksek gövde yaş ağırlığı değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %76 olduğu belirlenmiştir (EK- 9).

MM54 çeşidinde çeşit x tuz (Ç x T) etkileşimi üzerinde en yüksek gövde yaş ağırlığı 0 mM NaCI (1.89 mg) içeren ortamlarda görülürken en düşük gövde yaş ağırlığı 200 mM NaCI (0.28 mg) içeren ortamlarda olduğu tespit edilmiştir.

LL104 çeşidinde çeşit x tuz (Ç x T) etkileşimi üzerinde en yüksek gövde yaş ağırlığı 100 mM NaCI (1.91 mg) içeren ortamlarda görülmektedir. En düşük gövde yaş ağırlığı ise 200 mM NaCI (0.63 mg) dozlarının bulunduğu ortamlarda olduğu belirlenmiştir.

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek gövde yaş ağırlığı 1.53 mg değeri ile 0.5 mM Put içeren ortamlardan, en düşük gövde yaş ağırlığı ise 0.90 mg değeri ile 4 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %27'lik bir azalma tespit edilmiştir (EK- 9).



Şekil 4.19. MM54 ve LL104 çeşitlerinin gövde yaş ağırlıkları

Önay (2019), buğday bitkisi üzerine kurulan denemede tuz konsantrasyonu arttıkça gövde yaş ağırlığında azalma olduğu belirlenmiştir. Biçer (2016), mısır bitkisi üzerine yapılan çalışmada tuz stresi sonrası bitkilerdeki toplam klorofil miktarı ve mısır bitkilerinin yapraklarının su potansiyeli kontrol bitkilerine göre azalmıştır. Deneme sonucunda putresinin bu azalmayı iyileştirdiği görülmüştür.

Araştırmamızda belirlenen fide gövde yaş ağırlıkları genel olarak değerlendirildiğinde MM54 çeşidinde benzer şekilde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak gövde yaş ağırlığında azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. LL104 çeşidinde 100 mM NaCI ortamlarının putresin dozlarıyla kombinasyonlarında gövde yaş ağırlığında artış sağladığı görülmüştür. Sadou ve ark. (2019), yürüttükleri ayçiçeğinde tuz konsantrasyonun (0, 50, 150 ve 250 mM) artışında bağlı olarak bitki gelişimlerinin durması ya da azalması gerekirken 150 mM tuz dozunda kontrol grubuna göre bitki boyunun daha uzun olduğu, görülmüştür. Kibar ve ark. (2020), fasulye bitkisi üzerinde yürüttükleri çalışmaya göre putresin ve tuz kombinasyonlarında 0.1 mM Put x 50 mM

NaCI ortamlarında plumula yaş ağırlığının, 2 mM Put + 50 mM NaCl ortamlarında radikula yaş ağırlığının kontol grubuna göre artış yaşandığı görülmüştür. Putresin konsantrasyonundaki artış, 0.5 mM'dan sonra gövde yaş ağırlığını olumsuz etkilemiştir. Tuz ve putresinin birlikte kullanımında tek başlarına kullanıma göre gövde yaş ağırlığını daha yüksek tuttulduğu ifade edilebilir (Şekil 4.19). Her canlının metabolik ihtiyaç ve etkileşimleri farklı olduğu için, tuza ve putresine gösterdiği tepkiler de farklı olmaktadır. Sonuçlara göre; putresinin bitki büyümesini teşvik edici özelliğinin tuzun baskısını kısmen azaltarak ağırlık artışına neden olabileceği, bu etkileşimin ise belirli sınırlar içinde gerçekleşebileceği ifade edilebilir.

4.10. Kök Kuru Ağırlığı (mg)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen kök kuru ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.28'de, verilmiştir.

Çizelge 4.28. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki kök kuru ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	0.408	0.408	27.5457**
Tuz (T)	4	7.341	1.835	123.8920**
Ç x T	4	0.240	0.060	4.0481*
Putresin (Put)	4	0.505	0.126	8.5185**
Ç x Put	4	0.033	0.008	0.5488
T x Put	16	0.293	0.018	1.2349
Ç x T x Put	16	0.196	0.012	0.8276
Hata	200	2.963	0.015	
Genel	249	11.978		

CV: %38.07, ** ** : P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.28'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi çeşit (Ç), tuz (T), putresin (Put) uygulamalarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde (P<0.01)), çeşit x tuz (Ç x T) interaksiyonunun etkisi ise %5 (P<0.05) seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşit x putresin (Ç x Put), tuz x putresin (T x Put) çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının kök kuru ağırlıkları üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama kök kuru ağırlık değerleri ise Çizelge 4.29. ve Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki kök kuru ağırlıkları (mg)

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	0.42	0.49	0.44	0.44	0.59	**0.47 BC**	**0.28 B**
		50	0.42	0.42	0.57	0.41	0.31	**0.43 C**	
		100	0.21	0.30	0.31	0.27	0.21	**0.26 D**	
		150	0.04	0.27	0.17	0.08	0.10	**0.14 EF**	
		200	0.14	0.15	0.12	0.08	0.02	**0.10F**	
		Ort. (ÇxPut)	**0.24**	**0.33**	**0.32**	**0.26**	**0.25**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	0.65	0.69	0.72	0.63	0.60	**0.66 A**	**0.36 A**
		50	0.40	0.65	0.61	0.57	0.41	**0.52 B**	
		100	0.19	0.30	0.28	0.29	0.21	**0.25 D**	
		150	0.14	0.28	0.27	0.18	0.13	**0.20 DE**	
		200	0.14	0.23	0.19	0.14	0.12	**0.16 EF**	
		Ort. (ÇxPut)	**0.31**	**0.43**	**0.41**	**0.36**	**0.29**		
$LSD_{\%1Ç}$, $LSD_{\%5Ç \times T}$: 0.068									

Çizelge 4.30. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki kök kuru ağırlıklarına ait ortalama değerler

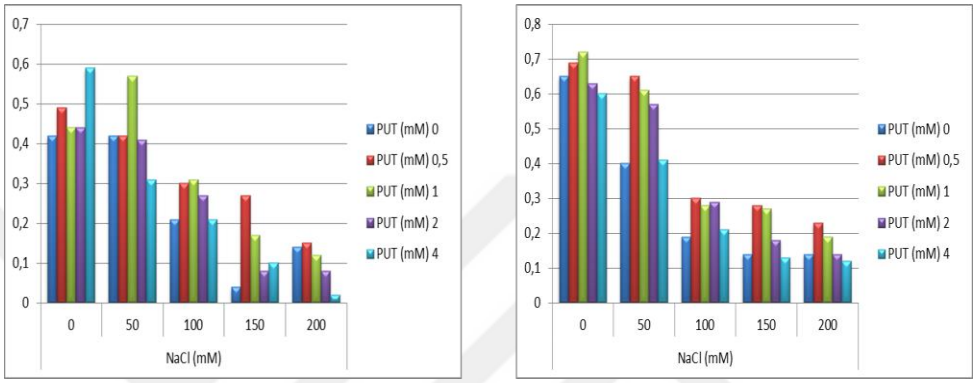
Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	0.53	0.59	0.58	0.54	0.60	**0.57 A**
	50	0.41	0.53	0.59	0.48	0.36	**0.48 B**
	100	0.20	0.30	0.30	0.28	0.21	**0.26 C**
	150	0.09	0.28	0.22	0.13	0.12	**0.17 D**
	200	0.14	0.19	0.15	0.11	0.07	**0.13 D**
	Ort. (Put)	**0.28 C**	**0.38 A**	**0.37 AB**	**0.31 BC**	**0.27 C**	
$LSD_{\%1T}$:0.064 $LSD_{\%1Put}$:0.064							

Çeşitlerin (Ç) kök kuru ağırlıklarına bakıldığında 0.36 mg değeri ile LL104 çeşidinin, 0.28 mg değerine sahip MM54 çeşidine göre daha yüksek kök kuru ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek kök kuru ağırlığı 0 mM NaCl içeren ortamlardan (0.57 mg), en düşük kök kuru ağırlığı değeri ise 200 mM NaCl içeren ortamlardan (0.13 mg) elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak kök kuru ağırlığında azalma olduğu, en yüksek kök kuru ağırlığı değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %77 olduğu belirlenmiştir (EK- 10).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek kök kuru ağırlığı LL104 çeşidinde 0 mM NaCI (0.66 mg) içeren ortamlarda görülürken, en düşük kök kuru ağırlığı MM54 çeşidinde 200 mM NaCI (0.10 mg) içeren ortamlarında belirlenmiştir.

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek kök kuru ağırlığı 0.38 mg değeri ile 1 mM Put içeren ortamlardan, en düşük kök kuru ağırlığı ise 0.27 mg değeri ile 4 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %4 oranında bir azalma tespit edilmiştir (EK- 10).



Şekil 4.20. MM54 ve LL104 çeşitlerinin kök kuru ağırlıkları

Aydınşakir ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada silajlık sorghum bitkisinde tuz konsantrasyonları arttıkça kök kuru ağırlığının azaldığını tespit etmişlerdir.

Araştırmamızda belirlenen fide kök kuru ağırlıkları genel olarak değerlendirildiğinde benzer şekilde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak kök kuru ağırlığında azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Putresin konsantrasyonundaki artış, 0.5 mM ve 1 mM'dan sonra kök kuru ağırlığını olumsuz etkilemiştir. Tuz ve yalnız putresinin yüksek konsantrasyonlarda tohum çimlenmesini engellediği, buna rağmen tuz ve putresinin beraber kullanıldığı durumlarda ise kök kuru ağırlığında artış yaşandığı ifade edilebilir (Şekil 4.20).

4.11. Gövde Kuru Ağırlığı (mg)

MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinde farklı tuz ve putresin uygulamalarından elde edilen gövde kuru ağırlığına ait varyans analiz değerleri Çizelge 4.31'de, verilmiştir.

Çizelge 4.31. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki gövde kuru ağırlıklarına ait varyans analiz değerleri

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F
Çeşit (Ç)	1	0.178	0.178	9.2772*
Tuz (T)	4	8.370	2.093	108.7622**
Ç x T	4	0.316	0.079	4.1066*
Putresin (Put)	4	0.329	0.082	4.2694*
Ç x Put	4	0.100	0.025	1.3044
T x Put	16	0.355	0.022	1.1527
Ç x T x Put	16	0.603	0.038	1.9600
Hata	200	3.848	0.019	
Genel	249	14.100		

CV: %32.43, ** ** : P<0.01 seviyesinde önemli, *: P<0.05 seviyesinde önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.31'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi tuz (T) uygulamalarının gövde kuru ağırlıkları üzerine etkisi istatistiki olarak %1 seviyesinde (P<0.01)), çeşit (Ç), çeşit x tuz (Ç x T), putresin (Put) interaksiyonunlarının etkisi ise %5 (P<0.05) seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşit x putresin (Ç x Put), tuz x putresin (T x Put) ve çeşit x tuz x putresin (Ç x T x Put) interaksiyonlarının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi ise istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır.

MM54 ve LL104 çeşitlere ait ortalama gövde kuru ağırlığı değerleri ise Çizelge 4.32. ve Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. MM54 ve LL104 çeşitlerinde farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki gövde kuru ağırlıkları (mg)

Çeşitler	Ortam		Put (mM)						
			0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (ÇxT)**	**Ort. (Ç)**
MM54	**NaCl (mM)**	**0**	0.59	0.67	0.57	0.62	0.80	**0.65 B**	
		50	0.63	0.43	0.62	0.50	0.44	**0.53 C**	
		100	0.36	0.51	0.53	0.35	0.51	**0.45 C**	**0.40 B**
		150	0.16	0.33	0.34	0.21	0.16	**0.24 F**	
		200	0.09	0.18	0.17	0.13	0.12	**0.14 G**	
		Ort. (ÇxPut)	**0.37**	**0.42**	**0.45**	**0.36**	**0.41**		
LL104	**NaCl (mM)**	**0**	0.83	0.81	0.71	0.71	0.62	**0.74 A**	
		50	0.44	0.76	0.66	0.61	0.57	**0.61 B**	
		100	0.37	0.38	0.42	0.27	0.37	**0.36 D**	**0.45 A**
		150	0.30	0.34	0.37	0.38	0.20	**0.32DE**	
		200	0.20	0.29	0.33	0.24	0.17	**0.25EF**	
		Ort. (ÇxPut)	**0.43**	**0.52**	**0.50**	**0.44**	**0.39**		
$LSD_{\%5Ç}$, $LSD_{\%5Ç \times T}$: 0.077									

Çizelge 4.33. Farklı NaCl ve Put konsantrasyonları içeren ortamlardaki gövde kuru ağırlıklarına ait ortalama değerler

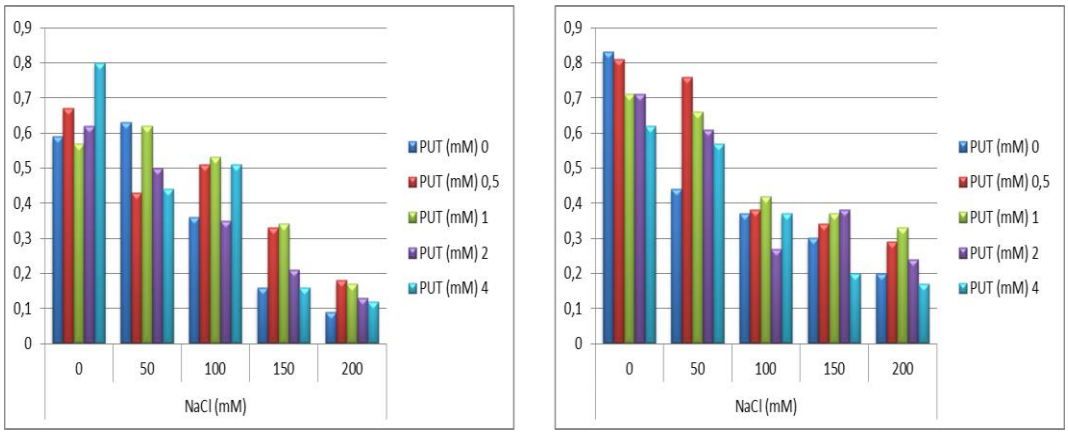
Ortam		Put (mM)					
		0	**0.5**	**1**	**2**	**4**	**Ort. (T)**
NaCl (mM)	**0**	0.71	0.74	0.64	0.66	0.71	**0.69 A**
	50	0.54	0.60	0.64	0.56	0.50	**0.57 B**
	100	0.36	0.44	0.48	0.31	0.44	**0.41 C**
	150	0.23	0.34	0.36	0.29	0.18	**0.28 D**
	200	0.15	0.24	0.25	0.18	0.15	**0.19 E**
	Ort. (Put)	**0.40 B**	**0.47 A**	**0.47 A**	**0.40 B**	**0.40 B**	
$LSD_{\%1T}$:0.072 $LSD_{\%5Put}$:0.054							

Çeşitlerin (Ç) gövde kuru ağırlıklarına bakıldığında 0.45 mg değeri ile LL104 çeşidinin, 0.40 mg değerine sahip MM54 çeşidine göre daha yüksek gövde kuru ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

Tuz (T) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek gövde kuru ağırlığı 0 mM NaCl içeren ortamlardan (0.69 mg), en düşük gövde kuru ağırlığı değeri ise 200 mM NaCl içeren ortamlardan (0.19 mg) elde edilmiştir. Tuz konsantasyonundaki artışa bağlı olarak gövde kuru ağırlığında azalma olduğu, en yüksek gövde kuru ağırlığı değeri ile en düşük değer arasındaki azalmanın %72 olduğu belirlenmiştir (EK- 11).

Putresin (Put) konsantrasyonlarının genel ortalamalarına en yüksek gövde kuru ağırlığı 0.47 mg değeri ile 0.5 mM ve 1 mM Put içeren ortamlardan, en düşük gövde kuru ağırlığı ise 0.40 mg değeri ile 0 mM, 2 mM ve 4 mM Put içeren ortamlarda elde edilmiştir. En yüksek değer ile en düşük değer arasında %15 oranında bir azalma tespit edilmiştir (EK- 11).

Çeşit (Ç) x tuz (T) interaksiyonunda en yüksek gövde kuru ağırlığı LL104 çeşidinde 0 mM NaCI (0.74 mg) içeren ortamlarda görülürken, en düşük gövde kuru ağırlığı değeri MM54 çeşidinin 200 mM NaCI (0.14 mg) içeren ortamlarında belirlenmiştir.



Şekil 4.21. MM54 ve LL104 çeşitlerinin gövde kuru ağırlıkları

Altuner ve ark. (2019), Tritikale bitkisi üzerinde yürüttükleri çalışmada tuz dozları arttıkça gövde kuru ağırlığında azalma olduğu saptanmıştır.

Araştırmamızda belirlenen gövde kuru ağırlıkları genel olarak değerlendirildiğinde benzer şekilde artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak gövde kuru ağırlığında azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Putresin konsantrasyonundaki artış, 0.5 mM ve 1 mM'dan sonra gövde kuru ağırlığını olumsuz etkilemiştir. Tuz ve putresinin birlikte kullanımında tek başlarına kullanıma göre gövde kuru ağırlığının daha yüksek tuttulduğu ifade edilebilir (Şekil 4.21).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu tez çalışması MM54 (Pioneer) ve LL104 (Pioneer) ayçiçeği çeşitlerinde *in vitro* koşullarda uygulanan tuz (NaCI) stresi altında putresin (Put) maddesinin çimlenme durumu ve fide gelişimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyoteknoloji Doku Kültürü Laboratuvar'ında yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda MS (Murashige ve Skoog, 1962) temel besin ortamı kullanılmıştır. MS temel besin ortamları kontrol grubu olarak alınırken, bu ortamlara tuz (NaCI) ve putresin (Put) ekleyerek kombinasyonlar oluşturulmuştur. Yapılan denemelerde 5 adet tuz (NaCI) (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCI), 5 adet putresin (Put) (0, 0.5, 1, 2, 4 Mm Put) ve bunların kombinasyonları (NaCI x Put) kullanılarak toplam 25 farklı ortam oluşturulmuştur.

Tohumlar *in vitro* koşullarda steril ortamda ekimi yapılarak kültüre alınmış olup çimlenmeyle ilgili değerler 10 gün boyunca takip edilmiş ve elde edilen veriler hesaplanmıştır. Fide ve fideyle ilgili değerler için ise 1 ay sonunda değerlendirmeler yapılmış ve kaydedilmiştir. Denemede; çimlenme indeksi, çimlenme hızı, çimlenme gücü, ortalama çimlenme süresi, tuz tolerans indeksi, fide kök uzunluğu, fide gövde uzunluğu, kök yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı gözlemleri yapılıp, ölçüm işlemleri yapılmıştır. Bu gözlem ve ölçümler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda özet halinde verilmiştir.

Çimlenme indeksi verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları çeşit, tuz, çeşit x tuz ve putresin istatistiki olarak %1 seviyesinde, tuz x putresin %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin genel ortalamalarına göre 2.86 değeri ile LL104 çeşiti MM54 çeşitinden daha yüksektir. Tuz konsantrasyonlarında en yüksek değer 0 NaCI (4.84), putresin konsantrasyonlarında en yüksek değer 0.5 mM Put (2.90), Ç x T ortamlarında en yüksek değer 0 NaCI 5.23 değeri ile LL104 çeşitinde, tuz x putresin etkileşimlerinde en yüksek değer 0 NaCI x 1 Put (5.28) ortamlarında görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının çimlenme indeksini azalttığı görülmüştür.

Çimlenme hızı verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları tuz, putresin, tuz x putresin istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tuz konsantrasyonlarında en yüksek değer 0 NaCI (%94.80), putresin (Put) konsantrasyonlarında en yüksek değer 0 mM Put (%32.80), tuz x putresin (T x

Put) en yüksek değer 0 NaCI x 2 Put (%98.00) ortamlarında görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının çimlenme hızını azalttığı görülmüştür.

Çimlenme gücü verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları çeşit, tuz, çeşit x tuz, tuz x putresin istatistiki olarak %1 seviyesinde, putresin %5 seviyesinde önemli olduğu görülmüştür. Çeşitlerin genel ortalamasına göre en yüksek değer %71.04 ile LL104 çeşitine aittir. Tuz dozlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (%98.40), putresin dozlarında en yüksek değer 1 mM Put (%73.20), çeşit x tuz kombinasyonlarında iki çeşitte de en yüksek değer 0 mM NaCI (%98.40), tuz x putresin kombinasyonlarında en yüksek değer 0 mM NaCI x 0 mM Put, 0 mM NaCI x 1 mM Put, 0 mM NaCI x 2 mM Put (%100) ortamlarında görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının çimlenme gücünü azalttığı görülmüştür.

Ortalama çimlenme süresi (gün) verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları tuz, çeşit x tuz, tuz x putresin istatistiki olarak %1 seviyesinde, çeşit x putresin %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tuz dozlarında en yüksek değer 200 mM NaCI (8.56 gün), çeşit x tuz kombinasyonlarında en yüksek değer 200 mM NaCI (8.71 gün), tuz x putresin kombinasyonlarında en yüksek değer 200 mM NaCI x 0 mM Put (8.95 gün) çeşit x putresin kombinasyonlarında en yüksek değer 0.5 mM Put (7.98 gün) ortamlarında LL104 çeşitinde görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının ortalama çimlenme süresini uzattığı görülmüştür.

Tuz tolerans indeksi verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları tuz, çeşit x tuz etkileşimleri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tuz dozlarında en yüksek değer, 0 mM NaCI (%99.84), çeşit x tuz kombinasyonlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (%119.76) ortamlarında MM54 çeşitinde görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının tuz tolerans indeksini azalttığı görülmüştür.

Fide kök uzunluğu verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları tuz, çeşit x tuz, putresin, çeşit x tuz x putresin etkileşimleri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tuz dozlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (7.45), putresin dozlarında en yüksek değer 0.5 mM Put (6.33 cm), çeşit x tuz kombinasyonlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (7.96 cm) MM54 çeşitinde, çeşit x tuz x putresin kombinasyonlarında en yüksek değer MM54 çeşitinde 0 mM x 0 mM (9.94 cm) ortamlarında görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının fide kök uzunluğunu azalttığı görülmüştür.

Fide gövde uzunluğu göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları çeşit, tuz, çeşit x tuz, çeşit x putresin etkileşimleri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin genel ortalamasına göre en yüksek değer 7.17 cm ile LL104 çeşitine aittir. Tuz dozlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (12.25 cm), çeşit x tuz kombinasyonlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (12.59 cm) ile LL104 çeşitinde, çeşit x putresin etkileşimlerinde 1 mM Put (7.75 cm) LL104 çeşitinde görülmüştür. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının fide gövde uzunluğunu azalttığı görülmüştür.

Kök yaş ağırlığı verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları çeşit ,tuz, putresin etkileşimleri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin genel ortalamalarına göre en yüksek değer 1.20 mg ile LL104 çeşitine aittir. Tuz dozlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (1.95 mg), putresin dozlarında en yüksek değer 0.5 mM Put (1.30 mg) ortamlarında görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının kök yaş ağırlığını azalttığı görülmüştür.

Gövde yaş ağırlığı verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları çeşit, tuz, putresin, çeşit x tuz etkileşimleri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek değer 1.43 mg ile LL104 çeşitine aittir. Tuz dozlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (1.85 mg), putresin dozlarında en yüksek değer 0.5 mM Put (1.53 mg), çeşit x tuz kombinasyonlarında en yüksek değer 100 mM NaCI (1.91 mg) ile LL104 çeşitinde görülmüştür. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının gövde yaş ağırlığını azalttığı görülmüştür.

Kök kuru ağırlığı verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları çeşit, tuz, putresin etkileşimleri istatistiki olarak %1 seviyesinde, çeşit x tuz kombinasyonları %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek değer 0.36 mg ile LL104 çeşitine aittir. Tuz dozlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (0.13 mg), putresin dozlarında en yüksek değer 1 mM Put (0.38 mg) Çeşit x tuz etkileşimlerinde en yüksek değer 0 mM NaCI (0.66 mg) ortamlarında görülmüştür. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının kök kuru ağırlığını azalttığı görülmüştür.

Gövde kuru ağırlığı verilerine göre tuz (NaCI), putresin (Put) ve bunların kombinasyonları çeşit, çeşit x tuz ve putresin istatistiki olarak %5 seviyesinde, tuz %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin genel ortalamalarına bakıldığında en yüksek değer 0.45 mg ile LL104 çeşitine aittir. Çeşit x tuz etkileşimlerinde en yüksek değer 0

mM NaCI (0.74 mg) ile LL104 çeşitinde, putresin dozlarında en yüksek değer,0.5 mM ve 1 mM Put (0.47 mg) tuz dozlarında en yüksek değer 0 mM NaCI (0.69 mg) ortamlarında görülmektedir. İki çeşit üzerinde de artan konsantrasyon miktarının gövde kuru ağırlığını azalttığı görülmüştür.

Genel olarak bu çalışmada tuzluluk faktörünün gelişimi engellediği, sadece putresin kullanılan ortamlarda putresinin fide gelişimine katkıda bulunduğu, tuz x putresin kombinasyonlarında putresinin belirli bir doza kadar tuza karşı tolerans gösterdiği, MM54 ve LL104 çeşitleri arasında çimlenmenin, tuza karşı toleransın yüksek olduğu çeşit LL104 ayçiçeği çeşidine ait olduğu belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

Bitkilerin etkilenmesinde neden olan stres faktörleri biyotik ve abiyotik stres faktörleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Abiyotik stres faktörlerin başında gelen tuzluluk problemi, bitkilerin gelişimini olumsuz etkileyen verim ve kalitesini düşürerek tarımı sınırlandıran bir unsurdur. Dünya genelinde çeşitli sorunlara neden olan tuzluluk problemleriyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

Putresin (Put), spermin (Spm) ve spermidin (Spd) içeren poliaminler, bitkilerin gelişim ve fizyolojik işlevini düzenlemede etkilidir. Bitkilerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerinde dayanıklılığı arttırmada rol oynamaktadırlar. Bitkilerin kendi bünyesinde barındırdıkları poliaminlerin yanı sıra eksojen poliaminlerinde strese karşı bitkileri korudukları bilinmektedir.

Tuzluluk oranının çimlenme oranında düşüşe veya çimlenmenin engellenmesine, daha yavaş kök büyümesine, bodur büyümeye, küçük yapraklara, yaprakların sararmasına, fidelerin incelmesine ve tüm bitkinin kurumasına neden olduğu bulunmuştur. Poliaminler, tuzluluğun stresli etkilerine karşı direnci artırmak için tasarlanmıştır. Bitkilerde poliaminler; çimlenme, kök büyümesi, çiçeklenme, gövde ve sapların kalınlaşması, yumru gelişimi, meyve olgunlaşması, yaşlanma, embriyogenez, farklılaşma, hücre bölünmesi ve uzaması, nükleik asit ve protein sentezi gibi birçok fizyolojik süreçte etkili olabilirler. Tuzluluğun çimlenme ve büyüme üzerindeki olumsuz etkilerinin poliaminler kullanılarak ortadan kaldırılabileceği tartışılmaktadır.

Bu araştırmanın amacı *in vitro* koşullarda tuzluluk stresi altında MM54 ve LL104 ayçiçeği çeşitlerinin putresin maddesinin etkisini araştırmaktır. Bu araştırmada elde edilen veriler doğrultusunda en iyi sonuçların 0.5 mM ve 1 mM PUT dozlarına ait

olduğu, putresinin tohumları tuz toleransına karşı kısmen de olsa koruduğu belirlenmiştir.

Yapmış olduğumuz bu tez çalışması ile literatürde ki eksikliğe katkı sağlayacak bilgiler elde edilmiş olmakla birlikte yapılan çalışmanın diğer alanlar ve arazi çalışmalarında ön bilgi olarak yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abdel-Azem, H. S., Shehata, S. M., El-Gizawy, A. M., El-Yazied, A. A. ve Adam, S. M., 2015, Snap bean response to salicylic acid and putrescine used separately and jointly under two sowing dates, *Middle East Journal of Applied Sciences*, 5 (4), 1211-1221.

Akıncı, I. E. ve Çalışkan, U., 2010, Effect of lead on Seed Germination and Tolerance Levels in Some Summer Vegetables, *Ekoloji Dergisi*, 19, 164-172.

Ali, R. M., 2000, Role of putrescine in salt tolerance of Atropa belladonna plant, *Plant Science*, 152 (2), 173-179.

Altuner, F., Oral, E. ve Tunçtürk, R., 2019, Gibberellik asit ön uygulamasına tabi tutulmuş Triticale (x Triticosecale Wittmack)' de tuz (NaCl) stresinin çimlenme üzerine etkisi effect of salt stress (NaCl) in the Triticale (x Triticosecale Wittmack) applied pretreatment of gibberellic acid, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (2), 235- 242.

Amin, A. A., Gharib, F. A. E., El-Awadi, M. ve El-Sherbeny, M. R., 2011, Physiological response of onion to foliar application of putrescine and glutamine, *Scientia Horticulturae*, 129, 353-360.

Anonim, 2018, Tarım ürünleri piyasaları ayçiçeği, Tagem, 02.

Arabacı, Ç., 2015, Kapsaisinin Biberde (Capsicum annuum L.) Çimlenme, Çıkış ve Bitki Gelişimine Etkisi, *Yüksek lisans*, Namık Kemal Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, 55.

Aranda, R. R. ve Syvertsen, J. P., 1996, The influence of foliar applied urea nitrogen and salina solutions on net gas excehenc of citrus leaves, *Journal of American Society for Horticultural Science*, 12, 501-506.

Asav, Ü. ve Serim, A. T., 2019, Ankara ili ayçiçeği (Helianthus annuus L.) ekiliş alanlarında bulunan yabancı otların tespiti, *Bitki Koruma Bülteni*, 59 (4), 29-34.

Atak, M., Atış, İ., Uygur, V., Erayman, M. ve İrvem, A., 2015, Ekmeklik buğday genotiplerinin değişik fizyolojik dönemlerde oluşturulan tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 31-42.

Aydın, İ. ve Atıcı, Ö., 2016, Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri, *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 15.

Aydın, M., Hossein Pour, A., Tosun, M. ve Haliloğlu, K., 2016, Effect of application of putrescine on seedling growth and cell division of wheat (Triticum aestivum L.) under drought stress, *Yyü Tar Bil Derg*, 26 (3), 319-332.

Aydınşakir, K., Erdurmuş, C., Büyüktaş, D. ve Çakmakçı, S., 2012, Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (Sorghum bicolor) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (1), 47-52.

Bal, E., 2012, Hasat sonrası putresin ve salisilik asit uygulamalarının kirazın sogukta muhafazası üzerine etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 23-31.

Baran, A. ve Doğan, M., 2014, Tuz stresi uygulanan soyada (Glycine max L.) salisilik asidin fizyolojik etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 78-84.

Bardakcı, H., 2019, In vitro tuz stresinde ayçiçeğinin (Helianthus annuus L.) çimlenme ve fide gelişimine spremidinin etkisi, *Yüksek lisans*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74.

Benavides, M. P., Groppa, M. D., Recalde, L. ve Verstraeten, S. V., 2018, Effects of polyamines on cadmium- and copper-mediated alterations in wheat (Triticum aestivum L) and sunflower (Helianthus annuus L) seedling membrane fluidity, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 654, 27-39.

Benlioğlu, B. ve Özkan, U., 2015, Bazı arpa çeşitlerinin (Hordeum vulgare L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24 (2), 109-114.

Biçer, A., 2016, Nitrik oksit ve putresinin tuzlu koşullarda yetişen mısır bitkisinin gelişimine ve bazı fizyolojik parametreleri üzerine etkisi, *Yüksek lisans*, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47.

Binboğa Meral, Ü., 2019, Ayçiçeği (Helianthus annuus L.,) bitkisinin önemi ve üretimine genel bir bakış, *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 2 (2), 58-71.

Binh, P. N. T., Soda, K., Maruyama, C. ve Kawakami, M., 2010, Relationship between food polyamines and gross domestic product in association with longevity in Asian countries, *Health*, 02 (12), 1390-1396.

Buyukuslu, N., 2014, Polyamines in foods, *Journal of Marmara University Institute of Health Sciences*.

Çakmakçı, S. ve Dallar, A., 2019, Farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkileri, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*.

Çömlekcioğlu, N. ve Arikan, S., 2017, Fizyolojik stres ve eksojen poliaminlerin Isatis tinctoria L. yapraklarındaki indigo miktarı ve fide gelişimi üzerine etkisi, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30 (3), 261-267.

Day, S., Demir Kaya, M. ve Kolsarıcı, Ö., 2008, Bazı çerezlik ayçiçeği (Helianthus annuus L.) genotiplerinin çimlenmesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (3), 230-236.

Demiralay, M., 2015, Kuraklık stresi koşullarındapoliaminlerin metabolizması ile hidrojen peroksit ilişkisinin araştırılması, *Doktora*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 87.

Demirel, A., 2014, Kırşehir ekolojik koşullarında bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi *Yüksek lisans*, Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1-97.

Dionisio Sese, M. L. ve Tobita, S., 1998, Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress, *Plant Science*, 135 (1), 1-9.

Dumlupınar, Z., Dokuyucu, T. ve Akkaya, A., 2007, The effects of electrical currents and salt concentration on germination and seedling characters of some durum wheat genotypes growing south anatolian region, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10 (2), 100-110.

Duran, R. E., Coşkun, Y. ve Savaşkan, Ç., 2010, Tuzun makarnalık bugday genotiplerinde (Triticum durum Desf.) bazı kalitatif ve kantitatif özellikler üzerine etkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14 (1), 17-22.

Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T., 2005, Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (3), 118-125.

Elkoyunu, R., 2013, Mercimek (Lens esculanta Moench)'te farklı klor tuzlarının çimlenme ve fide gelişimine etkileri / Effects of different chlorine salts on germination and seedling growth in lentil (Lens esculanta Moench), *Yüksek lisans*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 97.

Eskandari, H. ve Kazemi, K., 2011, Germination and Seedling Properties of Different Wheat Cultivars under Salinity Conditions, *Not Sci Biol*, 3 (3), 130-134.

Faisal, A. ve Ibrahim, M. F. M., 2018, Exogenous applied putrescine elevati drought tolerance of sunflower plants by modifting of some physio biochemical parameters, *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 26 (2A), 1239-1250.

Fariduddin, Q., Mir, B. A., Yusuf, M. ve Ahmad, A., 2013, Comparative roles of brassinosteroids and polyamines in salt stress tolerance, *Acta Physiologiae Plantarum*, 35 (7), 2037-2053.

Grattan, S. R. ve Grieve, C. M., 1999, Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops, *Scientia Horticulturae*, 78, 127-157.

Guo, S., Ge, Y. ve Na Jom, K., 2017, A review of phytochemistry, metabolite changes, and medicinal uses of the common sunflower seed and sprouts (Helianthus annuus L.), *Chem Cent J*, 11 (1), 95.

Gül, V., Öztürk, E. ve Polat, T., 2017, Yağlık ayçiçeği tanelerinin bazı karakteristik özelliklerinin belirlenmesi, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 48 (2), 81-85.

Hajiboland, R. ve Ebrahimi, N., 2011, Growth, photosynthesis and phenolics metabolism in tobacco plants under salinity and application of polyamines, *Iranian Journal of Plant Biology*, 3 (8), 13-26.

Ibrahim, E. A., 2016, Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds, *Journal of Plant Physiology*, 192, 38-46.

ISTA, 2003, International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association. Switzerland.

Jhalegar, J., Sharma, R. R., Pal, R. K. ve Rana, V., 2012, Effect of postharvest treatments with polyamines on physiological and biochemical attributes of kiwifruit (Actinidia deliciosa) cv. Allison, *Fruits*, 67 (1), 13-22.

Jovovic, M., Tunguz, V., Mirosavljevic, M. ve Przulj, N., 2018, Effect of salinity and drought stress on germination and early seedlings growth of bread wheat (Triticum aestivum L.), *Genetika*, 50 (1), 285-298.

Kalac, P. ve Krausova, P., 2005, A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods, *Food Chemistry*, 90 ((1-2)), 219-230.

Kara, B. ve Uysal, N., 2010, Effect of differet salinity (NaCI) concentrations on the first development stages of root and shoot organs of wheat, *Anadolu J. Agric. Sci.*, 25 (1), 37-43.

Karaağaç, H. A., Bolat, A., Sağlam, C., Yazgan, E. ve Çil, A., 2018, Ayçiçeği üretiminin enerji ve ekonomik analizi: Adana ili örneği, *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1 (2), 1-12.

Karaca Öner, E. ve Kırlı, A., 2020, Ayçiçeğinde (Helianthus annuus L.) tuz ve gibberellik asitin çimlenme üzerine etkisinin belirlenmesi, *Black Sea Journal of Agriculture*, 3 (1), 1-5.

Karaoğlu, M. ve Yalçın, A. M., 2018, Toprak tuzluluğu ve Iğdır ovası örneği, *Journal of Agriculture*, 1 (1), 27-41.

Kaya, M. D., 2009, The role of hull in germination and salinity tolerance in some sunflower (Helianthus annuus L.) cultivars, *African Journal of Biotechnology*, 8 (4), 597-600.

Kaya, Y., 2016, Ülkemizde ayçiçeği durumu ve gelecekteki yönü, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (2), 322-327.

Khan, A. S., Singh, Z. ve Abbasi, N. A., 2007, Pre-storage putrescine application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during low

temperature storage in ‘Angelino’ plum, *Postharvest Biology and Technology*, 46 (1), 36-46.

Khan, H. A., Ziaf, K., Amjad, M. ve Iqbal, Q., 2012, Exogenous Application of Polyamines Improves Germination and Early Seedling Growth of Hot Pepper, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72 (3), 429-433.

Kibar, B., Şahin, B. ve Kiemde, O., 2020, Fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) farklı tuz ve putresin uygulamalarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (4), 2315-2327.

Koç, E., Üstün, A. S., İşlek, C. ve Arıcı, Y. K., 2014, Effect of exogenously applied spermine and putrescine on germination and in vitro growth of pepper (Capsicum annuum L.) seeds under salt stress, *Life Sciences & Biotechnology* 3(2), 63-71.

Konyalı, S., 2017, Sunflower production, consumption, foreign trade and agricultural policies in Turkey, *Social Sciences Research Journal*, 6 (4), 11-19.

Koushesh Saba, M., Arzani, K. ve Barzegar, M., 2012, Postharvest Polyamine Application Alleviates Chilling Injury and Affects Apricot Storage Ability, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (36), 8947-8953.

Kumari, A., Das, P., Parida, A. K. ve Agarwal, P. K., 2015, Proteomics, metabolomics, and ionomics perspectives of salinity tolerance in halophytes, *Frontiers in Plant Science*, 6 (537).

Kusano, T., Berberich, T., Tateda, C. ve Takahashi, Y., 2008, Polyamines: essential factors for growth and survival, *Planta*, 228 (3), 367-381.

Kusvuran, A., 2015, Tuz stresinin Macar fiğ (Vicia pannonica Crantz.) Çeşitlerinin çimlenme ve antioksidan enzim aktivitesine etkileri, *Legume Research*, 38 (1), 51-59.

Liu, J. H., Wang, W., Wu, H., Gong, X. ve Moriguchi, T., 2015, Polyamines function in stress tolerance: from synthesis to regulation, *Frontiers in Plant Science*, 6 (827).

Machado, R. ve Serralheiro, R., 2017, Soil Salinity: Effect on Vegetable Crop Growth. Management Practices to Prevent and Mitigate Soil Salinization, *Horticulturae*, 3 (2).

Mansour, M., 1994, Changes in Growth, Osmotic Potential and Cell Permeability of Wheat Cultivars under Salt Stress, *Biological Plant*, 36, 429-434.

Mensah, J. K., Akomeah, P. A., Ikhajiagbe B. ve Ekpekurede, E. O., 2006, Effects of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes, *African Journal of Biotechnology*, 5 (20), 1973-1979.

Mirdehghan, S. H., Rahimi, S. ve Esmaeilizadeh, M., 2013, Poliaminlerin önceki uygulaması ile tablo üzümünün en sonraki özellikleri, *Acta Horticulturae (VII Uluslararası Hasat Sonrası Sempozyumu)*, 10, 17660.

Moghanibashi, M., Karimmojeni, H., Nikneshan, P. ve Behrozi, D., 2012, Effect of hydropriming on seed germination indices of sunflower (Helianthus annuus L.) under salt and drought conditions, *Plant Knowledge Journal*, 1 (1), 10.

Munns, R., 2002, Comparative physiology of salt and water stress, *Plant, Cell Environmental Experimental Botany*, 25 (2), 239-250.

Mutlu, F. ve Bozcuk, S., 1998, Tuzlu kosullarda ayçiçegi tohumlarının çimlenmesi ve erken büyüme üzerine dışsal spermin’in etkileri, *TJ Bot*, 24 (2000), 635-643.

Oğuz, C. ve Altıntaş, Ö., 2002, Kırıkkale ilinde çerezlik ve yağlık ayçiçeği yetiştiriciliğinin üretim maliyeti ve fonksiyonel analizi, *S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (29), 39-47.

Önay, E., 2019, Strigolaktonun tuz stresine toleranslı ve duyarlı buğday çeşitlerinde askorbat-glutatyon döngüsü enzim sistemine etkisi, *Yüksek lisans*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 79.

Öner, F. ve Kırlı, A., 2018, Effects of salt stress on germination and seedling growth of different bread wheat (Triticum aestivum L.) cultivars, *Akademik Ziraat Dergisi* 7(2), 191-196.

Prakash, L. ve Prathapasenan, G., 1988, Putrescine Reduces NaCl-Induced Inhibition of Germination and Early Seeding Growth of Rice (Oryza sativa L.), *Australian Journal of Plant Phsiology*, 15, 761-767.

Rady, M. M. ve Hemida, K. A., 2015, Modulation of cadmium toxicity and enhancing cadmium-tolerance in wheat seedlings by exogenous application of polyamines, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 119, 178-185.

Sadak, M., El-Monem, A. A. A., El- Bassiouny, H. M. S. ve Badr, N. M., 2012, Physiological response of sunflower (Helianthus annuus L.) to exogenous arginine and putrescine treatments under salinity stress, *Journal of Applied Sciences Research*, 8 (10), 4943-4957.

Sadou, O., Aycan, M., Taher, M., Kayhan, M. ve Yıldız, M., 2019, Tuz stresinin ayçiçeğinin (Helianthus annuus L.) fide gelişimi üzerine etkisi, *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 9 (1), 13-17.

Saltalı, K. ve Yıldırım, Ö. F., 2016, Kuru koşullarda çerezlik ayçiçeği (Helianthus annuus L.)yetiştiriciliğinde gidya uygulamasının bazı toprak ve bitki özelliklerine etkisi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (1), 84-90.

Seymen, B. ve Önder, M., 2015, Kuru Fasulye (Phaseolus vulgaris L.) Genotiplerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 109-115.

Shahbaz, M., Ashraf, M., Akram, N. A., Hanif, A., Hameed, S., Joham, S. ve Rehman, R., 2011, Salt-induced modulation in growth, photosynthetic capacity, proline content and ion accumulation in sunflower (Helianthus annuus L.), *Acta Physiologiae Plantarum*, 33 (4), 1113-1122.

Shekari, F., Asadi Danalo, A. ve Mustafavi, S. H., 2015, Exogenous polyamines improve seed germination of borage under salt stress via involvement in antioxidant defenses, *Walia Journal*, 36 (1), 57-63.

Shi, H. ve Chan, Z., 2014, Improvement of plant abiotic stress tolerancethrough modulation of the polyamine pathway, *Journal of Integrative Plant Biology*, 56, 114-121.

Shu, S., Guo, S. R. ve Yuan, L. Y., 2012, Advances in photosynthesis: Fundamental aspects, Mohammad Mahdi Najafpour, *Intech*, 21.

Tan, Ş., 2007, Ayçiçeği tarımı, *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ [Ziyaret Tarihi: 21.04.2020].

Taşan, S. ve Demir, Y., 2019, Toprakların tuzluluk ve sodikliliğinin alansal ve zamansal değişiminin jeoistatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi: Bafra ovası örneği, *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 34 (3), 336-350.

Tekin, F. ve Bozcuk, S., 1998, Helianthus annuus L. var. Santafe (ayçiçegi) tohumlarının çimlenmesi ve erken büyüme üzerine tuz ve dıssal putresin'in etkileri, *Tr. J. of Biology*, 22 (1998), 331-340.

Turan, L., 2017, Bazı kanola (Brassica napus L.) çeşitlerinin in vitor şartlarda tuzluluğa toleransının belirlenmesi, *Yüksek lisans*, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 49.

Turhan, H. ve Ayaz, C., 2004, Effect of salinity on seedling emergence and growth of sunflower (Helianthus annuus L.) cultivars, *International Journal of Agriculture & Biology*.

Turhan, H., Genç, L., Bostancı, Y., Sümer, A., Kavdır, Y., Türkmen, O. S. ve Killi, D., 2006, Tuz stresinin ayçiçeği (Helıanthus annuus) üzerine etkilerinin yansıma teknikleri yardımıyla belirlenmesi, 1-8.

Uhri, A., 2016, Ayçiçeği ve yağının kültür tarihi, *Apelasyon*, 35.

Uyanık, M., Kara, Ş. M. ve Korkmaz, K., 2014, Bazı kışlık kolza (Brassica napus L.) çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (2014), 368-375.

Vibhuti, Shai, C., Bargali, K. ve Bargali, S. S., 2015, Seed germination and seedling growth parameters of rice (Oryza sativa L.) varieties as affected by salt and water stress, *Indian Journal of Agricultural Sciences* 85 (1), 102-108.

Wang, Y. R., Yu, L., Nan, Z. B. ve Liu, Y. L., 2004, Vigor Tests Used to Rank Seed lot Quality and Predict Field Emergence in Four Forage Species, *Crop Sci*, 44 (2), 535-541.

Wimalasekera, R., Tebartz, F. ve Scherer, G. F. E., 2011, Polyamines, polyamine oxidases and nitric oxide in development, abiotic and biotic stresses, *Plant Science*, 181 (5), 593-603.

Yatin, M., 2002, Polyamines in living organisms, *Journal of Cell and Molecular Biology*, 1, 57-67.

Yıldız, M., Terzi, H. ve Akçali, N., 2014, Salicylic Acid and Polyamines in Plant Salt Stress Tolerance, *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*, 14 (2), 7-22.

Zapata, P. J., Serrano, M., Pretel, M. T., Amoros, A. ve Botella, M. A., 2004, Polyamines and ethylene changes during germination of different plant species under salinity, *Plant Science*, 167 (4), 781-788.

Zeid, I., 2004, Response of Bean (Phaseolus vulgaris) to Exogenous Putrescine Treatment under Salinity Stress, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (2), 219-225.

Zhou, Q. ve Yu, B., 2010, Serbest, konjuge ve bağlı poliaminlerin içeriğindeki değişiklikler ve güve otunun su açığına adaptasyonunda ozmotik ayarlama, *Bitki Fizyolojisi ve Biyokimyası*, 48 (6), 417-425.

EKLER

EK-1 Deneme gruplarındaki çimlenme indeksi değerinin kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Çimlenme İndeksi	T	-87
	PUT	-24
	T x PUT	-90

EK-2. Deneme gruplarındaki çimlenme hızının kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Çimlenme Hızı	T	-100
	PUT	-17
	T x PUT	-100

EK-3. Deneme gruplarındaki çimlenme gücünün kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Çimlenme Gücü	T	-67
	PUT	-58
	T x PUT	-29

EK-4. Deneme gruplarındaki ortalama çimlenme süresi (gün) kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	T	-21
	PUT	1
	T x PUT	-17

EK-5. Deneme gruplarındaki tuz tolerans indeksinin kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Tuz Tolerans İndeksi	T	-81
	PUT	7
	T x PUT	-84

EK-6. Deneme gruplarındaki fide kök uzunluğunun kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Fide Kök Uzunluğu	T	-56
	PUT	-22
	T x PUT	-74

EK-7. Deneme gruplarındaki fide gövde uzunluğunun kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Fide Gövde Uzunluğu	T	-79
	PUT	-13
	T x PUT	-83

EK-8. Deneme gruplarındaki kök yaş ağırlığının kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Kök Yaş Ağırlığı	**T**	**-86**
	PUT	**-26**
	T x PUT	**-89**

EK-9. Deneme gruplarındaki gövde yaş ağırlığının kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Gövde Yaş Ağırlığı	**T**	**-76**
	PUT	**-27**
	T x PUT	**-81**

EK-10. Deneme gruplarındaki kök kuru ağırlığının kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Kök Kuru Ağırlığı	**T**	**-77**
	PUT	**-4**
	T x PUT	**-87**

EK-11. Deneme gruplarındaki gövde kuru ağırlığının kontrole göre % değişimi

	Ortam	Değer (%)
Gövde Kuru Ağırlığı	**T**	**-72**
	PUT	**0**
	T x PUT	**-79**