T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI YAYGIN MÜRDÜMÜK ÇEŞİTLERİNDE KURAKLIK STRESİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİNE ETKİSİ

HİLAL ASLAN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2018

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI YAYGIN MÜRDÜMÜK ÇEŞİTLERİNDE KURAKLIK STRESİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİNE ETKİSİ

HİLAL ASLAN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2018

T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI YAYGIN MÜRDÜMÜK ÇEŞİTLERİNDE KURAKLIK STRESİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİNE ETKİSİ

Hilal ASLAN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. İbrahim ATIŞ danışmanlığında hazırlanan bu tez 05/04/2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. İbrahim ATIŞ
Başkan

Prof. Dr. Şaban YILMAZ
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mortaza HAJYZADEH
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bir öğe seçin.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

06.04.2018

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Hilal ASLAN

ÖZET

BAZI YAYGIN MÜRDÜMÜK ÇEŞİTLERİNDE KURAKLIK STRESİNİN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİMİNE ETKİSİ

Bu çalışma, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada Karadağ, İptaş ve Eren yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) çeşitleri bitki materyali olarak kullanılmıştır. Deneme 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırmada mürdümük çeşitlerinin kuraklık stresine tepkilerini belirlemek amacıyla, saf su (kontrol), -3, -6, -9 ve -12 Bar ozmotik basınca sahip PEG-6000 solüsyonları ile kuraklık ortamları oluşturulmuştur. Araştırmada çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, fide boyu, kök uzunluğu, fide-kök yaş ağırlığı, tolerans indeksi incelenmiştir. İncelenen özelliklerden, kök uzunluğu, fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, tolerans indeksi değerleri çeşitlere bağlı olarak istatistiksel olarak önemli farklılık gösterirken, kök yaş ağırlığı ve çimlenme indekisi üzerinde çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. İncelenen tüm özelliklerin artan kuraklık düzeylerinden olumsuz etkilendiği ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Çimlenme oranı sadece -12 Bar ozmotik basınç düzeyinde önemli oranda azalırken, diğer özellikler kuraklığın daha düşük dozlarından önemli derecede etkilenmiştir. Araştırma sonuçları kurak koşullarda daha iyi çimlenme ve fide gelişimi gösteren Eren çeşidinin kurak koşullarda tercih edilebileceğini göstermiştir.

2018, 43 sayfa

Anahtar Kelimler: çimlenme, kuraklık stresi, PEG, yaygın mürdümük

ABSTRACT

THE EFFECT OF DROUGHT STRESS ON GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF SOME GRASS PEA CULTIVARS

This study was conducted in Laboratory of Plant Physiology of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University. In the study, 3 grass pea (*Lathyrus sativus* L.) cultivars (cv. Karadağ, cv. Eren and cv. İptaş) were used as a plant material. The experiment was carried out in the petri dishes with according to factorial arrangement of completely randomized design with four replications. To determine the effect of drought stress on grass pea cultivars, drought stress was generated at 5 different osmatic potential of PEG-6000 (0 (distilled water as control), -3, -6, -9 ve -12 Bar). Germination percentage, germination index, mean germination time, shoot length, root length, fresh shoot weight and fresh root weight were determined in this study. As a results of experiment, root length, shoot length, fresh shoot weight, mean germination time and drought tolerance index were significantly affected by cultivars while the effects of cultivars were statistically insignificant in terms of fresh root weight and germination index. Investigated all traits were adversely affected as increased drought levels. Germination percentage significantly decreased at only -12 bar osmotic potential, while other traits were significantly affected at lower levels of drought. The results of the research showed that cv. Eren, which exhibited better germination and seedling growth, could be preferred to arid conditions.

2018, 43 pages

Key Words: Germination, drought stress, PEG, grass pea

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve maddi manevi desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. İbrahim ATIŞ' a,

Bu çalışma süresince laboratuvar imkânları konusunda yardımcı olan Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Kazım MAVİ' ye,

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen anne, babama ve yardımcı olan lisans arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hilal ASLAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa
ÖZET I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
İÇİNDEKİLER IV
ŞEKİLLER DİZİNİ V
ÇİZELGELER DİZİNİ VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ VII
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATARYEL VE YÖNTEM 11
3.1.Materyal 11
3.2.Yöntem 11
3.3 İncelenen Özellikeler 13
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi 14
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 15
4.1. Kök Uzunluğu 15
4.2. Fide Uzunluğu 17
4.3.Fide Yaş Ağırlığı 20
4.4.Kök Yaş Ağırlığı 23
4.5.Çimlenme Oranları 25
4.6.Çimlenme İndeksi 27
4.7.Ortalama Çimlenme Süresi 30
4.8. Tolerans İndeksi 32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 35
KAYNAKLAR 38
ÖZGEÇMİŞ 42

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Kurutma kağıtlarının nemlendirilmesi 13
Şekil 3.2. Yüzey sterilizasyonuna tabi tutulan tohumların kurutma kağıtlarına yerleştirilmesi 12
Şekil 3.3. Nemlendirilmiş kurutma kağıtların ve sterilize edilmiş tohumların rulo şeklinde sarılması 13
Şekil 3.4. 20.günde çimlenmiş bir bitki örneği 13
Şekil 4.1. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde kök uzunluğu değerlerindeki kontrole göre oransal azalma. 17
Şekil 4.2. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde fide uzunluğu değerlerindeki kontrole göre oransal azalma. 19
Şekil 4.3. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde fide yaş ağırlığı değerlerindeki oransal azalma. 22
Şekil 4.4. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde kök yaş ağırlığı değerlerindeki oransal azalma. 22
Şekil 4.5 .Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde çimlenme oranlarındaki oransal azalma. 27
Şekil 4.6. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde çimlenme indeksi değerlerindeki oransal azalma. 30
Şekil 4.7. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde tolerans indeksi değerlerindeki oransal azalma. 34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerlerine ait varyans analizin sonuçları 15
Çizelge 4. 2. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerleri (mm) 16
Çizelge 4.3. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide uzunluğu değerlerine ait varyans analizin sonuçları 18
Çizelge 4.4. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide uzunluğu değerleri (mm) 18
Çizelge 4.5. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analizin sonuçları 20
Çizelge 4.6. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide yaş ağırlığı değerleri (mg) 21
Çizelge 4.7. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analizin sonuçları 23
Çizelge 4.8. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerleri (mg) 23
Çizelge 4.9. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme oranlarına ait varyans analizin sonuçları 25
Çizelge 4.10. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme oranları (%) 26
Çizelge 4.11.Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme indeksine ait varyans analizin sonuçları 28
Çizelge 4.12. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme indeksi 28
Çizelge 4.13.Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen ortalama çimlenme süresine ait varyans analizin sonuçları 30
Çizelge 4.14. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen ortalama çimlenme süresi değerleri (gün) 33
Çizelge 4.15. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen tolerans indeksi değerlerine ait varyans analizin sonuçları 32
Çizelge 4.16. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen tolerans indeksi değerleri 33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

PEG	: Polietilenglikol
Kpa	: Kilopascal
Mpa	: Megapascal
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
atm	: Atmosfer
Bar	: Bar
°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde

1.GİRİŞ

Lathyrus (mürdümük) cinsi, baklagiller (*Fabaceae/Leguminosea*) familyasının *Vicieae* takımında yer alan 187 tür veya alt türü kapsayan geniş bir cinstir (Allchin, 1969). *Lathyrus* cinsinin tür ve çeşit zenginliği gösterdiği alanlar olarak Akdeniz havzası, Orta Asya, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'nın sıcak bölgeleri gösterilmektedir (Jackson ve Yunus 1984). Avrupa florasında 54 (Tutin, 1981), Türkiye florasında ise 18'i endemik olmak üzere 58 mürdümük türü bulunmaktadır (Davis, 1970). Dünyada en fazla kültürü yapılan *Lathyrus* türü, birçok biyolojik ve tarımsal üstünlüklere sahip olan *L. sativus*'tur. Kislev (1989), *L. sativus*'un erken neolitik çağdan beri insan beslenmesinde kullanıldığını ve tarımının ilk defa M.Ö. 6000'li yıllarda Balkanlar'da yapılmaya başlandığını bildirmektedir. *L. sativus*, yıllık yağışın 250 mm'ye kadar düştüğü anlarda yetişebilmekte ve bu özelliği ile kuraklığa en fazla dayanabilen kültür bitkilerinin başında gelmektedir (Tekele-Haimanot ve ark., 1990). *Lathyrus* türleri Türkiye'nin hemen her bölgesinde yetişmekte ve daha çok *Fabaceae* üyelerinin gen merkezi olarak bilinen Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yayılış göstermektedirler. Ülkemizde çok dar alanlarda ve sınırlı miktarlarda sadece yaygın mürdümük (*L. sativus*) tarımı yapılmaktadır.

Yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), yeşil ot, kuru ot ve tane yem olarak hayvan beslenmesinde, yeşil gübre bitkisi olarak toprak yapısının iyileştirilmesinde ve yemeklik tane baklagil olarak ve sebze olarak insan beslenmesinde kullanılabilen çok yönlü bir bitkidir.(Karadağ, 2009). Mürdümük özellikle kuraklık ve su basmalarına dayanımı nedeniyle Doğu Afrika ve Asya'nın tropik ve subtropik bölgelerinde hayvan ve insan beslenmesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Campbell, 1997).

Ülkemizde temel olarak hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Özellikle kuraklığın problem olduğu bölgelerde hem tane hem de kaba yem kaynağı olarak önemli bir potansiyele sahiptir. Bu bölgelerde tarımı yapılacak mürdümük çeşitlerinin kuraklığa tepkilerinin bilinmesi önemli bir konudur. Tohum toprağa düştüğü andan itibaren tüm gelişimi boyunca kuraklık stresine maruz kalabilmektedir (Gunes ve ark., 2006).

Tarımsal üretime kuraklığın iki temel etkisi bulunmaktadır. Birincisi, istenilen bitki çıkışını sağlayamama, ikincisi ise toprakta istenilenden daha az su bulunması nedeniyle gelişme ve verimde azalmadır (Saxena ve ark., 1993). Çıkışta görülen düzensizlik, istenen bitki sıklığını elde edilememesine, bitkilerin çiçeklenme ve olgunlaşmasında düzensizliklere, verimin düşmesine, hasatta olgunlaşma düzensizliklerine ve hasattan sonra tohumların farklı nem içeriklerinden dolayı depolamada zorluklara neden olabilmektedir (Gürbüz ve ark., 2009). Tohum çimlenmesinin sağlıklı şekilde gerçekleşmesi istenilen bitki sıklığının sağlanması ve başarılı bir üretim için kritik rol oynar (Atış, 2011). Tohumların çimlenebilmesi için ağırlıkların %50'si kadar suyu topraktan alması gerekmektedir. Bu dönemde oluşacak su eksikliği veya aşırı nem gelişmeyi geciktirmektedir (Çırak ve Esendal, 2006) . Genel olarak tohumun çimlenmesi için gerekli kritik nem seviyesi bitkilere göre farklılık göstermektedir. Bitkilerin kuraklığa tepkileri spesifiktir ve genotipe bağlıdır (De Leonardis ve ark., 2007). Dolayısıyla bitkilerin çimlenme döneminde kuraklığa verdiği tepki ve bitkilerin bu dönemdeki toleransı bitkinin başarılı şekilde yetiştirilmesinde kritik rol oynar.

Polyethylene glycol (PEG) çevresel kuraklık stresinin laboratuvar koşullarında taklit edilmesi amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Kaufman ve Eckard, 1971). *Polietilen glikol (PEG)*, yüksek molekül ağırlıklı bir madde olup su alımını düzenleyerek, ortamı istenilen su stresi koşullarında tutmaktadır. Ayrıca PEG-6000 bitki köklerince alınmamakta ve toksik etki yaratmamaktadır (Çalıkoğlu ve Tilki 2002). Polietilen glikol molekül ağırlığına göre kendi içinde farklı türlere sahiptir (PEG- 4000, PEG-6000, PEG 8000 ve PEG- 10000 gibi). PEG 6000 bitki-su stresi ilişkisi araştırmalarında günümüzde en yaygın olarak kullanılan polietilen glikol'dür. PEG-6000'in gerek mannitol gerekse diğer düşük molekül ağırlıklı polietilen glikollere oranla bitkilerin doğal koşullarda karşılaştıkları su stresi veya ozmotik strese oldukça yakın bir su gerilimi oluşturduğu bildirilmiştir (Çalıkoğlu ve Tilki 2002). PEG 6000'in molekülleri ozmotik potansiyeli etkileyecek kadar küçük, ancak bitki tarafından absorbe edilemeyecek kadar da büyüktür (Carpita ve ark., 1979). PEG 6000'in bu özellikleri ve piyasada bulunabilirliği bu tür araştırmalarda sıklıkla kullanılmasını sağlamıştır.

Farklı bitkilerin erken çimlenme fide dönemlerinde kuraklığa tepkilerinin belirlenmesi amacıyla PEG kullanılarak çok sayıda araştırma yürütülmüştür (Çalıkoğlu ve Tilki, 2002; Van der Berg ve Zeng, 2006; Mut ve Akay; 2010; Piwowarczyk ve ark.

2014; Bilgili, 2016). Fallahi ve ark. (2015), PEG 6000 kullanarak oluşturduğu 0, -2, -4, -6, -8, -10, -12 ve -14 Bar ozmotik basınç düzeylerinde, çimlendirme denemesine aldığı mürdümükte özellikle -8 Bar ozmotik basınç düzeyinde çimlenmenin önemli derecede azaldığını, günlük çimlenme oranının ise tüm düzeylerde kontrolden önemli derecede düşük olduğunu, yine artan kuraklık koşullarına bağlı olarak fide gelişiminin de olumsuz etkilendiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışma da kurak koşullarda yeterli verim verme potansiyeline sahip bir tür olan yaygın mürdümüğün, tescilli 3 çeşidinin çimlenme döneminde kuraklığa tepki bakımından farklılıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Danneberger ve ark. (1992), PEG çözeltisinin -1.1 Bar'a kadar çok yıllık çim tohumlarında çimlenme oranını artırdığını, -1.1 Bar'dan daha düşük ozmotik potansiyele sahip PEG çözeltilerinin ise çimlenme oranında azalmalara neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Main and Nafziger (1994) manitol kullanarak oluşturduğu kuraklık stresinde buğdayda çimlenme yüzdesinin tane iriliğinden etkilenmediğini ancak komtrolde %89 olan çimlenme yüzdesinin ozmotik potansiyelin -300 Kpa'a çıkmasıyla çimlenme yüzdesini % 69'a düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Alexieva ve ark. (2001), % 10 PEG 6000 ile oluşturulan kuraklık stresinin buğday ve bezelyede yaş, kuru ağırlıkları ve yaprak su içeriğinde kontrol bitkilerine göre azalmalar meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Dhanda ve ark. (2004), kuraklık stresindeki 30 ekmeklik buğday genotipinde özellikler arası ilişkileri inceledikleri çalışmalarında, kontrol ve ozmotik stresde tohum canlılık indeksinin en hassas özellik olduğunu, bunu sürgün uzunluğu, çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğunun takip ettiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, uzun köke sahip olan çeşitlerin daha uzun koleoptil boyuna sahip olmasından dolayı, kök uzunluğunun önemli bir özellik olduğunu bildirmişlerdir. Araştırıcılar çimlenme yüzdesi, sap uzunluğu ve koleoptil uzunluğu dışındaki tüm incelenen özelliklerin genetik variyabilite gösterdiğini belirlemişlerdir.

Rong-hua ve ark. (2006), arpa çeşitlerinde kuraklığa tolerans ve klorofil içeriği arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, kuraklığın arpa genotiplerin tümü üzerinde olumsuz etki meydana getirdiğini, ancak kurağa dayanıklı çeşitlerin stres koşullarından daha az etkilendiğini bildirmişleridir. Kuraklıktan daha fazla etkilenen çeşitlerin klorofil oranlarının düşük olduğunu ve bu durumun da verim düzeylerini olumsuz etkilediğini ve klorofil içeriğinin kuraklığa dayanıklılıkta güvenilir bir seleksiyon kriteri olabileceğini de ileri sürmüşlerdir.

Kaydan ve Yağmur (2008), PEG 6000 ve NaCl ile oluşturulan kuraklık ve tuz stresinin Presto tritikale çeşidinde çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, ozmotik potansiyel arttıkça, çimlenme ve fide özelliklerinin önemli derecede azaldığını tespit etmişlerdir.

Yağmur ve Kaydan (2008), PEG 6000 ve NaCl ile oluşturulan kuraklık ve tuz stresinin dört tritikale (Tatlıcak 97, Karma 2000, Mikham 2002 ve Presto) çeşidinde çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kuraklık ve tuz stresi arttıkça, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ve kuru ağırlıkları ve oransal nem içeriklerinin azaldığını ve Presto çeşidinin diğer çeşitlere oranla her iki stres durumundan daha az etkilendiğini bildirmişlerdir.

Szira ve ark. (2008), arpada kuraklık stresinin farklı gelişme dönemlerinde etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, çimlenme ve ilk gelişme döneminde kuraklık etkisinin çimlenme yüzdesi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, toprakaltı ve toprak üstü kuru ağırlıklar, oransal nem içeriği ve ozmotik potansiyel üzerine önemli düzeyde olumsuz etkilerde bulunduğunu ve bu durumun geç gelişme döneminde tane verimi ve bin tane ağırlığını azaltarak devam ettiğini belirlemişlerdir ve kurağa toleranslı çeşitlerde oransal nem içeriği ve tane veriminin daha yüksek olduğunu da vurgulamışlardır.

Farsiani ve Ghobadi (2009), sert mısır ve şeker mısırının çimlenme ve erken fide döneminde NaCl ve PEG stresine tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, NaCl stresinin PEG stresine göre daha etkili olduğunu, şeker mısırının her iki stres faktörüne de daha toleranslı olduğunu belirlemişlerdir.

Gürbüz ve ark. (2009), bazı nohut çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisini inceledikleri araştırmada, artan kuraklık stresi ve tane iriliğiyle birlikte çeşitlerin çimlenme yüzdesinin azaldığını tespit etmişlerdir. Özellikle -6 atm kuraklık stresinde çeşitlerin iri (9 mm) tanelerinin çimlenmemesi dikkat çekmiştir. Çimlenme indeksi artan kuraklık stresleriyle azalmıştır. Artan kuraklık stresleriyle ortalama çimlenme süresindeki değişimler incelendiğinde, kontrolde çeşitlerin tane iriliğine göre ortalama çimlenme sürelerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Çimlenme indeksindeki azalma tohumların canlılığında veya çimlenme düzeninde olumsuzluğun olduğunu göstermiştir.

Dianati Tilaki ve ark. (2009), yoncanın çimlenmesi üzerine kuraklığın etkilerini araştırdıkları çalışmada, çimlenme yüzdesinin -0.2 Bar seviyesinde kontrole oranla önemli ölçüde arttığını, ancak -0.4 Bar seviyesinde çimlenme yüzdesinin azaldığını ve -0.8 Bar kuraklık seviyesinde çimlenmenin tamamen durduğunu tespit etmişlerdir.

Hamidi ve Safarnejad (2010), altı farklı yonca çeşidinde 4 farklı kuraklık seviyesinin (0, -3, -6 ve -9 Bar) çimlenme üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, -9

Bar'lık stres koşullarında çimlenme yüzdesi, çimlenme oranı, kökçük/sapçık oranının ise arttığını sapçık ve kökçük uzunluğu ile vigor indeksinin önemli ölçüde azaldığını tespit etmişlerdir.

Almaghrabi (2012), farklı buğday çeşitlerinin çimlenme ve erken gelişme döneminde kuraklık stresine tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada, çeşitlerin kuraklığa tepkilerinin birbirinden farklı olduğunu, incelenen özelliklerin çoğunda Sakha 93 ve Madini çeşitlerinin en iyi değerlere sahip olduğunu, kök ağırlığı hariç incelenen tüm özelliklerin kuraklıktan önemli derecede etkilendiğini ve kök sayısı dışında, laboratuvar koşullarında incelenen tüm özelliklerin kuraklığa tolerans ve hassasiyetle ilgili ıslah programlarında kullanılabileceğini bildirmiştir.

Balkan ve Gençtan (2013), PEG ile oluşturulan farklı düzeylerindeki kuraklık stresi altında 8 buğday çeşidinin çimlenme ve erken fide gelişim özelliklerini inceledikleri çalışmada, -1.5 MPa ozmotik basınç altında hiçbir çeşidin çimlenemediğini, -1.0 MPa ozmatik basınç altında ise çimlenme olmasına rağmen fide gelişiminin olmadığını tespit etmişlerdir. Araştırmada, osmotik stresin artmasının çimlenme oranını, kök uzunluğunu, fide boyunu, kök yaş ağırlığını, toprak üstü yaş ağırlığını ve toprak üstü kuru ağırlığını önemli bir şekilde azalttığı, buna karşılık ortalama çimlenme süresini ve kök kuru ağırlığını önemli derecede arttırdığı belirlenmiştir.

Castroluna ve ark. (2014), 3 yonca çeşidinin tuz ve kuraklığa tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, tüm stres koşullarının çimlenme süresini uzattığını, hafif stres koşullarında toprak üstü aksamın biomasında artış meydana geldiğini, Verdor çeşidinin PEG stresinde öldüğünü ve kuraklığa tuz stresinden daha hassas olduğunu belirlemişlerdir.

Muscolo ve ark. (2014), dört mercimek çeşidinin farklı kuraklık düzeyindeki tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, artan su stresinin çeşitlere bağlı olarak değişen miktarlarda olmakla birlikte çimlenme oranı, kök uzunluğu ve dokulardaki su içeriğini önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar ayrıca çimlenme sürecinde artan kuraklık stresiyle enzim aktivitesinin tüm çeşitlerde azaldığını, kuraklığa hassas çeşitlerde α-amilaz ve α-glukosidaz enzimlerinin artan kuraklık seviyelerinden oldukça olumsuz etkilendiğini belirlemişlerdir.

Piwowarczyk ve ark. (2014), *in vitro* koşullarda farklı mürdümük türlerinin kuraklığa tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, 50, 100 ve 150 g/l PEG

dozlarını yetiştirme ortamına ekleyerek farklı düzeylerde kuraklık düzeyleri oluşturmuşlardır. Araştırma sonuçları, artan kuraklık düzeylerinin tohumların çimlenme yeteneklerinde önemli bir farklılık meydana getirmediğini ancak, artan PEG dozlarının yeni sürgün oluşumunu ve yeni sürgünlerin vigorunu önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar ayrıca ozmotik stres altında mürdümük türlerinin saplarındaki kuru madde içeriğinin ve prolin içeriğinin arttığını belirlemişlerdir.

Aydın ve ark. (2015), kuraklık stresi altındaki buğdayın çimlenmesi üzerine farklı dozlarda putresin uygulamalarının etkisini araştırdıkları çalışmada, incelenen özellikler üzerine kuraklığın, putresinin ve bunlara ait interaksiyonun etkisinin çok önemli olduğunu, artan kuraklık şiddetine bağlı olarak çimlenme oranı, çimlenme gücü katsayısı, hız indeksi, çimlenme hızı indeksi ve fide gücü indeksinin çok önemli derecede azaldığını, buna karşılık ortalama çimlenme süresinin ise arttığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar ayrıca putresinin özellikle 1 mM'lık konsantrasyonunun PEG 6000 ile oluşturulan kuraklığın olumsuz etkilerini azalttığını bildirmişlerdir.

Fallahi ve ark. (2015), PEG 6000 kullanarak oluşturduğu 0, -2, -4, -6, -8, -10, -12 ve -14 Bar ozmatik basınç düzeylerinde, çimlendirme denemesine aldığı mürdümükte özellikle -8 Bar ozmatik basınç düzeyinde çimlenmenin önemli derecede azaldığını, günlük çimlenme oranının ise tüm düzeylerde kontrolden önemli derecede düşük olduğunu, yine artan kuraklık koşullarına bağlı olarak fide gelişiminin de olumsuz etkilendiğini belirlemişlerdir.

Çarpıcı ve Erdel (2015), yonca çeşitlerinin kuraklığa tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri araştırmada, kuraklık stresi oluşturmak için polietilen glikol-6000 (PEG 6000) kullanmışlar ve 4 faklı kuraklık stresi seviyesi (0, -2.95, -4.91 ve -10.27 Bar su tutma gücüne sahip solüsyonlar) oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda, kuraklık seviyesindeki artışın yonca çeşitlerinde çimlenme özelliklerini önemli derecede etkilediği saptanmıştır. Artan kuraklık stresi, çeşitlerin çimlenme yüzdelerini başlangıçta önemli ölçüde etkilememiş ancak -10.21 Bar seviyesinde çimlenme yüzdesinin önemli ölçüde azaldığını, hatta bazı çeşitlerinde çimlenmenin tamamen durduğunu belirlemişlerdir.

Uğur (2015), arpa çeşitlerinin erken gelişme döneminde kuraklığa tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada, çeşitlerin tümünün kuraklıktan olumsuz etkilendiğini, ancak Akar çeşidinin diğer çeşitlere göre kuraklığa daha toleranslı olduğunu belirlemiştir. Araştırıcı, kuraklığın artması ile çimlenme yüzdeleri, koleoptil

uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlıkları, kök yaş ve kuru ağırlıkları ile oransal su içeriğinde önemli ölçüde azalmalar meydana geldiğini bildirmiştir.

Vibhuti ve ark. (2015), çeltik çeşitlerinin su ve tuz stresine tepkilerini araştırdıkları çalışmada, çimlenme oranının su stresine bağlı olarak % 4.4 ile % 68.8 arasında değiştiğini, artan su stresine bağlı olarak kök uzunluğu, sap uzunluğu, sap kuru ağırlığı, yaş kuru ağırlığı, sap yaş ağırlığı ve kök yaş ağırlığının tüm çeşitlerde önemli derecede azaldığını belirlemişlerdir.

Arslan (2016), mürdümüğün Türkiye'deki durumunu ortaya koyduğu derlemede, 2014 yılı itibarı ile dane ve yeşil ot üretimi amacıyla, yaklaşık 244.529 da alanda yetiştiriciliği yapılan yaygın mürdümüğün, yüksek protein içeriği nedeni ile önemli bir baklagil bitkisi olduğunu, kurak ve zor iklim şartlarına iyi adapte olup bol ürün verebilmesine rağmen içerdiği nörotoksinler (özellikle ODAP) nedeniyle lathyrism hastalığına sebep olabildiğini, ülkemizde yaygın mürdümük türüne ait Gürbüz-2001, Karadağ, Eren, İptaş olmak üzere 4 tescilli çeşit olduğunu bildirmiştir.

Mujtaba ve ark. (2016), 6 buğday genotipinin kuraklığa tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, -1.0 MPa ozmotik basınç altında fide gelişimi olmadığını, -0.5 ve -0.75 MPa ozmotik basınç altında SD-222 ve SD-621çeşitlernin en yüksek çimlenme oranına sahip çeşitler olduğunu, artan kuraklığa bağlı olarak klorofil ve iyon içeriğinin önemli derecede azaldığını belirlemişleridir.

Petrovic ve ark. (2016), bezelye çeşitlerinin erken dönemde tuz ve kuraklığa tepkisini araştırdıkları çalışmada bezelye çeşitlerinin çimlenme ve erken gelişme döneminde kuraklık stresine tuz stresinden daha hassas olduğunu, artan stres faktörlerine bağlı olarak fide gelişiminin önemli derecede azaldığını belirlemişlerdir.

Avcı ve ark. (2017), 7 sorgum çeşidinin tuz ve kuraklık stresine tepkilerini araştırdıkları çalışmada, artan tuz ve kuraklık stresine bağlı olarak çeşitlerin çimlenme ve fide gelişimini engellediğini, sorgumun su stresine tuz stresinden daha toleranslı olduğunu, stres toleransında genotipik farklılığın önemli olduğunu bulmuşlardır.

Gheidary ve ark. (2017), mürdümüğün artan tuz ve kuraklık stresi altında çimlenme oranı, fide uzunluğu ve kök uzunluğunun azaldığını, çimlenmenin azalmasında tohum tarafından su alımının azalmasının etkili olabileceğini bildirmişlerdir.

Molor ve ark. (2017), 2 yonca türü ve 2 varyetesinin çimlenme dönemi ve erken gelişme döneminde kuraklığa tepkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, *Medicago sativa*'nın diğer tür ve varyetelerden daha yüksek çimlenme yüzdesine, kök ağırlığı, sap ağırlığı, kuru madde indeksine ve su emme kapasitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmada en yüksek klorofil içeriği ise *Medicago varia Marthz var.Burgaltai*'de belirlenmiştir. İncelenen tür ve varyeteler içerisinde *Medicago sativa* kuraklığa en toleranslı tür olarak dikkati çekmiştir.

Pantola ve ark. (2017), üç baklagil türünü (*Glycine max* L., *Macrotyloma uniflorum* L. ve *Vigna mungo* L.) farklı kuraklık düzeylerinde (0, -5, -10, -15, -20 Bar) gözlemledikleri araştırmada, artan kuraklık düzeyleri ile tüm türlerde çimlenmenin geciktiği ve azaldığı belirlenmiştir. Türler arasında en yüksek çimlenme oranı *G. max*'de belirlenirken, en düşük çimlenme oranı *M. uniflorum*'da belirlenmiştir. Araştırıcılar artan kuraklığa bağlı olarak fide ağırlığında tespit edilen azalmanın kuraklığın sadece çimlenme üzerinde değil aynı zamanda fide gelişimi üzerinde de olumsuz etkileri işaret ettiğini bildirmişlerdir.

Partheeban ve ark. (2017), mısır çeşitlerinin artan kuraklık stresinden çıkış indeksi, hız indeksi, çimlenme stres tolerans indeksi, bitki boyu tolerans indeksi, kök uzunluğu tolerans indeksi, birincil kök uzunluğu, yan kök sayısı, yan kök uzunluğu ve tohum vigorunun çeşitlere bağlı olarak önemli derecede etkilendiğini, VIM147 ve VIM396 çeşitlerinin kuraklığa diğer çeşitlerden daha toleranslı olduğunu belirlemişlerdir.

Piwowarczyk ve ark. (2017), farklı abiyotik stres faktörlerine, özellikle kuraklığa dayanıklılığı ile tanınan mürdümüğün, *in vitro* koşullarda kuraklığa tepkilerini gözlemledikleri ve iki mürdümük çeşidinin kuraklığa uyum mekanizmasını araştırdıkları çalışmada, ozmotik stres altında bitkilerdeki kuru maddenin arttığını, en yüksek PEG dozunda iki çeşidin fide gelişiminin de azaldığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar ayrıca PEG'in tüm bitki dokularında peroksidaz aktivitesinin ve köklerde katalaz aktivitesini arttırdığını, bazı özellikler açısından çeşitlerin kuraklığa tepkilerinin farklı olduğunu ve aynı türe ait genotipler olmalarına rağmen kuraklığa uyum süreçlerinin farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Swathi ve ark. (2017), 31 Manş fasulyesi genotipini -0.3, -0.6 ve -0.9 MPa ozmotik basınç altında gözlemledikleri çalışmada su stresi altında çimlenme oranı ve sap uzunluğunun azaldığını, kök uzunluğunun ise arttığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar

ayrıca vigor indeksi değerinin stabil bir karakter olduğunu ve kuraklığa toleranslı çeşitlerin belirlenmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

Denemede bitki materyali olarak 2013 yılında tescil edilmiş Karadağ, İptaş ve Eren yaygın mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) çeşitleri kullanılmıştır.

3.2.Yöntem

Deneme 4 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 20 tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Araştırmada mürdümük çeşitlerinin kuraklık stresine tepkilerini belirlemek amacıyla, saf su (kontrol), -3, -6, -9 ve -12 Bar ozmatik basınca sahip PEG-6000 solüsyonları hazırlanmıştır. Tohumlar ekilmeden önce % 1'lik sodium hypochloride çözeltisi ile 10 dakika yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Yüzey sterilizasyonuna tabi tutulan tohumlar 20 × 20 ebadındaki alta iki kat kurutma kağıdı üzerine tohum ve üzerine tekrar bir kat kağıt olacak şekilde yerleştirilmiştir, kağıtlar alt köşelerinden ~2 cm katlandıktan sonra rulo şeklinde sarılmıştır. Deneme konusu olan her bir kuraklık seviyesi için hazırlanan saf su ve PEG-6000 solüsyonunun 10 ml'si ile kurutma kağıtları nemlendirilmiştir. Bu şekilde hazırlanan rulolar nem kaybını önlemek için buzdolabı poşetleri içerisine konularak, 20 °C sıcaklığa ayarlı çimlendirme dolabına yerleştirilmiştir. Denemenin kurulmasını takip eden 20 gün boyunca her 24 saatte çimlenen tohumlar (radikula uzunluğu 2 mm'ye ulaşan tohum çimlenmiş sayılacaktır) sayılarak kaydedilmiştir. Denemenin 20. gününde çimlenmiş 10 bitkide fide ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.1. Kurutma kağıtlarının nemlendirilmesi



Şekil 3.2. Yüzey sterilizasyonuna tabi tutulan tohumların kurutma kağıtlarına yerleştirilmesi



Şekil 3.3. Nemlendirilmiş kurutma kağıtların ve sterilize edilmiş tohumların rulo şeklinde sarılması



Şekil 3.4. 20. günde çimlenmiş bir bitki örneği

3.3 İncelenen Özellikeler

3.3.1. Çimlenme Oranı: Yirminci (20.) gün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak, (çimlenen tohum sayısı/toplam tohum sayısı) × 100 formülü ile çimlenme oranı % olarak hesaplanmıştır (Akıncı ve Çalışkan, 2010).

3.3.2. Çimlenme İndeksi: Her gün çimlenen tohum oranının sayım günlerine bölünmesiyle aşağıdaki formüle göre bulunmuştur (Wang ve ark., 2004).

$GI=\sum(Gi/Tt)$

GI: Çimlenme indeksi; Gi: i. günde çimlenen tohum oranı; Tt: Sayım günü

3.3.3.Ortalama Çimlenme Süresi: Aşağıdaki formüle göre çimlenen tohum sayısı ile çimlenme gün sayısı çarpımları toplamının toplam çimlenen tohum sayısına bölünmesi ile elde edilen değer ortalama çimlenme süresi olarak hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1980).

$MGT=\sum(fx)/\sum f$

MGT: Ortalama çimlenme süresi; f: Çimlenen tohum sayısı; x: Çimlenme günü

3.3.4. Fide boyu: Deneme sonunda tesadüf olarak seçilen 10 bitkinin fide uzunluğu milimetrik cetvelle ölçülerek belirlenmiştir.

3.3.5. Kök uzunluğu: Fide boyu ölçülen bitkilerde kök uzunluğu milimetrik cetvelle ölçülmüştür.

3.3.6. Fide yaş ağırlığı: Seçilen bitkilerin yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak saptanmıştır.

3.3.7. Kök yaş ağırlığı: Seçilen bitkilerin kök yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak saptanmıştır.

3.3.8. Tolerans İndeksi: Fidelerin toplam yaş ağırlıkları kullanılarak aşağıdaki formülle "tolerans indeksi" (Carpıcı ve ark., 2009; Kökten ve ark., 2010) hesaplanmıştır.

Kuraklık Tolerans İndeksi=(TxTYA/T0TYA)×100,

Burada, TYA= toplam yaş ağırlığı, Tx=X dozundaki toplam yaş ağırlığı, T0= kontrol uygulamasındaki toplam yaş ağırlığını ifade etmektedir.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmanın istatistiksel değerlendirmesi, MSTAT-C paket programı kullanılarak 4 tekerrürlü tesadüf parselleri deneme deseninde analiz edilmiş olup, istatistiksel olarak önemli çıkan ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile % 5 seviyesinde gruplandırılmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kök Uzunluğu

Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık stresi düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, kök uzunluğu değerleri üzerine çeşitlerin % 5 düzeyinde, kuraklık düzeylerinin ise % 1 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonun etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerlerine ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
Çeşit	2	419.377	4.9943*
Hata 1	9	83.971	
Kuraklık	4	15533.776	69.8507**
Çeşit × Kuraklık	8	159.803	0.7186
Hata 2	36	222.385	

* P≤ 0.05 hata sınırları içinde önemli, ** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerleri ve Duncan testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.2'de izlendiği gibi çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama kök uzunlukları 58.6 mm ile 67.6 mm arasında değişim göstermiştir. Eren en yüksek kök uzunluğu değerine sahip çeşit olurken, bunu İptaş ve Karadağ çeşitleri takip etmişlerdir. Eren çeşidinde belirlenen kök uzunluğu değeri Karadağ çeşidinden istatistiksel olarak daha yüksek olurken, İptaş çeşidi ile istatistiksel olarak farksız olmuştur. İptaş çeşidine ait ortalama kök uzunluğu değeri diğer iki çeşit ile istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Farklı bitki türleri ile yapılan kuraklık çalışmalarında aynı türün farklı çeşitlerinin kuraklığa farklı tepkiler gösterdiği yönündeki bulgular diğer araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (Okcu ve ark., 2005; Mut ve Akay, 2010; Çarpıcı ve Erdel, 2015). Kuraklık stresine dayanıklılıkta, daha uzun ve daha güçlü kök sistemine sahip çeşitlerin daha avantajlı oldukları ve bu nedenle

kuraklık stresinin olduğu koşullarda bu çeşitlerin tercih edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Yağmur ve Kaydan, 2008; Uğur, 2015). Bu bağlamada, kök uzunluğu daha yüksek olan Eren ve İptaş çeşitlerinin, Karadağ çeşidine göre kuraklık stresi altında daha başarılı olacağı söylenebilir.

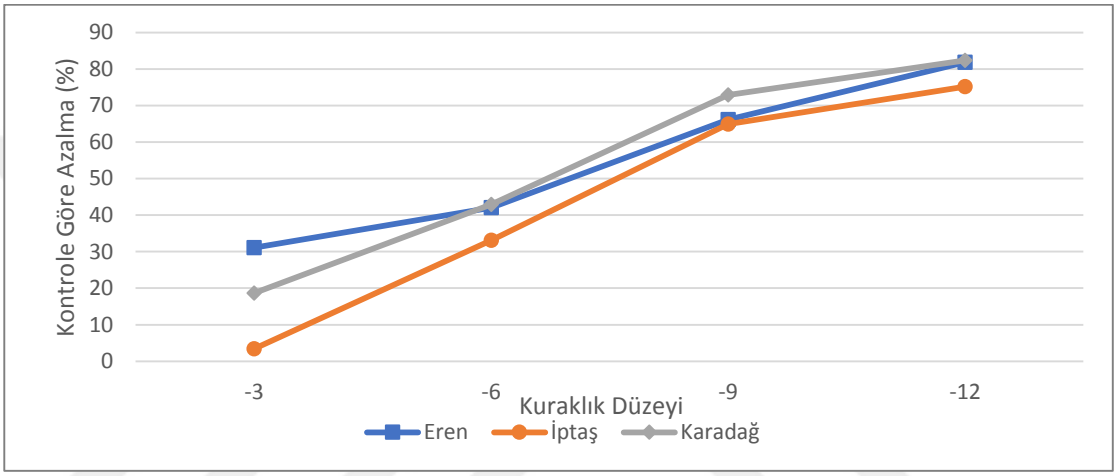
Çizelge 4. 2. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök uzunluğu değerleri (mm)

Kuraklık	**Çeşitler**			
(Bar)	**Eren**	**İptaş**	**Karadağ**	**Ortalama**
0	120.9	99.9	103.5	108.1 A[*]
-3	83.8	96.5	84.2	88.2 B
-6	70.1	66.8	59.1	65.3 C
-9	41.0	35.1	28.0	34.7 D
-12	22.1	24.8	18.3	21.7 E
Ortalama	67.6 A[+]	64.6 AB	58.6 B	

[+)] Aynı satır içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır
[*)] Aynı sütun içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Artan kuraklık düzeyleri tüm çeşitlerin kök uzunluklarında önemli azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.1.) Kuraklık düzeylerine bağlı olarak kök uzunluğu değerleri 27.1 mm ile 108.1 mm arasında değişim göstermiştir. Kuraklık düzeyindeki her artış bir öncekine göre kök uzunluğunu istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır. Ortalama kök uzunluğu -3, -6, -9 ve -12 Bar düzeylerinde kontrole göre, sırasıyla, % 18.4, % 39.6, % 67.9 ve % 79.9 azalmıştır. Artan kuraklık düzeyleri kök uzunluğunda ciddi azalmalara neden olmuştur. Benzer sonuçlar farklı bitki türleri üzerinde yürütülen değişik araştırmalarda da belirlenmiştir (Okçu ve ark., 2005; Mut ve Akay; 2010; Muscolo ve ark., 2010; Ghorbanpour ve ark., 2011; Partheeban ve ark. 2017). Bununla birlikte farklı kuraklık düzeylerinin yoncada fide gelişimine etkisini araştıran Çarpıcı ve Erdel (2015), düşük dozlardaki PEG uygulamalarının kök gelişimini arttırabildiğini bildirmişlerdir. Bu durum farklı bitki türlerinin kuraklık düzeylerine tepkisinin farklı olabileceğini ortaya koymaktadır.

İstatistiksel açıdan önemsiz olmakla birlikte, çeşit × kuraklık düzeyi incelendiğinde İptaş'ın her bir kuraklık düzeyinde kontrole göre kök uzunluğundaki oransal azalmanın daha düşük düzeyde gerçekleştiği görülmüştür. Bu durumda, her ne kadar Eren çeşidinde bazı kuraklık düzeylerinde İptaş'tan daha yüksek kök uzunluğu değerleri belirlenmiş olsa da, kontrole göre çeşitlerin kök uzunluklarındaki oransal azalma dikkate alındığında kök uzunluğu bakımından İptaş'ın kuraklığa daha iyi tepki gösterdiği söylenebilir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde kök uzunluğu değerlerindeki kontrole göre oransal azalma.

4.2. Fide Uzunluğu

Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık stresi düzeylerinde belirlenen fide uzunluğu değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir. Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi, fide uzunluğu değerleri üzerine çeşitlerin % 5 düzeyinde, kuraklık düzeylerinin ise % 1 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonun etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide uzunluğu değerleri ve Duncan testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4'de izlendiği gibi çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama fide uzunlukları 49.7 mm ile 60.2 mm arasında değişim göstermiştir. İptaş en yüksek fide uzunluğu değerine sahip çeşit olurken, bunu Eren ve Karadağ çeşitleri takip etmişlerdir. İptaş çeşidine ait ortalama fide uzunluğu değeri Eren ile istatistiksel olarak farksız olurken, Karadağ çeşidinden

istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur. Farklı türlerde yapılan çalışmalarda genotiplere bağlı olarak kuraklık stresine bağlı olarak farklılık gösterdiği diğer araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (Okcu ve ark., 2005; Mut ve Akay, 2010; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Uğur, 2015; Petrovic ve ark., 2016; Partheeban ve ark. 2017).

Çizelge 4.3. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide uzunluğu değerlerine ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
Çeşit	2	607.784	4.3126*
Hata 1	9	140.933	
Kuraklık	4	21996.772	173.7675**
Çeşit × Kuraklık	8	262.489	2.0736
Hata 2	36	126.587	

* P≤ 0.05 hata sınırları içinde önemli, ** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Çizelge 4.4. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide uzunluğu değerleri (mm)

Kuraklık	**Çeşitler**			
(Bar)	**Eren**	**İptaş**	**Karadağ**	**Ortalama**
0	121.0	123.1	92.1	112.1 A*
-3	81.4	89.9	92.9	88.06 B
-6	43.6	46.0	39.5	43.0 C
-9	28.0	25.0	20.7	24.5 D
-12	13.5	17.3	3.0	11.3 E
Ortalama	57.5 AB+	60.2 A	49.7 B	

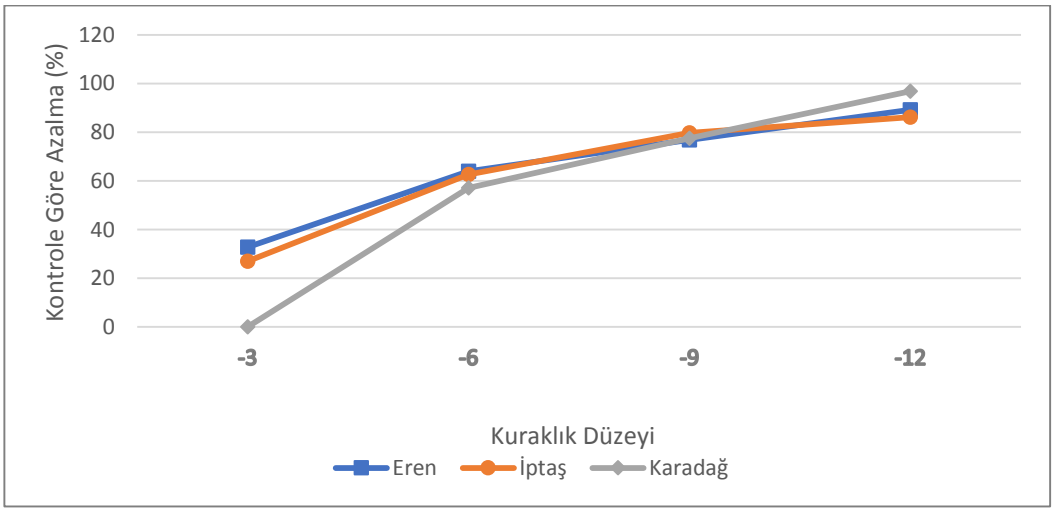
+) Aynı satır içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

*) Aynı sütun içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Artan kuraklık düzeyleri tüm çeşitlerin fide uzunluklarında önemli azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.4). Kuraklık düzeylerine bağlı olarak fide uzunluğu değerleri 11.3 mm ile 112.1 mm arasında değişim göstermiştir. Kuraklık düzeyindeki her artış bir

öncekine göre kök uzunluğunu istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır. Fide uzunlukları -3, -6, -9 ve -12 Bar kuraklık düzeylerinde kontrole göre, sırasıyla, % 21.8, % 61.6, % 78.1 ve % 89.9 azalmaya neden olmuştur. Bu durum ilk kuraklık düzeyinden itibaren kuraklık koşullarının mürdümüğün fide gelişimi için ciddi bir stres ortamı oluşturduğunu göstermektedir. Çimlenme ortamında ozmotik potansiyelin azalmasına bağlı olarak fide gelişiminin azaldığı diğer araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (Kaya ve ark., 2006; Farsiani ve Ghobadi, 2009; Ghorbanpour ve ark., 2011; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Fallahi ve ark., 2015; Uğur, 2015; Gheidary ve ark., 2017).

İstatistiksel açıdan önemsiz olmakla birlikte, çeşit × kuraklık düzeyi incelendiğinde, Karadağ'ın düşük kuraklık düzeylerinde (-3 ve -6 Bar) diğer çeşitlere göre fide uzunluğundaki azalmanın kontrole göre daha düşük düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Hatta -3 Bar kuraklık düzeyinde Karadağ'ın fide uzunluğunun olumsuz etkilenmediği görülmektedir. Nitekim Çarpıcı ve Erdel (2015) düşük düzeydeki PEG uygulamalarının fide gelişimini teşvik edebildiğini bildirmektedir. Her üç çeşidin fide uzunluğundaki kontrole göre oransal olarak azalış miktarı -9 Bar kuraklık düzeyinde birbirine oldukça yakın olmuştur. Kuraklık düzeyi -12 Bar olduğunda fide uzunluğu en fazla etkilenen çeşidin Karadağ olduğu görülmüştür. Bu durum çeşitlerin farklı kuraklık düzeylerindeki tepkisinin önemli derecede değişebildiğini, düşük kuraklık seviyelerinde daha az etkilenen bir genotipin artan kuraklık düzeylerinden daha şiddetli bir şekilde etkilenebileceğini göstermektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde fide uzunluğu değerlerindeki kontrole göre oransal azalma

Nitekim, Piwowarczyk ve ark. (2017), mürdümükte kuraklığa dayanıklılık süreçlerini araştırdıkları çalışmada aynı türe ait olmalarına rağmen farklı genotiplerin kuraklığa dayanıklılık süreçlerinin farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.3.Fide Yaş Ağırlığı

Üç farklı mürdümük çeşidinin fide yaş ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi, fide yaş ağırlığı değerleri üzerine çeşitlerin % 5 düzeyinde, kuraklık düzeylerinin ve çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonun ise % 1 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
Çeşit	2	0.387	4.3706*
Hata 1	9	0.089	
Kuraklık	4	11.564	130.4932**
Çeşit X Kuraklık	8	0.264	2.9836*
Hata 2	36	0.089	

* P≤ 0.05 hata sınırları içinde önemli, ** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide yaş ağırlık değerleri ve Duncan testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'da izlendiği gibi çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama fide yaş ağırlıkları 0.9 mg ile 1.1 mg arasında değişim göstermiştir. Eren en yüksek fide yaş ağırlığı değerine sahip çeşit olurken, bunu İptaş ve Karadağ çeşitleri takip etmişlerdir. Eren çeşidinde belirlenen fide yaş ağırlığı değeri Karadağ çeşidinden istatistiksel olarak daha yüksek olurken, İptaş çeşidine ait ortalama fide yaş ağırlığı değeri diğer iki çeşit ile istatistiksel olarak farksız bulunmuştur. Farklı kuraklık düzeylerinde çeşitlere bağlı olarak fide ağılıklarının önemli farklılık gösterdiği yönündeki bulgularımız diğer araştırıcıların sonuçlarını destekler niteliktedir (Okcu ve ark., 2005; Farsiani ve Ghobadi, 2009; Uğur, 2015; Vibhuti ve ark., 2015; Molor ve ark., 2017). Kuraga dayanıklı çeşitlerin, hassas çeşitlerden genellikle

daha yüksek sürgün yaş ağırlığına sahip oldukları ve kuraklık stresi altında sürgün yaş ağırlığının yüksek olmasının kurağa toleransta önemli bir özellik olduğu bildirilmektedir (Yağmur ve Kaydan, 2008; Balkan ve Gençtan, 2013).

Çizelge 4.6. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen fide yaş ağırlığı değerleri (mg)

Kuraklık	**Çeşitler**			
(Bar)	**Eren**	**İptaş**	**Karadağ**	**Ortalama**
0	2.9 a•	2.8 a	1.8 b	2.5 A*
-3	1.5 b	1.4 b	1.6 b	1.5 B
-6	0.8 c	0.8 c	0.7 c	0.8 C
-9	0.5 cd	0.4 cde	0.2 de	0.4 D
-12	0.04 de	0.04 de	0.000 e	0.03 E
Ortalama	1.1 A+	1.0 AB	0.9 B	

+) Aynı satır içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

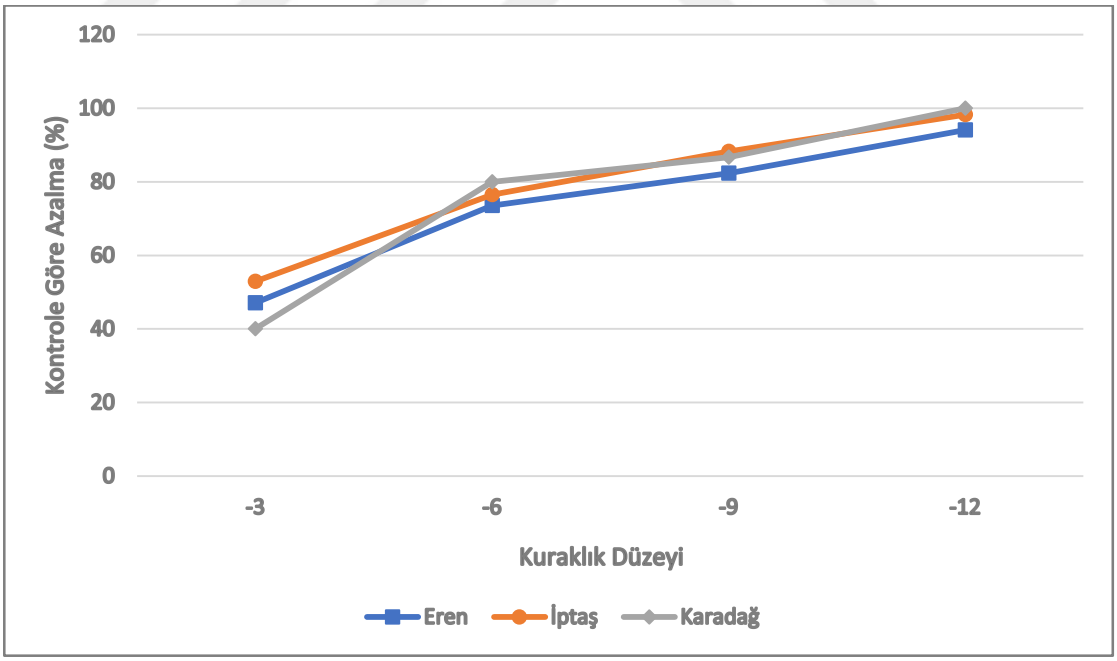
*) Aynı sütun içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

•) Aynı satır ve sütun içerisinde farklı küçük harfle gösterilen interaksiyon ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Artan kuraklık düzeyleri tüm çeşitlerin fide yaş ağırlıklarında önemli azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.6). Kuraklık düzeylerine bağlı olarak fide yaş ağırlığı değerleri 0.03 mg ile 2.5 mg arasında değişim göstermiştir. Kuraklık düzeyindeki her artış bir öncekine göre fide yaş ağrılığında istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır. Ortalama yaş fide ağırlığı -3, -6, -9 ve -12 Bar osmatik basınç düzeylerinde kontrole göre sırasıyla % 40, % 68, % 84 ve % 99 oranında bir azalmaya neden olmuştur. Bu durum kuraklık koşullarında belli oranda çimlenme gerçekleşse bile kuraklığın devam etmesi durumunda fide gelişiminin sağlıklı şekilde devam edemeyeceğinin bir işaretidir. Almansouri ve ark. (2001)'nın, çimlenen fidelerde su alımının azalmasının fide büyümesini olumsuz yönde etkilediği yönündeki sonucunu destekler niteliktedir.

Varyans analiz sonuçları çeşit × kuraklık interaksiyonun % 5 düzeyinde önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.5). Çizelge 4.6 incelendiğinde, tüm uygulamalar içerisinde en yüksek fide yaş ağırlığı değerlerinin kontrol uygulamasında belirlendiği görülmektedir. Kontrol uygulamasında Karadağ çeşidinin fide yaş ağırlığı değeri diğer

iki çeşitten istatistiksel olarak daha düşük olurken, Eren ve İptaş çeşitleri benzer grupta yer almıştır. Buna karşılık kontrol dışındaki tüm uygulamalarda aynı kuraklık düzeyi için çeşitlerin fide yaş ağırlığı değerleri istatistiksel olarak benzer olmuştur. Eren ve İptaş çeşitlerinde kuraklık düzeyindeki her bir artış fide yaş ağırlığını önemli derecede azaltırken, Karadağ çeşidinin fide yaş ağırlığı değeri -3 Bar ozmotik basınç düzeyinde kontrolde belirlenen değerden farksız olmuştur. Bu durum düşük kuraklık seviyelerine Karadağ'ın fide gelişimi açısından daha toleranslı olduğuna işaret etmektedir. Ozmotik basınç düzeyinin -6 Bar ve üstü seviyelere çıkması tüm çeşitlerin fide ağırlığının önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Çeşitlerin fide yaş ağırlıklarında farklı kuraklık düzeylerinde kontrole göre değişimlerine bakıldığında Karadağ çeşidinin daha değişken bir seyir izlediği, Eren ve İptaş çeşitlerinin ise daha doğrusal bir seyir izlediği görülmektedir (Şekil 4.3). Bu durum Karadağ çeşidinin düşük kuraklık düzeylerinde fide gelişimi açısından kuraklığa daha diğer iki çeşitten daha toleranslı olduğunu göstermektedir. Farklı çeşitlerin farklı kuraklık düzeylerinde farklı tepkiler gösterebileceği Uğur (2015) ve Piwowarczyk ve ark. (2017) tarafından da belirtilmiştir.



Şekil 4.3. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde fide yaş ağırlığı değerlerindeki oransal azalma.

4.4.Kök Yaş Ağırlığı

Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık stresi düzeylerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi, kök yaş ağırlığı üzerine kuraklık düzeylerinin % 1 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı üzerine çeşit ve çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonun etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerlerine ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
Çeşit	2	0.056	0.7390
Hata 1	9	0.076	
Kuraklık	4	4.942	65.6001**
Çeşit × Kuraklık	8	0.025	0.3329
Hata 2	36	0.075	

** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök yaş ağırlık değerleri ve Duncan testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerleri (mg)

Kuraklık	**Çeşitler**			
(Bar)	**Eren**	**İptaş**	**Karadağ**	**Ortalama**
0	1.7	1.7	1.5	1.6 A*
-3	0.9	0.8	0.9	0.9 B
-6	0.45	0.4	0.3	0.4 C
-9	0.3	0.2	0.2	0.2 CD
-12	0.1	0.03	0.000	0.04 D
Ortalama	0.7+	0.6	0.6	

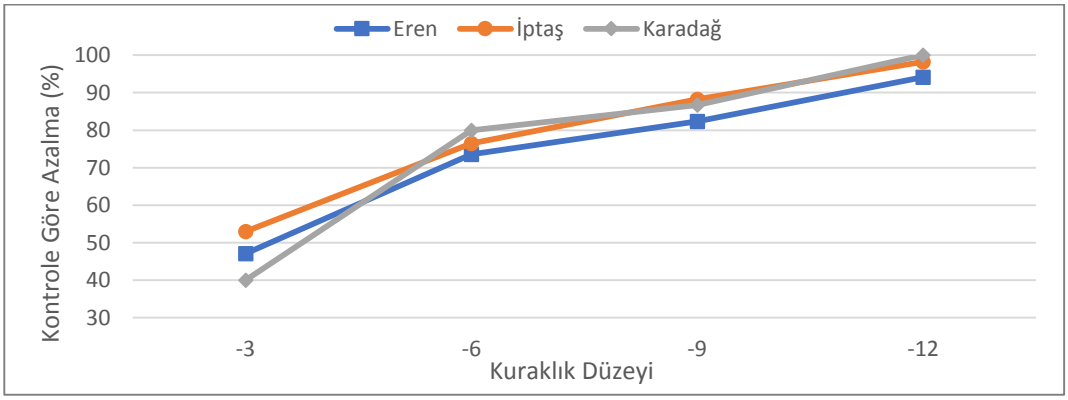
+) Aynı satır içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

*) Aynı sütun içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Çizelge 4.8'de izlendiği gibi çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama kök yaş ağırlıkları 0.6 mg ile 0.7 mg arasında değişim göstermiş olup, çeşitler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Kök uzunluklarının çeşitlere bağlı olarak önemli farklılıklar göstermesine rağmen kök yaş ağırlıklarının farksız olması oluşan kök sayısının ve oluşan köklerin kalınlığının farklılık göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, Pratap ve Sharma (2010) farklı kuraklık stresi düzeylerinde lateral kök sayısının önemli derecede değiştiğini bildirmektedir.

Artan kuraklık düzeyleri tüm çeşitlerin kök yaş ağırlıklarında önemli azalmaya neden olmuştur. Kuraklık düzeylerine bağlı olarak kök yaş ağırlığı değerleri 0.04 mg ile 1.6 mg arasında değişim göstermiştir. En yüksek yaş kök ağırlığı değeri kontrol uygulamasında elde edilirken, artan ozmotik basınç düzeyleri kök aş ağırlığında önemli düşüşlere neden olmuştur. Kontrol ve -3 Bar ozmotik basınç düzeyinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerleri, daha yüksek düzeydeki kuraklık seviyelerinde belirlenen değerlerden istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur. -6 Bar ile -9 Bar ve -9 Bar ile -12 Bar düzeylerinde belirlenen kök yaş ağırlığı değerleri ise istatistiksel olarak benzer grupta yer almıştır. Artan kuraklık seviyelerine bağlı olarak kök ağırlığının azaldığı yönündeki bulgularımız Okcu ve ark. (2005), Farsiani ve Ghobadi (2009) ve Uğur (2015)'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

İstatistiksel açıdan önemsiz olmakla birlikte, çeşit × kuraklık düzeyi incelendiğinde tüm çeşitlerin aynı ozmotik basınç seviyesinde birbirine yakın yaş kök ağırlığı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Artan kuraklık düzeyleri tüm çeşitlerde kök yaş ağırlığının azalmasına neden olmuştur. (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde kök yaş ağırlığı değerlerindeki oransal azalma

Karadağ çeşidinde kök yaş ağırlığında -3 Bar ozmotik basınç düzeyinde kontrole göre oransal olarak daha az bir düşüş gözlenirken, daha yüksek kuraklık düzeylerinde Eren çeşidinin kök yaş ağırlığı oransal olarak daha az etkilenmiştir.

4.5.Çimlenme Oranları

Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık stresi düzeylerinde belirlenen çimlenme oranları değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Çizelge 4.9'da izlendiği gibi, kuraklık düzeylerinin ve çeşit × kuraklık interaksiyonlarının %1 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çimlenme oranı üzerinde çeşitlerin etkisinin ise %5 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme oranlarına ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
Çeşit	2	721.250	5.2243*
Hata 1	9	138.056	
Kuraklık	4	9063.125	56.6691**
Çeşit × Kuraklık	8	521.250	3.2592**
Hata 2	36	159.931	

* P≤ 0.05 hata sınırları içinde önemli, ** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme oranı değerleri ve Duncan testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10'da izlendiği gibi çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama çimlenme oranları % 71.8 ile % 83.3 arasında değişim göstermiştir. Eren en yüksek çimlenme oranına sahip çeşit olurken, bunu İptaş ve Karadağ çeşitleri takip etmişlerdir. Eren ve İptaş çeşitlerinde belirlenen çimlenme oranları istatistiksel olarak birbirinden farksız olurken, Karadağ çeşidinde belirlenen ortalama çimlenme oranı değeri diğer çeşitlerden istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur. Kuraklık stresi altında farklı bitki türleri ile yürütülen araştırmalarda da çeşit veya genotiplere bağlı olarak çimlenme oranlarının farklılıklar

gösterdiği bildirilmiştir (Okcu ve ark., 2005; Farsiani ve Ghobadi, 2009; Uğur, 2015; Mujtaba ve ark., 2016; Pantola ve ark., 2017). Her ne kadar bulgularımız -9 Bar ozmotik basınç düzeyine kadar çimlenme oranında önemli bir azalma olmadığını gösterse de, daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi fide gelişimi açısından daha düşük kuraklık düzeyleri ciddi stres oluşturabilmektedir.

Çizelge 4.10. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme oranları (%)

Kuraklık	**Çeşitler**			
(Bar)	**Eren**	**İptaş**	**Karadağ**	**Ortalama**
0	92.5 a•	97.5 a	90.0 a	93.3 A*
-3	88.8 a	97.5 a	91.3 a	92.5 A
-6	90.0 a	95.0 a	87.5 a	90.8 A
-9	87.5 a	92.5 a	78.8 a	86.3 A
-12	57.5 b	20.0 c	11.3 c	29.6 B
Ortalama	83.3 A+	80.5 A	71.8 B	

+) Aynı satır içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

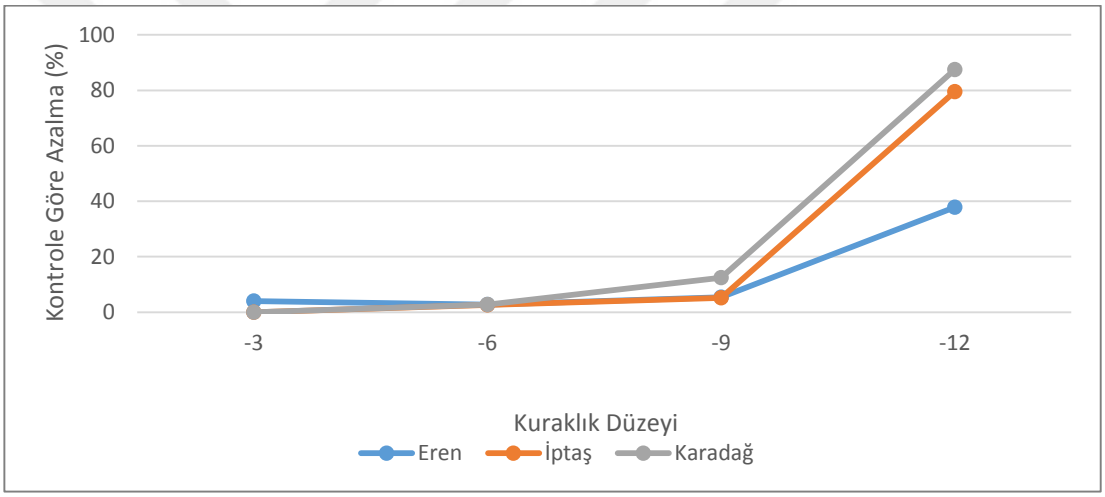
*) Aynı sütun içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

•) Aynı satır ve sütun içerisinde farklı küçük harfle gösterilen interaksiyon ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Kuraklık seviyelerine bağlı olarak çimlenme oranları %29.6 ile % 93.3 arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Artan kuraklık düzeylerine bağlı olarak çimlenme oranlarında sürekli bir azalma eğilimi söz konusu olmakla birlikte, kontrol, -3, -6 ve -9 Bar ozmotik basınç seviyelerinde belirlenen çimlenme oranları istatistiksel olarak farksız olmuştur. Ozmotik basınç seviyesinin -12 Bar'a çıkması çimlenme oranında çok ciddi bir azalmaya neden olmuştur. Benzer şekilde farklı kuraklık seviyelerinde mürdümüğün çimlenme oranını inceleyen Fallahi ve ark. (2015), çimlenme oranlarının -8 Bar ozmotik basınç seviyesine kadar önemli bir azalma göstermediğini bildirmişlerdir. Kaya ve ark. (2006)' da benzer şekilde ayçiçeğinde -9 Bar seviyesine kadar çimlenme oranın önemli derecede azalmadığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte mısır gibi kuraklığa hassas bitkilerde -2 Bar ozmotik basınç seviyelerinden itibaren çimlenmede önemli azalmalar görülebilmektedir (Farsiani ve Ghobadi, 2009). Bitki türlerinin kuraklığa tepkileri birbirinden oldukça

farklıdır, hatta aynı türün çeşitleri arasında önemli farklılıklar gözlenebilmektedir (Okcu ve ark., 2005; Farsiani ve Ghobadi, 2009; Mut ve Akay, 2010; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Uğur, 2015).

İstatistiksel analiz sonuçları çeşit × kuraklık interaksiyonunun %1 düzeyinde önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.9). Çizelge 4.10'da izlendiği gibi, tüm çeşitler için çimlenme oranlarında -9 Bar ozmotik basınç seviyesine kadar önemli bir azalma meydana gelmemiştir. Kuraklık düzeyi -12 Bar seviyesine çıktığında ise tüm çeşitlerin çimlenme oranı önemli derecede azalmıştır. -12 Bar ozmotik basınç seviyesinde Eren çeşidim % 57.5 ile İptaş (% 20.0) ve Karadağ (% 11.3) çeşitlerinden daha yüksek bir çimlenme oranına sahip olmuştur. Şekil 4.5'de de izlendiği gibi -9 ve -12 Bar ozmotik basınç seviyelerinde Karadağ çeşidinin kuraklıktan daha fazla etkilendiği görülmektedir.



Şekil 4.5. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde çimlenme oranlarındaki oransal azalma.

4.6.Çimlenme İndeksi

Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık stresi düzeylerinde belirlenen çimlenme indeksi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11' de verilmiştir. Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi, kuraklık düzeylerinin ve çeşit × kuraklık interaksiyonun % 1 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Çimlenme indeksi üzerine çeşitlerin etkisinin ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.11.Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme indeksine ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Çeşit	2	0.810	2.7816
Hata 1	9	0.291	
Kuraklık	4	74.789	477.7047**
Çeşit × Kuraklık	8	0.364	2.3250**
Hata 2	36	0.157	

** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme indeksi değerleri ve Duncan testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen çimlenme indeksi

Kuraklık (Bar)	Çeşitler			
	Eren	İptaş	Karadağ	Ortalama
0	6.9 a •	6.9 a	6.6 a	6.8 A*
-3	3.8 b	3.7 b	3.8 b	3.7 B
-6	1.9 d	2.8 c	1.6 de	2.1 C
-9	1.5 de	1.6 de	1.2 ef	1.4 D
-12	0.8 fg	0.3 gh	0.1 h	0.05 E
Ortalama	3.0	3.0	2.7	

*) Aynı sütun içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

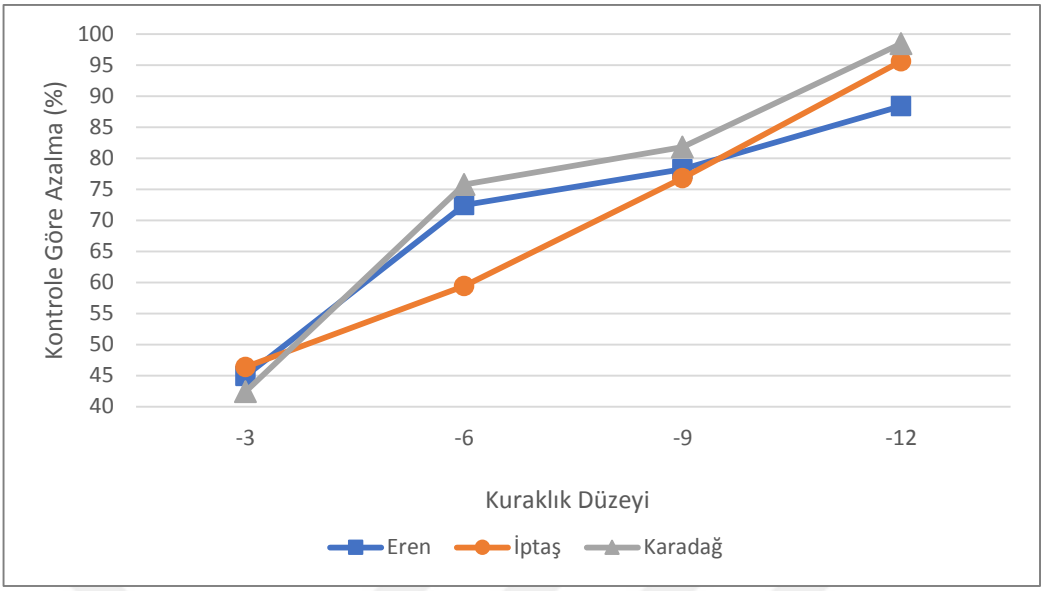
•) Aynı satır ve sütun içerisinde farklı küçük harfle gösterilen interaksiyon ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Çizelge 4.12'de izlendiği gibi çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama çimlenme indeksi değerleri 2.7 ile 3.0 arasında değişim göstermiş, ancak bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Kuraklık düzeylerine bağlı olarak çimlenme indeksi değerleri 0.05 ile 6.8 arasında değişim göstermiştir. En yüksek çimlenme indeksi değeri kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Çimlenme indeksi değerleri -3, -6, -9, -12 Bar kuraklık düzeyleri için, sırasıyla 3.7, 2.1, 1.4 ve 0.05 olarak hesaplanmıştır. Kuraklık düzeyindeki her bir artış bir öncekine

göre önemli derecede azalmaya neden olmuştur. Çimlenme indeksi değeri tohumların çimlenme düzenini göstermektedir (Gürbüz ve ark., 2009). Çimlenme indeksindeki azalma tohumların hem oransal olarak çimlenme yeteneğinin azaldığını hem de çimlenme süresinin uzadığına işaret etmektedir. Buna göre çimlenme ortamında artan stres koşulları çimlenme indeksindeki azalması sonucunu doğurmuştur. Artan kuraklık seviyesine bağlı olarak farklı bitki türlerinde çimlenme indeksinin azaldığı diğer araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (Gürbüz ve ark., 2009; Aydın ve ark., 2015).

Varyans analiz sonuçları çeşit x kuraklık düzeyi interaksiyonun istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.11). Çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonuna ait ortalama değerler incelendiğinde (Çizelge 4.12), kontrol ve -3 Bar ozmotik basınç seviyesinde tüm çeşitlerin istatistiksel olarak benzer grupta yer aldığı görülmektedir. Ozmotik basınç seviyesi -6 Bar'a çıktığında ise İptaş çeşidinin diğer iki çeşitten daha yüksek çimlenme indeksi değerine sahip olduğu görülmektedir. -9 Bar ozmotik basınç seviyesinde ise tüm çeşitlerin benzer grupta yer aldığı görülmüştür. En yüksek doz olan -12 Bar ozmotik basınç seviyesinde ise Eren çeşidinin çimlenme indekisi değeri Karadağ çeşidinden istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur. İptaş çeşidi ise iki çeşidin arasında yer almıştır. Bu durum çeşitlerin farklı kuraklık seviyelerinde tepkilerinin farklılık gösterdiğine işaret etmektedir. De Leonardis ve ark. (2007)'nin de belirttiği gibi, bitkilerin kuraklığa tepkileri spesifiktir ve genotipe bağlıdır. Tüm uygulamaların çimlenme indeksindeki kontrole göre azalma seyri Şekil 4.6'da verilişitir. Şekil 4.6'da izlendiği gibi, -3 Bar ozmotik basınç seviyesinde çeşitlerin çimlenme indeksindeki azalma % 42.4 ile % 46.4 arasında değişim göstermiştir. Ozmotik basınç düzeyinin -6 Bar'a çıkması Karadağ ve Eren çeşitlerinin çimlenme indeksi kontrole göre % 70'in üzerinde bir azalmaya neden olurken, İptaş çeşidinde % 60'lık bir azalmaya neden olmuştur. Ozmotik basıncın -9 Bar'a çıkması çeşitlerin çimlenme indeksinde % 76.8 ile % 81.8 arasında, -12 Bar'a çıkması ise % 88.4 ile % 98.5 arasında bir azalmaya neden olmuştur. Bu durum tüm kuraklık seviyelerinin çimlenme oranı ve süresinde önemli azalmaya neden olduğunu, özellikle, -6 Bar ve üzerindeki ozmotik basınç düzeylerinde çimlenme başlasa bile sağlıklı ve yeknesak bir çıkışın sağlanamayacağı söylenebilir.



Şekil 4.6. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde çimlenme indeksi değerlerindeki oransal azalma.

4.7.Ortalama Çimlenme Süresi

Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık stresi düzeylerinde belirlenen çimlenme ortalama çimlenme süresi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13' de verilmiştir. Çizelge 4.13'de görüldüğü gibi, kuraklık düzeylerinin ve çeşitlerin etkisi ortalama çimlenme süresi üzerinde %1 düzeyinde, çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonun etkisinin ise %5 önem seviyesinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.13.Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen ortalama çimlenme süresine ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
Çeşit	2	5.081	9.0250**
Hata 1	9	0.563	
Kuraklık	4	314.818	270.1261**
Çeşit × Kuraklık	8	2.686	2.3043*
Hata 2	36	1.165	

* P≤ 0.05 hata sınırları içinde önemli, ** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Ortalama çimlenme süresi çeşitlere bağlı olarak 8.9 gün ile 9.8 gün arasında değişmiştir ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Karadağ çeşidinin ortalama çimlenme süresi 9.8 gün ile diğer iki çeşitten daha uzun olmuştur. kuraklık stresi altında çimlenme süresinin çeşitlere bağlı olarak değiştiği Okçu ve ark. (2005) ve Khodarahmpour (2011) tarafından da bildirilmiştir.

Çizelge 4.14. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen ortalama çimlenme süresi değerleri (gün)

Kuraklık	**Çeşitler**			
(Bar)	**Eren**	**İptaş**	**Karadağ**	**Ortalama**
0	3.0 g•	3.1 g	2.9 g	3.0 E*
-3	5.1 f	5.8 f	5.4 f	5.4 D
-6	9.9 d	7.9 e	11.2 cd	9.7 C
-9	11.5 cd	12.0 bc	13.3 b	12.3 B
-12	15.4 a	15.5 a	16.2 a	15.7 A
Ortalama	9.0 B+	8.9 B	9.8 A	

+) Aynı satır içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

*) Aynı sütuni çerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

•)Aynı satır ve sütun içerisinde farklı küçük harfle gösterilen interaksiyon ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Kuraklık düzeylerindeki artışa bağlı olarak ortalama çimlenme süresi önemli derecede uzamıştır (Çizelge 4.14). Kontrol uygulamasında 3.0 gün olan ortalama çimlenme süresi -12 Bar ozmotik basınç seviyesinde 15.7 güne çıkmıştır. Ozmotik basınç seviyesindeki her bir basamak artış ortalama çimlenme süresini bir öncekine göre istatistiksel olarak önemli derecede arttırmıştır. Bulgularımızla paralel olarak artan kuraklık seviyelerinde çimlenme süresinin uzadığı diğer araştırıcılar tarafından da bildirilmiştir (Gürbüz ve ark., 2009; Khodarahmpour, 2011; Castroluna ve ark. 2014; Aydın ve ark., 2015).

Ortama çimlenme süresi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.13). Genel olarak tüm çeşitler düşük ozmotik basınç düzeylerinde daha hızlı bir çimlenme göstermiştir. Çeşitlerin aynı ozmotik basınç seviyelerinde genel olarak

ortalama çimlenme süreleri istatistiksel olarak benzer olurken, sadece Karadağ çeşidi – 6 Bar ozmotik basınç düzeyinde İptaş ve -9 Bar ozmotik basınç düzeyinde de Eren çeşitlerinden istatistiksel olarak daha geç çimlenmiştir. Çimlenme süresinin uzaması özellikle geç ekimlerde vejetasyon süresinin kısalması, ilkbaharda bitkilerin yüksek sıcaklık stresine girmesi, tohumların daha uzun süre olumsuz çevre şatlarına maruz kalması gibi şartları oluşturabileceğinden yetiştiricilik açısından istenmez. Özellikle stres koşullarının bulunmadığı koşullarda 3 günde çimlenen tohumların, -12 Bar ozmotik basınç düzeyinde çimlenme süresinin 15 güne kadar uzaması mürdümük yetiştiriciliği açısından ciddi sıkıntıların olabileceğini göstermektedir. Ozmotik basınç düzeyinin -6 Bar düzeyinde olduğu koşullarda ise İptaş çeşidinin çimlenme süresi açısından daha avantajlı olduğu söylenebilir.

4.8. Tolerans İndeksi

Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık stresi düzeylerinde hesaplanan tolerans indeksi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15' de verilmiştir. Çizelge 4.15'de görüldüğü gibi, kuraklık düzeylerinin, çeşitlerin ve çeşit × kuraklık düzeyi interaksiyonunun %1 önem seviyesinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Üç farklı mürdümük çeşidinin farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen tolerans indeksi değerlerine ait varyans analizin sonuçları

Varyasyon Kaynağı	**Serbestlik Derecesi**	**Kareler Ortalaması**	**F Değeri**
Çeşit	2	161.161	10.3475**
Hata 1	9	15.575	
Kuraklık	4	18403.334	704.8040**
Çeşit × Kuraklık	8	129.530	4.9607**
Hata 2	36	26.111	

** P≤ 0.01 hata sınırları içinde önemli

Araştırmada hesaplanan tolerans indeksi değerleri, çeşitlere bağlı olarak 37.1 ile 42.4 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.16). Karadağ çeşidine ait ortalama tolerans indeksi değeri diğer iki çeşide göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Tolerans

indeksi değeri fide toplam yaş ağırlıkları üzerinden hesaplanan ve farklı ozmotik basınç düzeylerinde belirlenen fide ağırlıklarının kontrol uygulamasında belirlenen değerle kıyaslanması esasına dayanır. Bu durumda fide gelişimi açısından Karadağ çeşidinin kuraklık stresi koşullarında diğer çeşitlere göre daha toleranslı olduğu söylenebilir. Ancak doğru bir değerlendirme açısından çimlenme özellikleri ile birlikte değerlendirildikten sonra karar verilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

Çizelge 4.16. Mürdümük çeşitlerinde farklı kuraklık düzeylerinde belirlenen tolerans indeksi değerleri

Kuraklık	**Çeşitler**			
(Bar)	**Eren**	**İptaş**	**Karadağ**	**Ortalama**
0	100.0 a•	100.0 a	100. a	100.0 A*
-3	47.9 c	46.4 c	68.8 b	54.4 B
-6	24.3 d	23.9 d	28.8 d	25.7 C
-9	15.8 e	12.7 e	14.5 e	14.3 D
-12	2.7 f	2.4 f	0.000 f	1.7 E
Ortalama	37.1 B+	37.1 B	42.4 A	

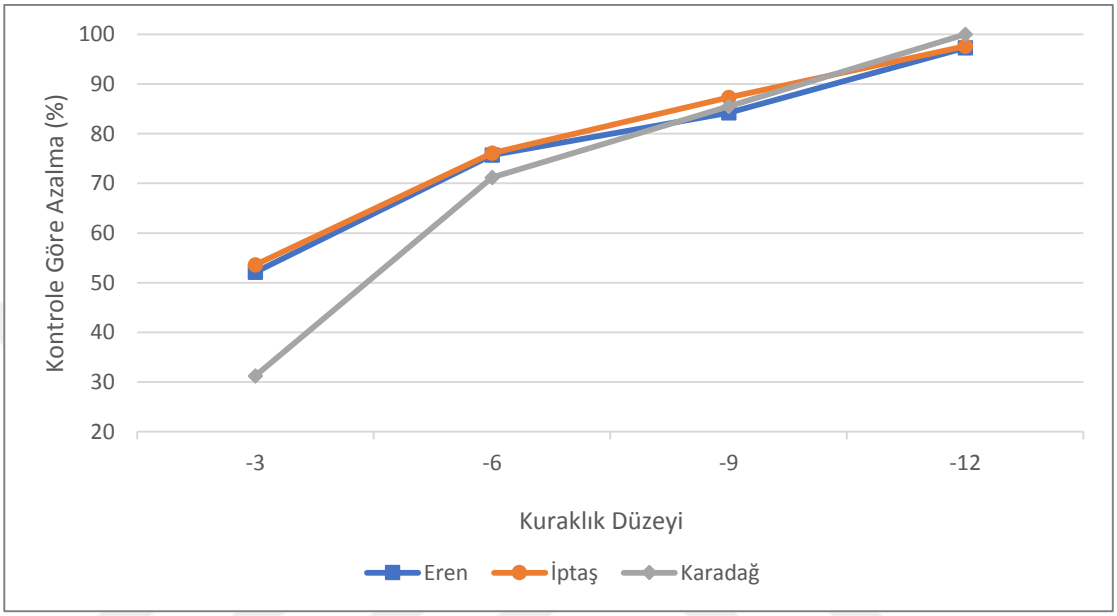
+) Aynı satır içerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

*) Aynı sütuni çerisinde farklı büyük harfle gösterilen çeşit ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

•) Aynı satır ve sütun içerisinde farklı küçük harfle gösterilen interaksiyon ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Artan kuraklık düzeyi tolerans indeksi değerinin önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Kuraklık düzeylerine bağlı olarak -3, -6, -9 ve -12 Bar ozmotik basınç düzeyleri için belirlenen tolerans indeksi değerleri 54.4, 25.7, 14.3 ve 1.7 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.16). Bu durum artan kuraklıkla birlikte hem toprak altı hem de toprak üstü aksamda kuru madde birikiminin önemli derecede azaldığını göstermektedir. Bu durum ise sağlıksız ve cılız fide gelişimini ortaya çıkaracak ve sağlıklı bir tesis elde edilmesi mümkün olmayacaktır. Varyans analiz sonuçları (Çizelge 4.15) çeşit x kuraklık düzeyi interaksiyonunun önemli olduğunu göstermiştir. Artan kuraklığa bağlı olarak tüm çeşitlerin tolerans indeksi azalma eğilimi göstermiştir. Tüm çeşitlerin aynı kuraklık düzeyleri için hesaplanan tolerans indeksi değeri, -3 Bar ozmotik basınç düzeyinde Karadağ çeşidi hariç, istatistiksel olarak benzer grupta yer almıştır. -3 Bar ozmotik basınç

düzeyinde Karadağ çeşidi için belirlenen tolerans indeksi değeri diğer iki çeşide göre önemli derecede yüksek olmuştur. Bu durum -3 Bar'a kadar olan ozmotik potansiyele sahip topraklarda Karadağ çeşidinin diğer iki çeşide göre daha avantajlı olabileceğini, ancak daha yüksek kuraklıklarda bu avantajın ortadan kalktığını göstermektedir.



Şekil 4.7. Mürdümük çeşitlerinin farklı kuraklık düzeylerinde tolerans indeksi değerlerindeki oransal azalma.

Yukarıda yapılan açıklamalara paralel olarak tolerans indekslerindeki kontrole göre belirlenen oransal azalma dikkate alındığında (Şekil 4.7), -3 Bar ozmotik basınç düzeyinde Karadağ çeşidinde yaklaşık %30 civarında bir azalma söz konusu iken, Eren ve İptaş çeşitlerinde tolerans indeksindeki azalmanın %50'nin üzerine çıktığı görülmektedir. Daha yüksek dozlarda ise çeşitler arasındaki aralık azalmış ve çeşitler arasında aynı dozlarda istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda, incelenen tüm özellikler açısından artan kuraklığın olumsuz etkiye neden olduğu belirlenmiştir. Artan kuraklık düzeyleri çimlenme oranları açısından sadece -12 Bar ozmotik basınç düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir azalmaya neden olurken, incelenen diğer özellikler daha düşük dozlarda önemli derecede azalmalar göstermiştir. Bununla birlikte -3 ve -6 Bar ozmotik basınç altında hiçbir çeşidin çimlenme oranı kontrole göre önemli bir azalmaya neden olmazken -9 bar ve -12 Bar ozmotik basınç altında İptaş ve Karadağ çeşitlerinin çimlenme oranı Eren çeşidine göre çok daha önemli derecede azalmıştır. Bu durumda başarılı bir yetiştiriciliğin ilk basamağını oluşturan yeterli çimlenme olmaksızın, çimlenen fidelerin gelişimindeki farklılık bir anlam ifade etmeyecektir. Bu sonuca göre özellikle -9 Bar ve üzerinde ozmotik basıncın mevcut olduğu koşullarda Eren çeşidinin yeterli sayıda fide oluşturma açısından daha avantajlı olduğu söylenebilir. Benzer şekilde çimlenme indeksi değerlendirildiğinde -12 Bar ozmotik basınç altında Eren çeşidinin diğer çeşitlerden daha başarılı olduğu söylenebilir. Artan kuraklık çeşitlerin çimlenme süresini önemli derecede uzatmıştır. Kontrolde 3.0 gün olan ortalama çimlenme süresi, -12 Bar ozmotik basınç kuraklık düzeyinde 15.7 güne çıkmıştır. Bu durum tarla koşullarında ortaya çıkan benzer düzeydeki bir kuraklık düzeyinde sürenin daha da uzayacağını işaret etmektedir. Bu durumda ilerleyen dönemde kuraklık ortadan kalkıp fide gelişimi sağlansa bile vejetasyon süresinde önemli kısalma ve verim kayıplarının ortaya çıkması olasıdır. Özellikle -6 Bar'ın üzerindeki kuraklık düzeylerinde çimlenme oranında önemli bir azalma olmasa da, çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresinde gözlenen ciddi azalma ve gecikmeler, çimlenme sürecinin bozulduğunu ve yeterli çıkış ve fide oluşumunun ciddi şekilde sekteye uğrayacağının işaretidir. Çimlenme özellikleri açışından çeşitler değerlendirildiğinde Eren çeşidinin kuraklık stresi altında daha başarılı bir çimlenme gösterebileceği söylenebilir.

Fide özellikleri açısından çeşitlerin değerlendirildiğinde, incelenen özelliklerden, kök uzunluğu, fide uzunluğu, fide yaş ağırlığı, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, tolerans indeksi değerleri çeşitlere bağlı olarak istatistiksel olarak önemli farklılık gösterirken, kök yaş ağırlığı ve çimlenme indeksi üzerinde çeşitlerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama kök uzunlukları 58.6 mm ile 67.6 mm arasında değişim göstermiştir. Eren en yüksek kök uzunluğu

değerine sahip çeşit olmuştur. Kuraklık düzeyindeki her artış bir öncekine göre kök uzunluğunu istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır. Ortalama kök uzunluğu -3, -6, -9 ve -12 Bar düzeylerinde kontrole göre, sırasıyla, % 18.4, % 39.6, % 67.9 ve % 79.9 azalmıştır. Artan kuraklık düzeyleri kök uzunluğunda ciddi azalmalara neden olmuştur. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama fide uzunlukları 49.7 mm ile 60.2 mm arasında değişim göstermiştir. İptaş en yüksek fide uzunluğu değerine sahip çeşit olurken, bunu Eren ve Karadağ çeşitleri takip etmişlerdir. Artan kuraklık düzeyleri tüm çeşitlerin fide uzunluklarında önemli azalmaya neden olmuştur. Kuraklık düzeylerine bağlı olarak fide uzunluğu değerleri 11.3 mm ile 112.1 mm arasında değişim göstermiştir. Çeşitlere bağlı olarak belirlenen ortalama fide yaş ağırlıkları 0.9 mg ile 1.1 mg arasında değişim göstermiştir. Eren en yüksek fide yaş ağırlığı değerine sahip çeşit olurken, bunu İptaş ve Karadağ çeşitleri takip etmişlerdir. Kuraklık düzeylerine bağlı olarak fide yaş ağırlığı değerleri 0.03 mg ile 2.5 mg arasında değişim göstermiştir. Kuraklık düzeyindeki her artış bir öncekine göre fide yaş ağrılığında istatistiksel olarak önemli derecede azaltmıştır. Bu durum özellikle -9 ve -12 Bar ozmotik basınç altında kuru madde birikiminin çok azaldığını göstermektedir. Kök yaş ağırlıkları bakımından çeşitler arasında önemli bir farklılık meydana gelmezken, artan kuraklık düzeyleri kök yaş ağırlıklarını önemli derecede azaltmıştır.

Fide özellikleri üzerinde genel bir değerlendirme yapıldığında en iyi fide gelişiminin tüm çeşitlerde kontrol uygulamasında elde edildiği, artan kuraklıkla birlikte tüm çeşitlerin fide gelişiminin önemli derecede azaldığı söylenebilir. Özellikler -6 Bar üzerindeki kuraklık düzeylerinde fide gelişiminin çok ciddi derecede sekteye uğradığı görülmüştür. Her ne kadar mürdümük kuraklığa dayanıklı bir bitki olarak tanımlansa da, -6 Bar ve üzerindeki kuraklık ortamının mevcut olduğu durumlarda başarılı bir üretimin tehlike altında olduğu söylenebilir. Bunun yanında bu araştırmada ortaya konan sonuçla sadece çimlenme ve erken fide gelişim dönemi ile sınırlıdır. Bundan sonraki araştırmaların planlanmasında farklı dönem ve sürelerde ki kuraklıkların mürdümük gelişimi üzerine etkilerinin araştırılması elde ettiğimiz bulguların geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

Sonuç olarak, yukarıda özetlenenlerde anlaşılacağı gibi, çimlenmenin yeterli düzeyde gerçekleşmesi başarının ilk basamağını oluşturması nedeniyle kurak koşullarda daha yüksek çimlenme oranına sahip olan Eren çeşidinin tavsiye edilebileceği söylenebilir. Bununla birlikte kuraklığa tolerans indeksi değeri açısında en iyi ortalama

değere sahip olan Karadağ çeşidinin tercih sebebi olabileceği fikrini verse de, bu yüksek değere sahip olması -3 Bar kuraklık seviyesinde diğer çeşitlerden daha yüksek değere sahip olmasından kaynaklıdır. Daha yüksek dozlarda diğer çeşitlerle benzer veya daha düşük değerlere sahip olmuştur. Bu nedenle daha yüksek kuraklık seviyelerinde Eren çeşidinin daha doğru bir seçim olacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

Akıncı, İ.E. ve Çalışkan, Ü., 2010. Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. **Ekoloji,** 19(74): 164-172.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov. E., 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. **Blackwell Science Ltd, Plant, Cell and Environment,** 24(12): 1337-1344.

Almaghrabi, O.A., 2012. Impact of drought stress on germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars. **Life Science Journal,** 9(1): 590-598.

Almansouri, M., Kinet, J.M. and Lutts, S., 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum Desf.).* **Plant and Soil**, 231: 243-254.

Allchin, F.R., 1969. Early cultivated plants in India and Pakistan. (P.J. Ucko and G.W. Dimbleby, Editör). In: **The Domestication And Exploitation of Plants And Animals.** Duckworth, London.

Atış, İ., 2011. Bazı Silajlık Sorgum (*Sorghum bicolor L. Moench*) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. **Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 6 (2):58-67.

Arslan, M., 2016. Türkiye'de yem bitkileri üretiminde yaygın mürdümüğün (*Lathyrus sativus L.*) önemi ve mevcut durumu. **Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi**, 3(1): 17-23.

Avcı, S., İleri, O., Kaya, M.D., 2015. Determination of genotypic variation among sorghum cultivars for seed vigor, salt and drought stresses. Journal of Agricultural sciences, 23: 335-343.

Aydın, M., Hossein, Pour, A., Haliloğlu, K., Tosun, M., 2015. Effect of putrescine application and drought stress on germination of wheat (*Triticum aestivum L.*). **Atatürk Üniversitesi Journal of the Agricultural Faculty**, 46(1): 43-45.

Aydın, M., Pour. A. H., Tosun. M., Haliloğlu, K., 2016. Kuraklık stresi altındaki buğdayın (*Triticum aestivum L.*) fide gelişimi ve hücre bölünmesi üzerine putresin uygulamasının etkisi, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 26(3): 319-332.

Balkan, A. ve Gençtan, T., 2013. Ekmeklik buğdayda *(Triticum aestivum L.)* osmotik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 10(2): 44-52.

Bilgili, D.,2016. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. **MKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi**, 72.

Campbell, C.G., 1997. Grass pea. Lathyrus sativus L. Promoting the conversation and use of underutilized and neglected crops.18. Institute of plant genetics and crop plant research gatersleben /International **Plant Genetic Resources Institute**. Rome, Italy.

Carpıcı, E.B., Celık, N. and Bayram, G., 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays L.)* cultivars. **African Journal of Biotechnology**, 8(19): 4918-4922.

Carpita, N., Sabularse, D., Monfezinos, D., Delmer, D.P., 1979. Determination of the pore size of cell walls of living plant cells. **Science**, 205: 1144– 1147.

Çalışkan, S., Aytekin, R.İ., Çalışkan, M.E., 2017. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarında fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) çeşitlerinde tohum çimlenmesi ve fide gelişiminin etkisi. **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi,** 26 (özel sayı): 62-67.

Çalıkoğlu, M. ve Tilki, F., 2002. Orman ağacı tohumlarında çimlenme- su stresi ilişkisi. **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 52(1): 77-88.

Castroluna, A., Ruiz, O.M., Quiroga, A.M., Pedranzani, H.E., 2014. Effects of saliinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago Sativa L.***Avances en Investigación Agropecuaria,** 18(1): 39-50.

Çarpıcı, B.E. ve Erdel, B., 2015. Bazı yonca çeşitlerinde (*Medicago sativa L.)* kuraklık stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. **Derim**, 32 (2):201-210, Bursa.

Çırak, C. ve Esendal, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi**, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 21(2): 231-237.

Danneberger, T.K., Mcdonald, Jr. M.B., Geron, C.A. and Kumari, P., 1992. Rate of germination and seedling growth of perennial ryegrass seed following osmoconditioning. **HortScience** ,27(1): 28-30.

Dhanda, S.S., Sethi, G.S. and Behl, R.K., 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. **Journal of Agronomy and Crop Science,**190(1): 6-12.

Davis, P. H., 1970. Flora Of Turkey and East Aegean Islands. Edinburgh, 328-369 De Leonardis, A.M., Marone, D., Mazzucotelli, E., Neffar, F., Rizza, F., Di Fonzo, N., Cattivelli, L., Mastrangelo, A.M., 2007. Durum wheat genes up-regulated in the early phases of cold stress are modulated by drought in a developmental and genotype dependent manner. **Plant Science**,172(5):1005-1016.

Dianati Tilaki GA, Behtari B, Behtari B (2009). Effect of salt and water stress on the germination of alfalfa (*Medicago sativa* L.) seed. **Povolzhskiy Journal of Ecology**, 2: 158–164.

Ellis, R.H. and E.H. Roberts., 1980. Towards a rational basis for seed testing seed quality. In: Hebblethwaitei P., ed. Seed Production. Butterworths, London, pp.605-635.

Fallahi H.R., Fadaeian, G., Gholami, M., Daneshkhah, O., Hosseini, F.S., Aghhavani Shajari M., Samadzadeh, A., 2015. Germination response of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) and arugula (*Eruca sativa L.*) to osmotic and salinity stresses.

Farsiani, A. and Ghobadi, M.E., 2009. Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*Zea mays L.)* at germination and early seedling stages. **World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering**,3(9): 442-445.

Gheidary, S., Akhzari, D. and Pessarakli, M., 2017. Effects of salinity, drought, and priming treatments on seed germination and growth parameters of *Lathyrus sativus L.* Journal Of Plant Nutrition, 40(10): 1-23.

Gunes, A., Cicek, N., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri, E. and Guzelordu, T., 2006. Genotipic response of chickpea (Cicer arietinum L.) cultivars to drought stress implemented at pre- and postanthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency. **Plant Soil Environ**, 52:368- 376.

Gürbüz, A., Kaya, M., Divanlı Türkan, A., Kaya, G., Kaya, M.D., Çiftçi C.Y., 2009. Bazı nohut (*Cicer arietinum L.*) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin

çimlenme özelliklerine etkisi. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 22(1), 69–74.

Hamidi, H. and Safarnejad, A., (2010). Effect of drought stress on alfalfa cultivars (Medicago sativa L.) in germination stage. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences,** 8 (6): 705-709.

Jackson, M. T. and Yunus, A. G., 1984. Variation in the grass pea (*Lathyrus sativus L.*) and wild species. **Euphytica**, 33:549-559.

Karadağ, Y., 2009. Mürdümük. (R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ, Editör). İn: **Yembitkileri: Baklagil Yembitkileri (Cilt II)**, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayını, İzmir.

Kaufman, M.R., Eckard, A. N., 1971 Evolution of stress control by polyethylene. Glycols by analysis of gulation. **Plant Physiology**, 47:453-456.

Kaya, M.D., İpek, A., Öztürk, A., 2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 27: 221-227.

Kaydan, D. and Yağmur, M.,2008. Germination,seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and Nacı. **African Journal of Biotechnology,** 7(16): 2862-2868.

Khodarhmpour, Z., 2011. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn *(Zea mays L.)* hybrids. **African Journal of Biotechnology**, Cilt 10 (79): 18222-18227.

Kislev, M.E., 1989. Origins of the cultivation of Lathyrus sativus and L. cicera (*Fabaceae*). **Econ Bot**, 43:262-270.

Kökten, K., Karaköy, T., Bakoglu, A., Akçura, M., 2010. Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culinaris M.)* varieties. **Journal of Food, Agriculture & Environment,** 8(1): 140- 143.

Main, M.A.R. and Nafziger, E.D., 1994. Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. **Crop Science**, 34:169-171.

Molor, A., Khajidsuren, A., Myagmarjav, U., Vanjidorj, E., 2016. Comparative analysis of drought tolerance of *Medicago L.* plants under stressed conditions. **Mongolian of Agricultural Sciences**, 19(03): 32-40.

Muscolo, A., Sidari, M., Anastasi, U., Santonoceto, C., Maggio, A., 2014. Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes. **Journal of Plant Interactions,** 9(1): 354-363.

Mujtaba, S.M., Faisal, S., Khan, M.A., Mumtaz, S. snd Khanzada, B., 2016. Physiological studies on six wheat (Triticum Aestivum I.) genotypes for drought stress tolerance at seedling stage. **Agricultural Research & Technology: Open Access Journal**, 1(2): 1-6.

Mut, Z. ve Akay, H., 2010. Effect of seed size and drought stress on germination and seedling growth of naked oat (*Avena satıva* L.*).* **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 16:(4): 459-467.

Okçu, G., Kaya, M.D. and Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum L.*). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry,** 29: 237-242.

Pantola, S., Vibhuti, Bargalı, K. And Bargalı, S.S., 2017. Screening of three leguminous crops for drought stress tolerance at germination and seedling growth stage. **Indian Journal of Agricultural Sciences,** 87(4): 467-472.

Partheeban, C., Chandrasekhar, C.N., Jeyakumar, P., Ravikesavan, R. And Gnanam R., 2017. Effect of PEG induced drought stress on seed germination and seedling characters of maize (*Zea Mays L*.) genotypes. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, 6(5): 1095-1104.

Pratap, V. and Sharma, Y.K., 2010. Impact of osmotic stress on seed germination and seedling growth in black gram (*Phaseolus mungo*). **Journal of Environmental Biology**, 31(5): 721-726.

Petrovic, G., Jovicic, D., Nikolic, Z., Tamindzic, G., Ignjatov, M., Milosevic, D., Milosevic, B., 2016. Comparatıve study of drought and salt stress effects on germınatıon and seedlıng growth of pea. **Genetika**, 48(1): 373-381.

Piwowarczyk, B., Kaminska, I. and Rybinski, W., 2014. Influence of PEG generated osmotic stress on shoot regeneration and some biochemical parameters in *lathyrus* culture. **Czech Journal Genetic Plant Breed**, 50(2): 77-83.

Piwowarczyk, B., Tokarz, Krzysztof, K., Makowski, W., Lukasiewicz, A., 2017. Different acclimatization mechanisms of two grass pea cultivars to osmotic stress in in vitro culture. Acta Physiol Plant,39:96.

Rong-hua, L., Pei-guo, G., Baum, M.i Grando, S. and Cecarelli, S., 2006. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. **Agricultural Sciences in China,** 5(10): 751-757.

Saxena, N.P., Johansen, C., Saxena, M.C., Silim, S.N., 1993. Selection for drought and salinity tolerance in cool-season food legumes (K.B. Singh and M.C. Saxena, Editör.). In: **Breeding for stres tolerance in cool-season food legumes**. United Kingdom, p.245-270.

Swathi, L., Reddy, D.M., Sudhakar, P. And Vineela, V., 2017. Screening of mungbean (*Vigna Radiata L. Wilczek*) genotypes against water stress mediated through polyethylene glycol. **International Journal of Current Microbiology and Applied Science**. 6(10): 2524-2531.

Szira, F., Balint, A. F., Börner, A., Galiba, G., 2008. Eveluation of drought-related traits and screening methods at different development stages in spring barley. **Journal of Agronomy & Crop Science**, 194: 334-342.

Tekele-Haimanot, R., Kidane, Y., Wuhib, E., Kalissa, A., Alemu, T., Zein, Z.A., Spencer, P.S., 1990. Lathyrism in rural Northwestern Ethiopia: a highly prevalent neurotoxic disorder. Int. J. Epidemiol. 19, 664–672.

Tutin, T. G., 1981. **Flora of Europea**. Vol.2,Cambridge Univ. Pres, 136-145. Uğur, Ö., 2015. Kuraklık stresinin arpada ilk gelişme dönemi üzerine etkileri. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Yüksek lisans tezi**,72.(Yayınlanmamış)

Van der Berg, L. ve Zeng, Y.J., 2006. Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. **South African Journal of Botany**, 72:284-286.

Vibhuti, Shahi, C., Bargalı, K. And Bargalı, S.S., 2014. Seed germination and seedling growth parameters of rice (*Oryza sativa*) varieties as affected by salt and water stress. Indian Hournal of Agricultural Sciences, 85(1): 102-108.

Wang, Y.R., Yu, L., Nan, Z.B. and Liu, Y.L., 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. **Crop Science**. 44(2), 535-541.

Yağmur, M. and Kaydan, D., 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. **African Journal of Biotechnology,** 7(13): 2156-2162.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1993 yılında Mersin'de doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Mersin'de tamamladı. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. 2015 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı.