



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL GENETİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KURAKLIĞA TOLERANSLI PATATES ISLAH HATLARININ *IN VITRO*
KOŞULLARDA SELEKSİYONU

ALİ ONARAN

Temmuz 2017

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL GENETİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KURAKLIĞA TOLERANSLI PATATES ISLAH HATLARININ *IN VITRO*
KOŞULLARDA SELEKSİYONU

ALİ ONARAN

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

Temmuz 2017

Ali Onaran tarafından **Prof. Dr. Mehmet Emin Çalışkan** danışmanlığında hazırlanan **“Kuraklığa toleranslı patates ıslah hatlarının *in vitro* koşullarda seleksiyonu”** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Genetik Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

: Prof. Dr. Halis Arıoğlu (Çukurova Üniversitesi)

Üye

: Prof. Dr. Mehmet Emin Çalışkan (Ömer Halisdemir Üniversitesi)

Üye

: Yrd. Doç. Dr. Ufuk Demirel (Ömer Halisdemir Üniversitesi)

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 30/06/2017 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/...../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Ali ONARAN

ÖZET

KURAKLIĞA TOLERANSLI PATATES ISLAH HATLARININ *İN VİTRO* KOŞULLARDA SELEKSİYONU

ONARAN, Ali

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Genetik Mühendisliği

Danışman

: Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

Temmuz 2017, 57 sayfa

Son yıllarda ülkemizin birçok bölgesinde kuraklık riski artmakta ve tarımsal üretiminin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu nedenle tüm bitki türlerinde kuraklığa toleranslı çeşitlerin ıslahı büyük önem kazanmaktadır. Patates bitkisi kuraklığa oldukça hassas olup, sulamanın yetersiz olması durumunda yumru verimi ve kalitesi önemli düzeyde azalmaktadır. Bu tezde, toplam 17 adet patates çeşit ve genotiplerinin kuraklığa toleransları *in vitro* koşullarda test edilmiş ve böylece kuraklığa toleranslı sayılabilecek ıslah hatları değerlendirilmiştir. Kontrol ve kurak (PEG6000) ortam koşullarında yapılan çalışmada, kuraklığa dayanıklılığın belirlenmesinde morfolojik özellikler dikkate alınmıştır. Denemede kuraklık uygulaması ana faktör, çeşitler alt faktör olacak şekilde tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde her bir çeşit/genotip için 2 adet kültür kabı kullanılmıştır. Daha sonra bitkicikler sekiz hafta süreyle büyümeye alınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, Patates çeşit ve genotiplerinde kuraklık hassasiyet indeksine (KHİ) göre, en dayanıklı olanlar Cip396286.6, (0.254), Konsul (0.313) ve MUT46 (0.333) olarak tespit edilirken en hassas olanlar ise Megusta (1.490), 060147 (1.411), 072887 (1.235) ve MUT49 (1.117) olduğu belirlenmiştir. Analizler sonucunda, tüm patates genotiplerinin kuraklık karşısında aynı toleransı göstermediği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: patates, kuraklık, stres, *in vitro*, tolerans

SUMMARY

SELECTION OF DROUGHT TOLERANT POTATO BREEDING LINES UNDER *IN VITRO* CONDITIONS ONARAN, Ali

Niğde Ömer Halisdemir University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Genetic Engineering

Supervisor ; Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN

July 2017, 57 pages

During recent years, the risk of drought has increased in many regions of the country and threatens the sustainability of agricultural production. Therefore, the subject of breeding of drought-tolerant varieties has gained importance in all plant species. Potato plant is very sensitive against drought, under inadequate water supply results a considerable decrease in tuber yield and quality. In the present study a total of 17 genotypes and varieties including, The morphological characteristics were targeted while studying the effects drought on plants under drought (PEG 6000) and control conditions. The experiment was conducted with four replicaiton under complete randamized block design. Two generation cycles for each variety/ genotype were developed to have sufficent number of plants for conducting drought expermients. According to drought sensitivity index (DSI), Cip396286.6 (0.254), Konsul (0.313) and MUT46 (0.333) were evaluated as resistant, whereas, Megusta (1.490), 060147 (1.411), 072887 (1.235) and MUT49 (1.117) were evaluated as sciptiable potato varities and genotypes. It was conclded that tested potato varities and cultivars showed variable results towards teted drought tolerance experiment.

Keywords: drought, *in vitro*, potato, stress, tolerance

ÖN SÖZ

Yükseköğrenimim sırasında ve bu tezin konusunun belirlenmesinde, çalışmalarımın yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Emin Çalışkan’a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez materyallerinin temini ve tez çalışmalarımın yapılması aşamasında yardımcı olan Niğde Patates Araştırma Enstitüsü dönem müdürü Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Hüseyin ONARAN ve laboratuvar çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yapım ve yazım aşamasında yardımını esirgemeyen arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Hasibe YILDIZ’ a, tezimin yapım aşamasında yardımcı olan arkadaşım Onur KARACA, Ziraat Yüksek Mühendisi Yakup SALGUT’ a ve her zaman yanımda olup maddi manevi destek olan annem Habibe ONARAN ve babam Hüseyin ONARAN’ a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ.....	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR	xii
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II GENEL BİLGİLER.....	5
2.1 Patatesin Kuraklığa Tepkileri	5
2.2 Patates Islahında Kuraklığa Toleranslı Islah Hattı ve Çeşit Seçimi	7
2.3 <i>in vitro</i> ortamda seçim tekniği	8
BÖLÜM III MATERYAL VE METOT.....	14
3.1 Materyal	14
3.2 Metod	15
3.2.1 Kültür ortamı	15
3.2.2 Kültür ortamı hazırlığı.....	16
3.2.3 Meristem kültürü	18
3.2.4 Boğum kültürü.....	18
3.2.5 Kuraklık stresi denemesinin kurulması	19
3.2.6 İncelenen özellikler	21
3.2.7 Verilerin istatistiksel analizi	23
BÖLÜM IV BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1 Kök Uzunluğu (cm) :	25
4.2 Sürgün Uzunluğu (cm) :	27
4.3 Bitki Başına Yaprak Sayısı (adet/ bitki) :	30
4.4 Bitki Başına Boğum Sayısı (adet/ bitki) :	32
4.5 Bitki Sürgün Yaş Ağırlığı (g/ bitki) :	34
4.6 Bitki Sürgün Kuru Ağırlığı (g/ bitki) :	36

4.7 Bitki Kök Yaş Ağırlığı (g/ bitki) :	38
4.8 Bitki Kök Kuru Ağırlığı (g/ bitki) :	40
4.9 Bitki Toplam Kuru Ağırlığı (g/ bitki) :	43
4.10 Kuraklık hassasiyet indeksi (KHİ).....	45
4.11 Kuraklık Tolerans İndeksi (KTI)	46
BÖLÜM V SONUÇ	48
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	57



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Tez çalışmasında kullanılacak patates ıslah hatları ve pedigrileri.....	14
Çizelge 3.2. Patates meristem ve boğum kültürü için kullanılan temel besin ortamı için hazırlanan stok solüsyonlar	17
Çizelge 3.3. Farklı kültür ortamları için temel MS ortamına eklenen büyüme düzenleyicileri	17
Çizelge 4.1. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde kök uzunluğu üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.2. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates çeşit ve genotiplerinde sürgün uzunluğu üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.3. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde yaprak sayısı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçlar	30
Çizelge 4.4. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde nod sayısı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.5. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde sürgün yaş ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları... ..	34
Çizelge 4.6. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde sürgün kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları... ..	37
Çizelge 4.7. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde kök yaş ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.8. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde kök kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.9. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde bitki toplam kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları... ..	43
Çizelge 4.10. Kuraklık hassasiyet indeksine göre çeşit ve genotiplerin sıralanması.....	46
Çizelge 4.11 Kuraklık tolerans indeksine göre çeşit ve genotiplerin sıralanması	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. 0.010 M PEG6000' in hassas terazide tartımı	16
Şekil 3.2. Ortamların hazırlanması ve boğum kültürü çalışmalarından görüntüler.....	19
Şekil 3.3. Kültür kaplarına aktarılan boğumlar.....	20
Şekil 3.4. İklim odasındaki bitki büyümesi	20
Şekil 3.5. <i>İn vitro</i> ortamında büyüme dönemini doldurmuş bitkiler	21
Şekil 3.6. Bitkilerin büyütme ortamından ölçüm için çıkarılma işlemi.....	21
Şekil 3.7. 12.11.20 Genotipinin normal büyüme ortamı ve kuraklık stresi altındaki gelişimi.....	24
Şekil 3.8. Mut 113' ün normal büyüme ortamı ve kuraklık stresi altındaki gelişimi	24
Şekil 4.1. Kök uzunluğu ölçüm çalışmaları	26
Şekil 4.2. Kontrol ve su stresi ortamlarında ortalama kök uzunluğunun grafiklerle gösterimi	27
Şekil 4.3. Kontrol ve su stresi ortamlarında ortalama sürgün uzunluğunun grafiklerle gösterimi	29
Şekil 4.4. Sürgün uzunluğu ölçüm işlemi	29
Şekil 4.5. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama yaprak sayısının grafiklerle gösterimi	31
Şekil 4.6. Yaprak sayım işlemi	32
Şekil 4.7. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama nod sayısının grafiklerle gösterimi	33
Şekil 4.8. Nod sayım işlemi.....	34
Şekil 4.9. Sürgün yaş ağırlığının hassas terazide ölçümü.....	35
Şekil 4.10. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama sürgün yaş ağırlığının grafiklerle gösterimi	36
Şekil 4.11. Sürgün kuru ağırlığının hassas terazide tartım işlemi	37
Şekil 4.12. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama sürgün kuru ağırlığı grafiklerle gösterimi	38
Şekil 4.13. Kök yaş ağırlığı tartım işlemi	39
Şekil 4.14. Kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortamda ortalama kök yaş ağırlığının grafiklerle gösterimi	40

Şekil 4.15. Kök kuru ağırlığının hassas terazide tartımı	41
Şekil 4.16. Kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortamda ortalama kök kuru ağırlığının grafikle gösterimi	43
Şekil 4.17. Bitkilerin etüvde ki görüntüsü	44
Şekil 4.18. Kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortamda bitki toplam kuru ağırlığının grafikle gösterimi	45



SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
kg	Kilogram
mm	Milimetre
g	Gram
L	Litre
ml	Mililitre
oC	Santigrat derece
mg	Miligram
cm	Santimetre
ha	Hektar
da	Dekar
%	Yüzde
pH	pH metre
NaOH	Sodyum hidroksit
NaCl	Tuz
m ³	Metreküp
kcal	Kilokalori
kg / ha	Kilogram / Hektar
w / v	Ağırlık / Hacim
g / l	Gram / Litre
mg / l	Miligram / Litre
lüks / m ²	Lüks / Metrekare

Kısaltmalar	Açıklama
PEG	Poliethilen glikol
MS	Murasige- skoog
M	Molar
MPa	Megapaskal
Na ₂ SO ₄	Sodyum sülfat
EMS	Etil methane sülfonat
MDA	Malondialdehit
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
IAA	İndol-3- asetik asit
IBA	İndol bütirik asit
GA3	Giberallik asit

BÖLÜM I

GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.) Güney Amerika kökenli bir bitki olmakla beraber günümüzde deniz seviyesinden 4000 m yüksekliğe, 70. kuzey enleminden 50. güney enlemine kadar çok geniş bir alana yayılmış bulunmaktadır. Patatesin gen merkezi olarak; Şili' den Meksika' ya kadar uzanan alan, Peru sahilleri ve And dağları kabul edilmiştir (Anonim, 2012). Stevenson'a (1951) göre Patates, Avrupa' ya ilk defa 1570 yılında İspanyol gemicileri tarafından, 1590 yılında ise İngilizler tarafından Amerika kıtasından götürülmüştür

Ülkemize patatesin ilk olarak ne zaman ve nereden geldiği konusunda kesin bilgiler bulunmamaktadır (Şenol, 1971). Rus bilim adamı Zhukovski'ye dayanarak, Anadolu'da patatesin ilk olarak 1850'li yıllarda Sakarya nehri vadisindeki Akova'da, İstanbul Boğazının yakınlarında ve Anadolu demiryoluna yakın olan Adapazarı bölgesinde yapıldığını bildirmektedir. Patates Anadolu'daki ilk yıllarında fazla rağbet görmemiş, uzun süreler vergiden muaf tutularak ve devamlı telkinlerle üretimi yaygınlaştırılmaya çalışılmıştır. Türkiye'de patates tarımı cumhuriyetin kurulmasından sonra hızlı bir artış göstermiştir. Türkiye'de yaklaşık 164 yıllık bir geçmişi bulunan patates, üretimi, sanayisi, pazarlaması ve tüketimi ile başlı başına bir sektör haline gelen önemli tarımsal ürünlerinden birisi olmuştur.

Patates; şeker kamışı, buğday, çeltik ve mısırdan sonra dünyada en çok üretimi yapılan beşinci bitki konumundadır. Dünyada 19,3 milyon ha alan içerisinde, 376 milyon ton yıllık üretimi yapılan, gıda amaçlı kültür bitkileri içerisinde ise çeltik ve buğdaydan sonra en çok üretilen üçüncü bitki konumundadır (Anonim, 2016). Türkiye de ise toplam 1.448.572 dekar patates ekim alanında 4.750.000 ton üretim yapılmaktadır (TÜİK, 2016). Patates bitkisi, uygulanan her m³ suya karşılık 5600 kcal besin enerjisi üretirken, mısır 3860 kcal, buğday 2300 kcal, çeltik ise 2000 kcal enerji üretmektedir (Renault ve Wallender, 2000). Yumruları enerji verici besin olarak kullanıldığı gibi başta dondurulmuş parmak patates ve cips olmak üzere, püre, un, nişasta, alkol ve türevlerinin üretiminde kullanılan çok önemli bir endüstri hammaddesi olarak dikkat çekmektedir (Anonim, 2009). Ayrıca pazar fiyatının düşük olduğu zamanlarda

yumruları, normal dönemlerde ise yaş veya kurumuş sürgünleri hayvan beslenmesinde de kullanılmaktadır. Bu kadar geniş bir alanda kullanılan patatesin kök sisteminin yüzlek olmasından dolayı su eksikliğinden çabuk etkilendiği ve yeterli suyun olmadığı koşullarda verim ve kalitesinde çok büyük azalmaların görüldüğü bildirilmiştir (Iwama, 2008; Levy, 1985). Bu nedenle patates çoğunlukla su stresine hassas bir bitki olarak değerlendirilmiştir (Levy vd., 2013; Monneveux vd., 2013; Schafleitner, 2009; Van Loon, 1981). Türkiye’de patatesin genellikle kumlu, geçirgen topraklarda yetiştirilmesi nedeniyle sık sulanması gerekmektedir. Patates sulamasında çoğunlukla yeraltı su kaynakları kullanıldığından dolayı sulama için yüksek miktarda enerji harcanmaktadır. Bu nedenlerden dolayı sulama, en önemli üretim giderlerinden birisini oluşturmaktadır. Ayrıca, bu şekilde yüksek su tüketimi, ülkemizdeki su kaynaklarının azalmasına yol açarak tarımsal üretimimizin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir (Çalışkan vd., 2010).

Isendahl ve Schmidt (2006) yayınlanan istatistiklere göre, 2000 yılında dünyadaki kuraklıktan etkilenen arazilerin yüzdesinin, 1970’lerin iki katı kadar olduğunu söylemişlerdir (Isendahl ve Schmidt, 2006). Bu oranın günümüzde daha da fazla artacağını belirtmiştir. Kuraklığın patates üretimine etkisinin büyüklüğü, kuraklığın meydana geldiği zamana, kuraklığın süresine, şiddetine ve bitki gelişim dönemine bağlıdır. Her bir mm su kısıtlaması sonucu ortalama yumru veriminde 117 kg/ha verim düşüşü meydana geldiği tahmin edilmektedir (Vos ve Groenwold, 1988). Bu nedenden dolayı son yıllarda patatesteki etkili su yönetimi ve kuraklığa toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi gibi konularında çok fazla çalışma yapılmaktadır (Levy ve Tai, 2013; Monneveux vd., 2013; Schafleitner, 2009).

Patatesin kuraklığa yüksek düzeyde hassas olmasından dolayı ve tüm dünyada su kaynaklarındaki azalma eğilimine bağlı olarak, Oregon’un yarı-kurak koşullarına sahip bölümünde, patatesteki buharlaşmanın %100’ü, %70’i ve %50’si olacak şekilde üç farklı sulama uygulaması yapılmış ve araştırmanın sonucunda, kısıtlı sulama koşullarında hem toplam yumru veriminde kayıplar meydana geldiğini belirlemişlerdir. Aynı zamanda çiftçilerin karının azaldığını hesaplamışlardır. Uygun çeşitler ve sulama stratejileri kullanılarak bir miktar su sıkıntısı uygulanabileceği, ancak su sıkıntısının %30’dan daha fazla olması durumunda verim kaybının yüksek olacağı ortaya konulmuştur. Diğer bir araştırmada ise, kuraklık toleransı için, sürekli ve doğrusal bir nem gradyanı yaratan hat kaynağı yağmurlama sulama tekniği kuraklık stresi değerlendirmelerinin taranması için

kapsamlı bir şekilde kullanılmıştır (Levy, 1986). Ancak bu yöntem sadece sezona, mevsime ve hava değişimlerine bağlı değildir. Aynı zamanda önemli ölçüde yer, zaman, emek, donanım ve ekim malzemesi gerektiği için maliyet açısından büyük sıkıntılar oluşturmuştur. Bu yüzden su kaynaklarımızın ekonomik kullanımı ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından ülkemiz koşullarına uygun, kuraklığa toleranslı ve verim stabilitesi yüksek patates çeşitlerinin ıslah edilerek üretim sistemine sokulması büyük önem taşımaktadır. Böylece su eksikliğine bağlı kuraklık nedeniyle oluşan verim kayıpları minimize edilebilecektir.

Kuraklık tolerans taraması, birçok süreç ve çevreyle olan etkileşimleri nedeniyle karmaşıktır. Kuraklığa karşı morfolojik yanıtların değerlendirilmesi, ebeveynlerin melezleme ve kuraklık toleransı ile ilişkili anahtar faktörlerin tarama testlerinin geliştirilmesi için etkin bir seçim yapılmasına katkıda bulunabilecektir. Tarla koşullarında bu morfolojik özelliklerin incelenmesi ıslah hattı sayısının fazla olmasına benzer zorluklardan dolayı güç olabilmektedir. Bu yüzden *in vitro* koşullar altında morfolojik özelliklere göre yapılacak olan seleksiyon işlemi kuraklığa tolerans açısından önemli ölçüde fikir sahibi olmamızı sağlayabilecektir.

Gopal ve Iwama (2007), yapmış oldukları çalışmada patates ıslah hatlarının kuraklığa toleranslarının *in vitro* koşullarda belirlenebileceğini göstermişlerdir. Son yıllarda doku kültürü tekniğinin stres toleranslı bitkiler geliştirmek için uygulanabilir ve düşük maliyetli bir alternatif araç olarak ortaya çıktığını da belirtmişlerdir. Bu tekniğin, belirli alan ve zaman ile kontrollü koşullar altında çalışabileceğini ortaya koymuşlardır (Gopal ve Iwama, 2007).

Sakhanokho ve Kelley (2009), yapmış oldukları çalışmada, düşük maliyetli bir laboratuvar seti kullanılarak stres toleranslı varyantların seçilmesi için potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer araştırmacılar tarafından yürütülen çeşitli çalışmalarda da patatesteki kuraklığa toleranslı genotiplerinin *in vitro* koşullarda belirlenebileceği ortaya konulmuştur (Hassanpanah, 2009; Hassanpanah, 2010; Suharjo, 2012).

Bu bilgiler ışığında yapmış olduğumuz çalışmamızın amacı da, *in vitro* koşullar altında kuraklık toleransı için patates çeşit ve ıslah hatlarının taranması ve morfolojik özelliklerine göre değerlendirilmesini sağlamaktır.



BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1 Patatesin Kuraklığa Tepkileri

Patates bitkisinin içeriğinin yaklaşık %80 i su olduğu için kuraklığa karşı tepkilerinin ölçülmesi de önem arz etmektedir. Deblonde ve Ledent (2001), patates kök boyunun kuraklığa duyarlı olduğunu ve özellikle su sıkıntısının erken başladığı durumlarda sonraki çeşitlerde etkisi daha güçlü olduğunu bildirmişlerdir (Deblonde ve Ledent, 2001). Ayrıca, yumru veriminin sap yüksekliğinden belirgin derecede yüksek olduğunu bulmuşlardır. Şiddetli su stresi bitki boyunu % 46, kök çapını % 51, toplam kuru ağırlığı % 43 ve göreceli yaprak genişmesi oranını (RLER) % 75'e kadar düşürdüğünü söylemişlerdir. Lahlou vd. (2003) yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresinin, toplam kök sayısını tarlada % 28 azalttığını söylemişlerdir (Lahlou vd., 2003).

Patates bitkisinin su eksikliğine bağlı kuraklık stresine en hassas olduğu dönem yumru oluşumu ve yumru büyütme dönemleri olduğunu söylemişlerdir (MacKerron ve Jefferies, 1988).

Ayrıca kuraklık stresinin, kuru yaprak kütlesi, yaprak alanı indeksi ve yaprak alanını azalttığını da yapmış oldukları çalışmalarında tespit etmişlerdir (Kırnak vd., 2001).

Deguchi vd. (2010), büyük kök kütlesi, yüksek hasat indeksi ve yüksek yaprak/gövde oranı ile düşük dallanma kuraklığa eğilimli ortamlarda yüksek ve istikrarlı verimlere katkıda bulunduğunu yapmış oldukları çalışmada söylemişler ayrıca sürgün kuru ağırlığının azalmasının kuraklık toleransı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Deguchi vd., 2010).

Deblonde ve Ledent (2000), çalışmalarında; orta derecede kurak koşulların hasat indeksini etkilemediğini söylemişlerdir (Deblonde ve Ledent, 2001). Jeffries ve MacKerron (1993) da şiddetli kurak koşulları altında hasat indeksinin düşük olduğunu bildirmişlerdir (Jefferies, 1993).

Yapılan bir diğ er çalışmada; birçok kurak ve yarı kurak alanların günümüzde su kıtlığına maruz kalmakta olduğu ve aynı zamanda kullanılan suyun kalitesinde de düşüş yařandđđı bildirilmiş olup bu durumun ise sulanan ve yağışla beslenen alanlarda bitkisel üretimi düşürücü etki g sterdiđđi de söylenmiştir (Kotb vd., 2000; Qi ve Luo, 2005; Turrall vd., 2011).

Shock vd. (1992), bitki büyümesinin kurak koşullarda azaldđđını ve stresle bitki başına saplar, sap başına stolonların sayısının etkilenmediđđini söylemişlerdir (Shock vd., 1992). Bu durumu ise patates bitkisinin kuraklığa karşı oluşturduğu bir adaptasyon yeteneğine bağlamışlardır.

Lahlou vd. (2003) yılında yapmış oldukları çalışmada patates bitkisinin azalan yaprak büyümesi ve hızlanan yaprak yaşlanmasının bitkinin su eksikliğine genel bir yanıtı olarak değerlendirmişler ve bu durumun su eksikliğine bağlı kuraklık stresine karşı bitkinin aldıđđı bir  nlem olduğunu bildirmişlerdir (Lahlou vd., 2003).

Shock vd. (1992), yaptıkları çalışmada, mevsimlik su stresine maruz kalma nedeniyle ve sulamanın sona ermesiyle oluşan ani, şiddetli su streslerinin pazarlanabilir yumru kaybı oluşmasına neden olduğunu söylemişlerdir (Shock vd., 1992).

Patates bitkisinin çevresel değişimlere oldukça hassas olduğu, aynı çeşitler bile farklı ekolojik koşullar altında morfolojik yapı, verim ve kalite özellikleri açısından büyük değişiklik g sterebileceđđi belirtilmiştir ( alışkan vd., 1999).

Patates bitkisinde kuraklığa karşı birçok tepki mekanizması görülmektedir. Bu durumu Jefferies (1993), yapmış olduğu çalışmada kuraklığın etkisiyle olan ilk morfolojik tepkinin yaprak boyundaki küçülmeler olduğunu söyleyip açıklamıştır (Jefferies, 1993). Bu tepkinin ise yaprak kuru madde düşüşünden daha belirgin olduğunu bildirmiştir. Ek olarak başka bir çalışmada küçük yaprak alanı ve damar yoğunluğunun fazlalıđđı gibi durumların kuraklığa dayanıklılığa katkı sağlamakta olduğu ve bunun yanında birçok türde damar yoğunluğunun maksimum fotosentez oranı ve hidrolik iletkenlik ile ilgili olduğu başka bir çalışmada söylenmiştir (Brodribb vd., 2007).

Yaprak dokularındaki su potansiyelinin ise -0,4 MPa' dan daha az olması yaprak ve yumru gelişimini engellediği, -0,2 MPa' nın altında bitkinin yaşamsal faaliyetlerinin tehlikeye girdiği bildirmişlerdir (Gandar ve Tanner, 1976).

Deguchi vd., (2010), yaptıkları çalışmada yüksek yaprak/sap oranı ve düşük dal sayısının kurak ortamlarda daha stabil ürün yetiştirmeye ve yüksek verim almaya olanak sağladığını ek olarak kullanılan çeşitler arasında kurak ve sulanan ortamlarda kuraklığa maruz kalan bitkilerin yumru veriminin % 10 - % 22 arasında azaldığını bildirmişlerdir (Deguchi vd., 2010).

2.2 Patates Islahında Kuraklığa Toleranslı Islah Hattı ve Çeşit Seçimi

Patates ıslahı denince uzun yıllar boyunca akla yumru verimin artırma, üretim için maliyet girdisini azaltma, bitki zararlılarına karşı kullanılan kimyasal uygulamasını kısma ve hasat sonrasında depo dayanımı yüksek çeşitler elde etmek için yapılan çalışmalar gelmiştir. Ancak son yıllarda küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin özellikle Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz Bölgesi, Ortadoğu, Afrika ve bazı Asya ülkeleri için kuraklığa ve yüksek sıcaklığa toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi öncelikli ıslah amaçları arasına girmiştir. Patates bitkisinde kuraklığa tolerans birçok gen tarafından kontrol edildiğinden, günümüze kadar seleksiyon markırları geliştirilememiştir. Bu yüzden bu çalışmalar tarla koşullarında kuraklık uygulaması yapılarak gerçekleştirilmektedir (Levy vd., 2013; Monneveux vd., 2013).

Hijmans (2003) tarafından yapılan tahminlere göre küresel ısınmanın patates üretimi üzerine olumsuz etkilerinin en fazla görüleceği ülkelerden birisinin de Türkiye olabileceğini söylemiştir (Hijmans, 2003).

Abiyotik stres koşullarına toleransın morfolojik, fizyolojik ve genetik mekanizmalarının anlaşılması sıcaklığa, kuraklığa ve tuzluluğa tolerant çeşitlerin ıslahını mümkün hale getirebildiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Howden vd., 2007; Reynolds, 2010).

Gopal ve Minocha (1998) yapmış oldukları çalışmalarında kuraklık toleransının kompleks olduğunu söylemişler ve kuraklığa dayanıklılığı sağlayan bazı mekanizmaların şu şekilde özetlenebileceğini bildirmişlerdir. Erkencilik, bir kaçma

mekanizmasıdır (Gopal ve Minocha, 1998). Özellikle geç dönemde kuraklık stresi yaşanan bölgelerde erken olgunlaşan bitkilerin kuraklıktan daha az etkilendiklerini ortaya koymuşlardır. Geç olgunlaşanların ise önemli derecede verim kaybettiğini söylemişler ve kök sistemleriyle topraktan daha fazla su alabilen, yaprak yoluyla daha az su kaybeden bitkilerin kök, sap ve yaprak özellikleriyle kuraklığın etkisini azaltabildiğini ve fizyolojik olarak kuraklığı tolere edebildiğini söylemişler. Aynı zamanda translokasyon kabiliyeti yüksek, toksik maddelere dayanıklı genotiplerin kurak şartlarda başarılı olabildiklerini de belirtmişlerdir.

2.3 *in vitro* ortamda seçim tekniği

Çok sayıda ıslah hattı ile çalışılması durumunda tarla koşullarında seleksiyon işleminin uygulanabilirliği ve güvenilirliği azalmakta, ıslah programının maliyeti yükselmektedir. Aynı zamanda ıslah hatlarının fizyolojik olarak iyi seçilmesi tarla koşullarında çoğu zaman zor ve meşakkatli bir iş olduğu bilinmektedir. Bu ıslah hatları ve çeşitlerin *in vitro* koşullar altında seçilmesi hem zamandan tasarruf etmeye hem de çok sayıda ıslah hattının istenilen ortamlarda seçilmesine imkân vermektedir. Kuraklığa tolerans değerlendirilmesi için *in vitro* ortam kullanılmasının daha faydalı olduğu yapılan literatür taramasından da anlaşılmıştır.

Purohit vd. (1998), seçilen faktörleri içeren bir ortamda bitki hücrelerinin, dokularının veya organlarının *in vitro* kültürü ile istenilen özelliklere sahip bitkileri seçme ve yeniden üretme fırsatı sunduğunu belirtmişlerdir (Purohit vd., 1998). Ayrıca istenilen fenotiplerin tercihli sağ kalımına ve büyümesine izin veren bazı selektif maddelerin kullanımının toleransı uyarmak için etkili bir şekilde kullanılabileceğini aktarmışlardır. Kuraklık uygulamalarında molekül ağırlıklarına göre, PEG (4000 – 8000) veya Sorbitol kullanıldığını söylemişlerdir. Kurak ortamlarda hayatta kalan bitkilerin çeşitli morfolojik özelliklerine göre seçilmek suretiyle değerlendirmeye alınabileceklerini de eklemişlerdir. Bitkilerin iklim kabinlerinde özel besin ortamları içerisinde yetiştirilmelerini sağlayan *in vitro* koşullardaki çalışmalar bu açıdan oldukça ümitvar görülmektedir.

Aazami (2010), *in vitro* koşullarda ortamın kuraklığını sağlamak amacıyla MS kültür ortamına az miktarda PEG6000 koyulmasının istenilen şartları oluşturmak için yeterli olduğunu yaptığı çalışmada ortaya koymuştur (Aazami vd., 2010).

Sakthivelu vd. (2008), kuraklığa toleranslı normal ışlahta srenin uzun olması, genotiplerin aynı anda kontrolünün zor olması vb. etkilerden dolayı *in vitro* koşullarda seleksiyonun yapılabilceğini ortaya koymuşlar ve tarla şartlarıyla farklılığın istatistiki açıdan önemli ölçüde farklı olmadığını vurgulamışlardır (Sakthivelu vd., 2008). Ayrıca *in vitro* koşullarda yapılan çalışmalar kısa zaman içerisinde evre koşullarından bağımsız olarak çok sayıda genotipin izlenebilmesine olanak sağlaması açısından avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle patatestede kuraklık konusunun yanında yüksek sıcaklık (Gopal ve Iwama, 2007) ve tuzluluk (Zhang ve Donnelly, 1997) gibi abiyotik stres koşulları ile çeşitli patojenlere (Svabova ve Lebeda, 2005) dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi amacıyla *in vitro* koşullarda çalışmalar yapılmıştır. Bu şekilde yapılan seçimlerin sağlıklı sonuçlar vereceği araştırmacılar tarafından ortaya koyulmuştur (Gopal ve Iwama, 2007; şvabov ve Lebeda, 2005; Zhang ve Donnelly, 1997).

Blum (2009) kuraklığa toleranslı çeşit ışlahının normalde melezlerin yapılması, değişik ortamlarda genotiplerin geliştirilmesi, seleksiyonu, adaptasyonunun belirlenmesi şeklinde sıralandığını söylemiştir ve bu işlemin uzun yıllar alabileceğini bildirmiştir (Blum, 2009). Ek olarak yaşanabilecek aksiliklerin bu srenin daha fazla uzamasına neden olabileceğini söylemiştir. Gopal ve Iwama (2007), ise kontrollü koşullarda çok sayıda genotipin aynı anda kontrolünün sağlanabileceğini ve bu yolla ışlah çalışmalarının hızlandırılabilceğini aktarmışlardır (Gopal ve Iwama, 2007). Farklı stres şartlarına karşı, kuraklığa tolerans, alüminyum toleransı, bor toleransı gibi çinko toleransı, hücre, doku veya bitki düzeyinde seleksiyonlarda yapılabilceğini bildirmişlerdir.

Ayrıca abiyotik stres koşulları ile çeşitli patojenlere karşı dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi amacıyla *in vitro* koşullarda çalışmalar yapılmıştır ve bu şekilde yapılan seçimlerin sağlıklı sonuçlar vereceği ortaya konmuştur (şvabov ve Lebeda, 2005).

Aazami vd. (2010), yılında; kuraklığın, bitki büyümesini ve verimliliğini sınırlayan önemli bir abiyotik faktör olduğunu söylemişlerdir (Aazami vd., 2010). Yapmış

oldukları çalışmada domatesin önemli bir sebze bitkisi olduğunu belirtmiş ve üretim altındaki alanın sulama suyu yetersizliği nedeni ile sınırlı olduğunu bildirmişlerdir. Denemelerinde dört domates çeşidi su stres koşulları altında kallus kültürüyle ve polietilen glikolün (6000) ortam içine indüklenmesiyle yetiştirilmiştir. Ortamda ki PEG varlığı çalışmadaki tüm uygulamalarda kontrole kıyasla büyüme oranını ve kuru madde içeriğini azaltmıştır. Çeşitlerin tümünde prolin seviyeleri su stresine tepki olarak artmıştır. PEG uygulamalarının arttırılması ile tüm çeşitlerde sürgün boyutları azalmıştır. PS-10 ve Peto' da sürgün oluşum sayısı Roma ve Nora çeşitlerinden daha yüksek olduğunu söylemişlerdir. Sonuç olarak domates çeşitlerinde kuraklık toleransının geliştirilmesi ve *in vitro* tarama için kullanılabileceği sonucunu çıkarmışlardır.

Albiski vd. (2012), tatlı su kaynaklarının sınırlı olduğunu ve tarımsal üretimde kullanımının daha da kısıtlanacağını söylemişlerdir (Albiski vd., 2012). Çalışmaları için kurdukları denemelerinde on sekiz adet Suriye patates hattının (*Solanum tuberosum L.*) *in vitro* koşullar altında hava ve kök gelişimini ölçerek kuraklık toleransı açısından taramasını yapmışlardır. Kuraklık stresleri MS ortamına 2, 4, 6, 8 ve % 10 (w: v) sorbitol ilave edilerek ve kontrol için % 0 ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Ortamın su potansiyeli -0,58 MPa ile -2,5 MPa arasında değişmiştir. Kültürdeki su stresleri bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemiş ve genotiplerin verdikleri yanıtlar farklılık göstermiştir. Bitki boyu, bitkinin kök kalınlığı, yaprak alanı, kök sayısı uzunluğu ve kökün kalınlığı, bitki taze ve kuru ağırlıkları ile bitki su içeriği ölçülmüştür ve hepsinin azaldığı gözlenmiştir. Kuraklığa tepki olarak kümelenme analizi yapılmış; toleranslı grup, orta derecede toleranslı grup ve duyarlı grup oluşturulmuştur. Germplasmadaki varyasyonlar patates çeşitlerinin bazı kuraklık seviyeleri altındaki üretimi için geliştirilebileceğini göstermişlerdir.

Arvin vd. (2008), 10 *Solanum tuberosum* çeşidi ve 11 *Solanum* türünü, tuza (200 mm NaCl veya 100 mm Na₂SO₄), kuraklığa (% 35 PEG), soğuğa (-4°C) ve sıcaklığa (37 °C) karşı dayanıklılıkları açısından değerlendirmişlerdir (Arvin ve Donnelly, 2010). Değerlendirme, *in vitro* bitkiciklerin ayrılmış yapraklarından elektrolit kaçığına dayanılarak yapılmıştır. Tüm stres tiplerinde *Solanum* genotipleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. *S. tuberosum* çeşitleri arasından Alfa ve Bintje' de NaCl ve PEG için stres toleransının, Agria' daki Na₂SO₄'e ve Norveç' deki sıcak ve soğuk

değişimine oranla daha büyük olduğu gözlenmiştir. Bazı yabancı türlerde tolerans seviyesi, test edilen çeşitlerle karşılaştırıldığında belirgin ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Bidabadi vd., (2012), yılında yapmış oldukları çalışmalarında, su stresinin muz üretimi için ciddi bir tehdit oluşturduğunu söylemişlerdir (Bidabadi vd., 2012). Bu nedenle, tolerans hatlarının geliştirilmesinin verimliliği artırmak için büyük değer taşıdığını bildirmişlerdir. Muzun su stres toleransını değerlendirmek için etkin bir *in vitro* tarama geliştirmeyi amaçlamışlardır. 12 EMS indüklenen çeşitlerden türemiş varyasyonlar; sürgün uçları içeren 'Berangan Intan' ve 'Berangan', üç seviyeli (10, 20 ve 30 g / L) PEG kaynaklı su stresi içeren basamaklı bir seçim prosedürüne tabi tutulmuşlardır. Su stresinde taze ağırlık artışı, sürgün gücü ve çoğalma oranı olumsuz etkilenmiştir. Azaltılmış MDA ve H₂O₂ seviyeleri ile ilişkili yaprak su kaybında belirgin bir azalma olduğu da kaydedilmiştir. Su stres tolerans hatlarında azaltılmış MDA ve H₂O₂ seviyelerinde yaprak su kaybının PEG' ye maruz bırakılan duyarlı ve mutasyona uğramamış ebeveyn hatlarına kıyasla belirgin bir azalma olduğu kaydedilmiştir. Sonuç olarak varyantların su stresine morfolojik ve fizyolojik tepkilerine göre ayırt etmede *in vitro* muz seçiminin fayda sağladığını bildirmişlerdir.

Hassanpanah (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, dört patates çeşidinden (Agria, Savalan, Satina, Caesar) alınan meristemlerden üretilen fideler, tek boğum kesimi ile çoğaltılmış ve *in vitro* koşullarda kuraklığa tolerans açısından test edilmişlerdir (Hassanpanah vd., 2008). Bu çalışmada, dört patates çeşidini dört farklı büyüme ortamında (kontrol, 1 L MS ortamına -1.5 bar PEG ilavesi, 1 L MS ortamına 1 mL potasyum humat ilavesi ve 1 L MS ortamına -1.5 bar PEG ve 1mL potasyum humat birlikte ilavesi) kültüre almışlar ve su stresine tepkilerini incelemişlerdir. Kültür ortamında 30 günlük büyütme sonrasında klorofil florometresi (OS-30p) ile yapraklarda klorofil floresans miktarı, 30-30 günlük büyütme sonrasında tüm organlarda (yaprak, gövde ve kök) nitrat redüktaz aktivitesi (NRA) ölçümleri yapmışlardır. Ayrıca aynı çeşitleri sera ortamında da yetiştirerek kuraklık stresine tepkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, her iki denemede de kuraklık stresine tolerans açısından çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir.

Hassanpanah (2009), patates çeşitlerinin kuraklık stresine tepkilerini *in vitro* ve *in vivo* ortamda karşılaştırmak amacıyla yaptığı çalışmada, yedi farklı patates çeşidini boğum kültürü ortamına eklenen farklı PEG6000 miktarları ile oluşturduğu su stresi (0, -1, -2 ve -3 bar) ortamında yetiştirmiş, daha sonra bu bitkileri seraya aktarmıştır. Deneme sonunda gerek *in vitro* gerekse *in vivo* ortamda patates çeşitlerinin su stresine tepkilerinin önemli derecede farklı olduğunu belirlemiştir (Hassanpanah, 2009).

Imanparast ve Hassanpanah (2009), Ardabil İran 'da 7 farklı adi korunga çeşidinin *in vitro* koşullar altında kuraklık stres toleransını değerlendirmişlerdir (Imanparast ve Hassanpanah, 2009). Çalışma üç tekrarlamada iki faktörlü tamamen randomize tasarım temeline göre yapılmış olup A faktörü 5 ozmotik potansiyel seviyesi (0, -3, -6, -9 ve -12 bar) ve B faktörü 7 farklı adi korunga genotipi araştırmacı tarafından eklenmiştir (Syntetic, Mako Shoot, Osko Asfanjan, Khosro Shahr Tazekand, Osko Askandaran, Ardabil Garjan ve Ardabil Hassanbarough). Farklı ozmotik potansiyel içeren ortamlar elde etmek için PEG 6000 ve kontrol olarak saf su kullanmışlardır. Varyans analiz sonuçlarına göre kuraklık seviyeleri, genotiplerin koleoptil uzunlukları, çimlenme homojenitesi ve yüzdeleri ve özellikle farklı kuraklık seviyelerinde farklı çimlenme hızları olduğunu göstermişlerdir.

Gopal ve Iwama (2007), patatesteki kuraklık tolerans taraması için pratik ve etkili bir yöntem geliştirmek amacı ile *in vitro* ortamda gövde ve kök gelişiminin mikro tüpten türetilmiş üç farklı genotiplerin fidelerini kullanmışlardır (Gopal ve Iwama, 2007). MS ortamında sorbitol ve polietilen glikol (PEG) 'nin beş konsantrasyonunu katarak farklı su stres seviyelerini oluşturmuşlardır. Çeşitli ortamların su potansiyeli -0.80 MPa ile -2.05 MPa arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Kültürdeki su stresinde bitki büyümesi olumsuz etkilenmiştir ve genotipler yanıtları açısından farklı yanıtlar göstermişlerdir. Su potansiyelinin aynı seviyesinde, sorbitolün PEG' den daha düşük yan etkisi olduğunu gözlemlemişlerdir. Genotip $\times$ sorbitol ve genotip $\times$ PEG etkileşimleri anlamlı bulunmuştur. 0.2 M sorbitol ve 0.003 M PEG' de, IWA-1 toplam kök uzunluğu, kök hacmi ve kök kuru ağırlığı açısından IWA-3 ve IWA-5'e göre daha fazla köke sahip olduğunu söylemişlerdir. Son iki genotipin ise tüm bu karakterler için eşit oldukları görülmüştür. Patatesin belirli ve sınırlı su stres koşulları altında *in vitro* taramasının, koşulların beklenen kök kütlesi üretimine yönelik olarak genotiplerin etiyolojik olarak farklılaşmasını sağlayabileceği sonucuna varmışlardır.

Gopal vd. (1998), agronomik karakterleri belirlemek için *in vitro* seleksiyonun etkinliğini 22 patates genotipinin *in vitro* ve *in vivo* performansı arasındaki korelasyon katsayılarını araştırarak değerlendirmişlerdir (Gopal ve Minocha, 1998). Değerlendirme sekiz *in vitro* ve iki *in vivo* koşul altında gerçekleştirilmiştir. Genotipik farklılıklar *in vitro* ve koşulların tümünde çeşitli karakterler için oldukça önemli olmuştur. Hücre dışı deneylerdeki ortalama kareler, *in vivo* deneylerden çok daha düşük olduğu görülmüştür. *İn vitro* seçim, yumru renk, gövde pigmenti ve göz sayısı için oldukça etkili olmuş ve spesifik koşullar altında ortalama yumru ağırlığı, bitki sağlığı ve yeşillik yaşlanmasının orta derecede etkili bulunduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlar kuraklık toleransını değerlendirmek için *in vitro* ortamda seçilebilme olasılığı olduğunu ortaya koymuştur. Yumru verimi ve yumruların sayısı için *in vitro* seçimin etkinliği düşük veya çok düşük olmuştur. *İn vitro* seçimin verimliliğini artırmak için genotipik farklılıkların fenotiplerde daha gerçekçi bir şekilde yansıtıldığı *in vitro* koşulları taklit etmek ve saptamak belki de gerçekçi olabileceği sonucunu çıkarmışlardır.

Nistor (2009), yapmış olduğu çalışmada, kuraklığın bitkilerin büyümesinde değişikliğe neden olduğunu belirtmiştir (Nistor vd., 2010). Doku kültürü tekniğinin su stresine tolerans mekanizmasını "*in vitro*" koşullarda incelemekte kullanılabildiğini de bildirmiştir. Su stresini taklit etmek için PEG' in kullanılabildiğini söylemiş ve etkisini NIRDPSB Brasov üzerinde incelemiştir. PEG ile oluşturulan ortamdaki Roman çeşitlerinde bitkiciklerin büyümesi ve bitkicik başına yaprak sayısını gözlemlemiş ve "*in vitro*" koşullarda 2 farklı ortamda farklı sonuçlar gözlemlemiştir. PEG eklenen grupta değerler daha düşük bulunmuştur.

Manoj vd., (2011), biyotik ve abiyotik stresin tarım için büyük bir tehdit oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Strese dirençli bitki geliştirme çabaları, ekin verimliliğini artırmak için büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda doku kültürü tabanlı *in vitro* seleksiyonun stres toleranslı bitkiler geliştirmek için uygulanabilir ve düşük maliyetli bir araç olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. Biyotik ve abiyotik streslere karşı tolerans gösteren bitkiler, NaCl (tuz toleransı için), PEG veya manitol (kuraklık toleransı için) ve patojen kültür filtratı, fitotoksin veya patojenin kendisi (hastalık direnci için) gibi seçici maddelerin uygulanmasıyla kültür ortamları elde edilebileceğini söylemişlerdir.

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Tez çalışmasında materyal olarak Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Tarımsal Genetik Mühendisliği Bölümünde geliştirilen 2 ıslah hattı, Patates Araştırma Enstitüsünde geliştirilen 10 adet ıslah hattı, Peru’da bulunan Uluslararası Patates Merkezi’nden temin edilen 2 adet genotip ve 3 adet tescilli çeşit olmak üzere toplam 17 patates genotipi kullanılmıştır. Tez çalışmasında kullanılan genotiplerin listesi Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tez çalışmasında kullanılacak patates ıslah hatları ve pedigrileri

No	Genotip	Orijini	Pedigrisi
1	AGRIA	Almanya, ticari çeşit	Quarta x Semlo
2	CIP396286.6	Uluslararası Patates Merkezi	TXY.3 x I-1039
3	CIP396286.7	Uluslararası Patates Merkezi	TXY.3 x I-1039
4	FATİH	Patates Araştırma Enstitüsü	Granola x Soleia
5	KONSUL	Almanya, ticari çeşit	Cosmos x Konst 81-820
6	060147 (Cağlı)	Patates Araştırma Enstitüsü	Granola x Heincul
7	MEÇ0704.12	ÖHÜ-Tarımsal Genetik Müh.	Provento x Hermes
8	MEÇ0712.23	ÖHÜ-Tarımsal Genetik Müh.	Granola x Hermes
9	072682	Patates Araştırma Enstitüsü	Desiree x Marfona
10	072887	Patates Araştırma Enstitüsü	Atlantic x Granola
11	090101	Patates Araştırma Enstitüsü	Cycloon x Soleia
12	121120	Patates Araştırma Enstitüsü	Megusta x Granola
13	MEGUSTA	Almanya, ticari çeşit	Laura x 1687-09
14	MUT113	Patates Araştırma Enstitüsü	Marfona çeşidinden mutasyonla geliştirilmiştir.
15	MUT46	Patates Araştırma Enstitüsü	Marfona çeşidinden mutasyonla geliştirilmiştir.
16	MUT49	Patates Araştırma Enstitüsü	Marfona çeşidinden mutasyonla geliştirilmiştir.
17	MUT655	Patates Araştırma Enstitüsü	Marfona çeşidinden mutasyonla geliştirilmiştir.

3.2 Metod

Tez çalışmasında kullanılan genotiplerden MEÇ0704.12 ve MEÇ0712.23 dışındaki genotipler Patates Araştırma Enstitüsünde bulunan stok *in vitro* bitkileri kullanılmıştır. MEÇ0704.12 ve MEÇ0712.23 kodlu ıslah hatlarında ise ilk olarak meristem kültürü ile hastaliksız *in vitro* bitkiler elde edilmiştir. Daha sonra elde edilen bu bitkilerle birlikte hali hazırda iklimlendirme odasında bulunan diğer genotipler, boğum kültürü yoluyla yeterli sayıda çoğaltılarak denemeye alınmışlardır. Meristem ve boğum kültürü amacıyla kullanılan ortamların içeriği ve hazırlanışı aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1 Kültür ortamı

Bu çalışmada temel ortam olarak Murashige ve Skoog' un (1962) inorganik tuzları, vitamin ve amino asitler içeren standart MS ortamı kullanılmıştır (Çizelge 3.2). Meristem kültürü amacıyla standart MS ortamı içerisine bitki büyüme düzenleyicilerden 0,1 mg/l IAA, 0,1 mg/l Kinetin ve 0,1 mg/l GA₃ eklenmiştir. Boğum kültürü çalışmalarında ise standart MS ortamı içerisine 2 mg/l IBA eklenmiştir (Çizelge 3.3).

Patates genotiplerinin kuraklığa toleranslarının *in vitro* koşullarda belirlenmesi amacıyla bazı küçük değişiklikler yapılarak Gopal ve Iwama (2007) tarafından önerilen besi ortamı kullanılmıştır (Gopal ve Iwama, 2007). Gopal ve Iwama (2007) tarafından yürütülen çalışmada kuraklık ortamı yaratmak amacıyla PEG8000 kullanılmış, ancak bu kimyasalın temin edilememesi nedeniyle tez çalışmasında PEG6000 kullanılmıştır (Şekil 3.1). Her ortamdaki konsantrasyonu aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu amaçla 30 g/l şeker (sakkaroz) ve 7 g/l agar içeren standart MS ortamına 0,006 M PEG8000 ilavesi yerine eş değerinde 0,010 M PEG6000 ilavesi yapılarak ortamın pH'sı 5.7 ye ayarlanmıştır. Kontrol uygulaması olarak PEG6000 içermeyen MS ortamı kullanılmıştır.



Şekil 3.1. 0.010 M PEG6000' in hassas terazide tartımı

3.2.2 Kültür ortamı hazırlığı

Standart MS ortamında belirtilen miktarlarda besin elementleri ile organik bileşenler ve büyüme düzenleyicileri tartılarak 100 ml'lik stok çözeltiler hazırlanmıştır. 1 litrelik besin ortamı hazırlanırken Çizelge 3.2' de belirtilen stok çözeltilerin her birinden pipetle 5 ml alınarak 30 g sakaroz ilave edilmiş sonrasında hazırlanan çözeltinin pH' sı 5.7' ye ayarlanmıştır. Besi ortamının hacmini distile su ile 1 l ye tamamladıktan sonra besin ortamına 6 g agar eklenmiş çözelti su banyosunda 30-40 dakika eritilmiştir. Homojen hale gelen ortam 2,5 cm çapındaki deney tüplerine içerisine 8 ml olacak şekilde konulmuştur. Daha sonra tüplerin ağızları kapatılarak steril olması için otoklavda 121°C' de 1 atmosfer basınç altında tutulmuş ve sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır.

Çizelge 3.2. Patates meristem ve boğum kültürü için kullanılan temel besin ortamı için hazırlanan stok solüsyonlar

Kimyasal maddeler	MS (1962) mg/L	Stok solüsyonlar için alınan miktarlar /L	1Litre için alınan miktar	Stok numaraları
NH ₃ NO ₃	1650	33g + 100ml distile su	5 ml	Stok-1
KNO ₃	1900	38 g + 100ml distile su	5 ml	
MnSO ₄ 7H ₂ O	370	7.4g + 100ml distile su	5 ml	Stok-2
MnSO ₄ 4H ₂ O	22.3	0.446g + 100ml distile su	5 ml	
ZnSO ₄ 7H ₂ O	8.6	0.172g + 100ml distile su	5 ml	
CuSO ₄ 5H ₂ O	0.025	0.5 g + 100ml distile su	5 ml	
H ₃ BO ₂	6.2	0.124 g + 100ml distile su	5 ml	Stok-3
KH ₂ PO ₄	170	3.4 g + 100ml distile su	5 ml	
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	0.25	0.005 g + 100ml distile su	5 ml	
CaCl ₂ 2H ₂ O	440	8.8 g + 100ml distile su	5 ml	Stok-4
KI	100	0.0166 g + 100ml distile su	5 ml	Stok-5
CoCl ₂ 6H ₂ O	0.075	0.5 mg + 100ml distile su	5 ml	Stok-6
Inositol	100	2 g + 100ml distile su	5 ml	Stok-7
Titriplex	7.46	0.746 g + 100ml distile su	5 ml	Stok-8
FeSO ₄ 7H ₂ O	5.58	0.558 g + 100ml distile su	5 ml	
Nicotinic asid	0.5	10 mg + 100ml distile su	5 ml	Stok-9
Pyridoksin HCL	0.5	10 mg + 100ml distile su	5 ml	
Thiamin HCL	0.1	2 mg + 100ml distile su	5 ml	

Çizelge 3.3. Farklı kültür ortamları için temel MS ortamına eklenen büyüme düzenleyicileri

	Meristem Kültürü (MS 1)	Boğum Kültürü (MS 2)	Kuraklık Tolerans Testi (MS 3)	Kontrol (MS 4)
IAA (mg/lt)	0,1	-	-	-
IBA (mg/lt)	-	2,0	-	-
GA ₃ (mg/lt)	0,1	-	-	-
Kinetin (mg/lt)	0,1	-	-	-
Sakaroz (g/lt)	30	20	30	30
Agar (g/lt)	6	6	7	7
PEG6000 g/lt	-	-	64 g	-
pH	5,7	5,7	5,7	5,7

3.2.3 Meristem kültürü

Meristem kültürü için MEÇ0704.12 ve MEÇ0712.23 hatlarına ait 10'ar adet yumru yüzey sterilizasyonu işlemine tabi tutulmuştur. Sterilizasyon amacıyla önce yumrular çeşme suyunda yıkanmış ve ardından % 70 lik etil alkol ile 5 dakika, daha sonra %10'luk sodyum hipoklorit çözeltisinde 3 dakika süre ile sterilize edilmiştir. Sterilizasyon işleminden sonra yumrular üç kez steril distile su ile yıkanmıştır. Daha sonra yumrular sürgün oluşturmak amacıyla 20 °C'de karanlıkta depolanmıştır. Yumru üzerinde 1-1.5 cm uzunluğunda sürgünlerin oluşmasından sonra steril kabin içerisinde mikroskop altında her ıslah hattından 20'şer adet meristem ucu (<0,5 mm) kesiti alınarak Çizelge 3.2'de içeriği verilen MS1 ortamında kültüre alınmıştır. Daha sonra içerisinde meristemler bulunan tüpler iklim dolabında 23 °C' de, 3000 lüx/m² ışık şiddetinde 16 saat gün uzunluğunda büyümeye alınmıştır (Yıldırım ve Tugay, 2002).

3.2.4 Boğum kültürü

Meristem kültürü ortamında gelişen MEÇ0704.12 ve MEÇ0712.23 bitkileri steril kabin içerisinde tüplerden çıkarılarak her birisinden 3-4 adet boğum kesiti alınmış ve yeteri kadar bitki elde etmek amacıyla hali hazırda iklimlendirme odasında bekleyen diğer genotiplerle beraber alt kültüre nodal çoğaltıma alınmıştır. Nodal çoğaltımda besiyeri olarak Çizelge 3.2'de içeriği verilen MS2 ortamı kullanılmıştır. Bitki çoğaltımı amacıyla 70 ml steril MS2 ortamı içeren kültür kaplara 5'er adet boğum dikilmiştir (Şekil 3.2).

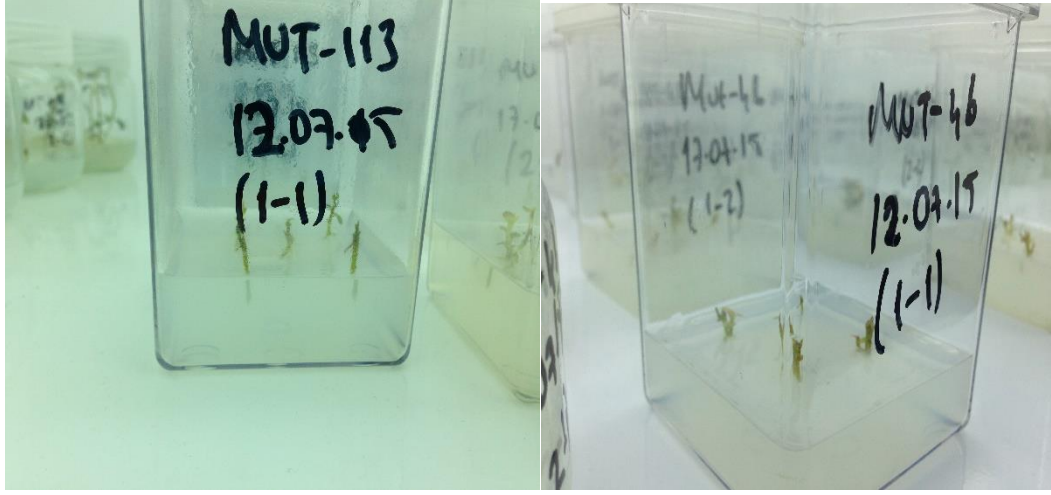


Şekil 3.2. Ortamların hazırlanması ve boğum kültürü çalışmalarından görüntüler.

Boğumların yerleştirildiği kavanozlar daha sonra iklim dolabında 23 °C’de, 3000 lüx/m² ışık şiddetinde 16 saat gün uzunluğunda büyümeye alınmıştır. Bu şekilde 4-5 haftalık kültür süreci sonunda 5-6 boğumlu hale gelen bitkicikler tekrar boğumlarına ayrılarak kültüre alınmış ve tez çalışma için yeterli bitki elde edilene kadar bu çoğaltımlar tekrarlanmıştır. Yeterli sayıda bitkinin elde edilmesinden sonra bitkiler kuraklığa toleranslarının taranması amacıyla 0,010 M PEG6000 içeren MS3 ve PEG içermeyen MS4 ortamına aktarılmıştır.

3.2.5 Kuraklık stresi denemesinin kurulması

Patates genotiplerinin kuraklığa toleranslarının *in vitro* ortamda belirlenmesi amacıyla Gopal ve Iwama (2007) tarafından önerilen MS3 ve MS4 besi ortamları kullanılmıştır (Gopal ve Iwama, 2007). Bu amaçla içeriği Çizelge 3.3’de verilen, kurak uygulaması için MS3 ve kontrol uygulaması için MS4 olarak iki ayrı besi ortamı hazırlanmış ve bu ortamlar 10 cm çapında ve 15 cm boyundaki kültür ortamlarına konulmuştur. Her kültür kabına beş boğum olacak şekilde yerleştirme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.3). Daha sonra kültür ortamları 3000 lüks ışık içeren büyütme kabininde 22/16 °C gündüz/gece sıcaklık ve 16/8 saat fotoperiyod rejimi altında altı hafta süreyle büyümeye alınmıştır (Şekil 3.4).

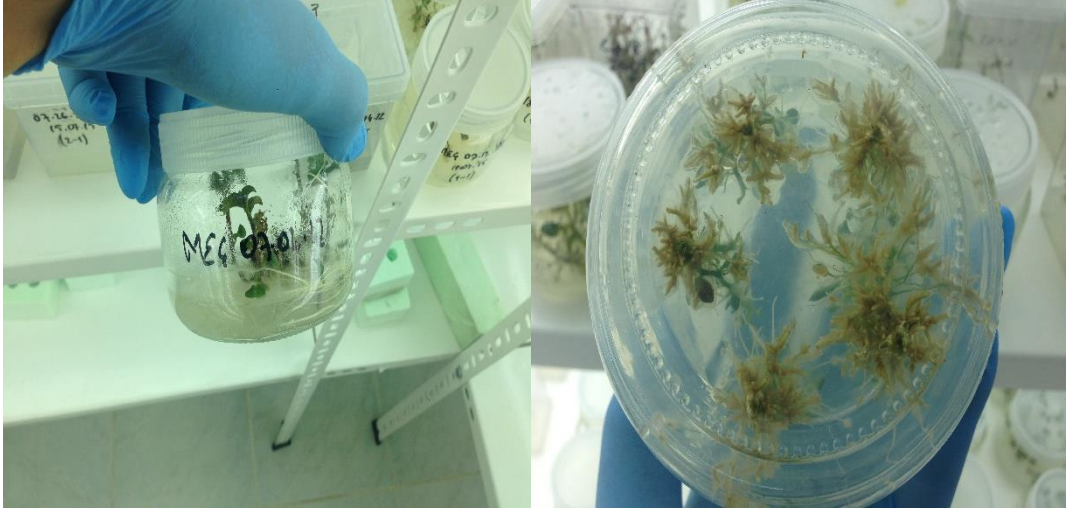


Şekil 3.3. Kültür kaplarına aktarılan boğumlar



Şekil 3.4. İklim odasındaki bitki büyümesi

Denemeler tesadüf parsellerinde iki faktörlü (kurak stresi ve genotip) faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuş, her tekerrür 2 adet kültür kabından oluşmuştur. Genel olarak altı haftalık büyüme dönemi sonunda (Şekil 3.5) her bir kültür kabındaki bitkicikler çıkarılarak tez kapsamında yapılması planlanan ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. *In vitro* ortamında büyüme dönemini doldurmuş bitkiler

3.2.6 İncelenen özellikler

Kontrol ve kuraklık stresi koşullarında *in vitro* koşullar altında iki farklı su stresi ortamında yapılan bitki üretim çalışmaları neticesinde genotiplerin kuraklığa tepkilerinin tespit edilmesi amacıyla aşağıdaki ölçümler yapılmıştır:

Sürgün uzunluğu (cm) : Her tekerrürde iki kavanozdaki büyüme dönemini dolduran tüm bitkiler iklimlendirme odasından ölçüm odasına taşınmıştır. Daha sonra kültür kaplarında bulunan bitkicikler pens yardımı ile parçalanmadan çıkarılarak, dijital kumpas yardımıyla sürgün uzunlukları ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Bitkilerin büyütme ortamından ölçüm için çıkarılma işlemi

Bitki başına boğum sayısı (adet/bitki) : Her tekerrürde bulunan iki kavanozdaki tüm bitkilerin sürgünlerindeki boğumları sayılarak ortalamaları alınmıştır.

Bitki başına yaprak sayısı (adet/bitki) : Her tekerrürde bulunan iki kavanozdaki tüm bitkilerin yaprakları sayılarak ortalamaları alınmıştır.

Kök uzunluğu (cm) : Her tekerrürde bulunan iki kavanozdaki tüm bitkilerin kök uzunlukları kumpas ile ölçülerek ortalamaları alınmıştır.

Bitki sürgün yaş ağırlığı (g/bitki) : Her tekerrürdeki bir kavanozda bulunan bitkilerin sürgünleri, besi ortamı seviyesinden kesilmiş ve besi ortamı kalıntıları distile suyla yıkanmış bitki başına sürgün yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak hesaplanmıştır.

Bitki sürgün kuru ağırlığı (g/bitki) : Her tekerrürdeki bir kavanozda bulunan bitkilerin sürgünleri, besi ortamı seviyesinden kesilerek etüvde 70°C sıcaklıkta 2 gün bekletilerek kurutulmuş ve bitki başına sürgün kuru ağırlıkları hassas terazide tartılarak hesaplanmıştır.

Bitki kök yaş ağırlığı (g/bitki) : Her tekerrürdeki bir kavanozda bulunan bitkilerin kökleri, besi ortamı seviyesinden kesilmiş besi ortamı kalıntıları distile suyla yıkanmış ve bitki başına kök yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak hesaplanmıştır.

Bitki kök kuru ağırlığı (g/bitki) : Her tekerrürdeki bir kavanozda bulunan bitkilerin kökleri, besi ortamı seviyesinden kesilerek üzerindeki besi ortamı kalıntısı temizlenmiştir. Temizlenen kök örnekleri etüvde 70°C sıcaklıkta kurutulmuş ve bitki başına sürgün kuru ağırlıkları hesaplanmıştır.

Bitki toplam kuru ağırlığı (g/bitki) : Bitkilerin sürgün ve kök kuru ağırlıkları toplanarak bitki başına toplam kuru ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

Kuraklık hassasiyet indeksi: Her bir genotip için kuraklık uygulanan ve uygulanmayan bitkilerin toplam kuru ağırlığı (BTKA) değerleri kullanılarak Fisher ve Maurer (1998) tarafından önerilen formül yardımıyla kuraklık hassasiyet indeksi hesaplanmıştır.

$$KHİ = 1 - (BTKA_s / BTKA_k) / Sİ$$

$$Sİ = 1 - (BTKA_{s0} / BTKA_{k0}) \text{ şeklinde olup,}$$

KHİ= Kuraklık Hassasiyet İndeksi

BTKA_s= Bitki Toplam Kuru Ağırlığı Kurak Ortam Çeşit ve Genotip Değerleri

BTKA_k= Bitki Toplam Kuru Ağırlığı Kontrol Ortam Çeşit ve Genotip Değerleri

Sİ= Stres İndeksi

Kuraklık tolerans indeksi: Her bir genotip için kuraklık uygulanan ve uygulanmayan bitkilerin bitki toplam kuru ağırlığı (BTKA) değerleri kullanılarak Fernandez (1992) tarafından önerilen formül yardımıyla kuraklık tolerans indeksi hesaplanmıştır (Fernandez, 1992).

$$KTİ = BTKA_s \times BTKA_k / BTKA_{k0} \text{ şeklinde olup,}$$

KTİ= Kuraklık Tolerans İndeksi

BTKA_s= Bitki Toplam Kuru Ağırlığı Kurak Ortam Çeşit ve Genotip Değerleri

BTKA_k= Bitki Toplam Kuru Ağırlığı Kontrol Ortam Çeşit ve Genotip Değerleri

BTKA_{k0} = Bitki Toplam Kuru Ağırlığı Kontrol Ortam Çeşit ve Genotip Ortalaması

3.2.7 Verilerin istatistiksel analizi

Çalışmadan elde edilen verilere, SAS istatistik programından yararlanılarak tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizine tabi tutulan uygulamalar arasındaki farklılıklar F testine göre belirlenerek değişim katsayıları (%) hesaplanmıştır. Elde edilen ortalamalar arasındaki

farklar, SAS istatistik programında karşılaştırma testi kullanılarak % 5 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.



Şekil 3.7. 12.11.20 Genotipinin normal büyüme ortamı ve kuraklık stresi altındaki gelişimi



Şekil 3.8. Mut 113' ün normal büyüme ortamı ve kuraklık stresi altındaki gelişimi

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

Patates genotiplerinin kuraklık stresine tepkilerinin *in vitro* koşullarda incelenmesi amacıyla PEG6000 kullanılarak oluşturulan su stresi ortamında ve PEG6000 içermeyen ortamda kültüre alınan 17 genotipin büyüme performanslarının incelendiği bu tez çalışmasından elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.1 Kök Uzunluğu (cm) :

Kontrol ortamı ve 0,010 M PEG6000 içeren farklı iki ortamda denemeye alınan patates genotiplerinde ortalama kök uzunluğu açısından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda genotipler ve kuraklık uygulamaları ile kuraklık x genotip etkileşiminin kök uzunluğu üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde kök uzunluğu üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	5,7	75,6**
Kuraklık	1	134,0	1771,8**
Genotip*Kuraklık	16	4,6	61,2**
Hata	102	0,1	
Toplam	135		

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren ortamlarda yapılan çalışmada denemeye alınan patates genotiplerinin ortalama kök uzunluğu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her kültür kabı içerisinde bulunan tüm bitkilerin kökleri Şekil 4.1’de görüldüğü gibi kumpas yardımıyla ölçülerek ortalaması alınmıştır. Kontrol (PEG6000 içermeyen) ortamında genotiplerin ortalama kök uzunluğu 3.67 cm iken PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında yetiştirilen genotiplerde ortalama kök uzunluğunun önemli derecede azalma göstererek 1.69 cm olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Kök uzunluğu ölçüm çalışmaları

Su stresi sağlayan besi ortamı bütün çeşit ve genotiplerin kök uzunluklarında azalmaya neden olurken, kullanılan genotiplerin kök uzunlukları açısından besin ortamına karşı tepkilerinin de önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.2’ de görüldüğü gibi bu çalışma sonucunda kontrol ortamında en iyi kök uzunluğunun görüldüğü genotipler sırasıyla MEÇ0704.12, 07.28.87, 12.11.20, MEÇ0712.23 ve 06.01.47 olarak belirlenirken; su stresi olan ortamda ise en iyi kök uzunluğunun sırası ile 12.11.20, MUT113 ve 09.01.01 genotiplerinden elde edildiği tespit edilmiştir. Patates genotipleri arasında su stresine yanıt olarak kök uzunluğundaki en düşük azalma MUT 655 genotipinden (kontrol 2.60 cm – stres 2.54 cm) elde edilirken, en yüksek azalma MEÇ0704.12 genotipinde (kontrol 5.98 cm-stres 0.69 cm) elde edilmiştir.

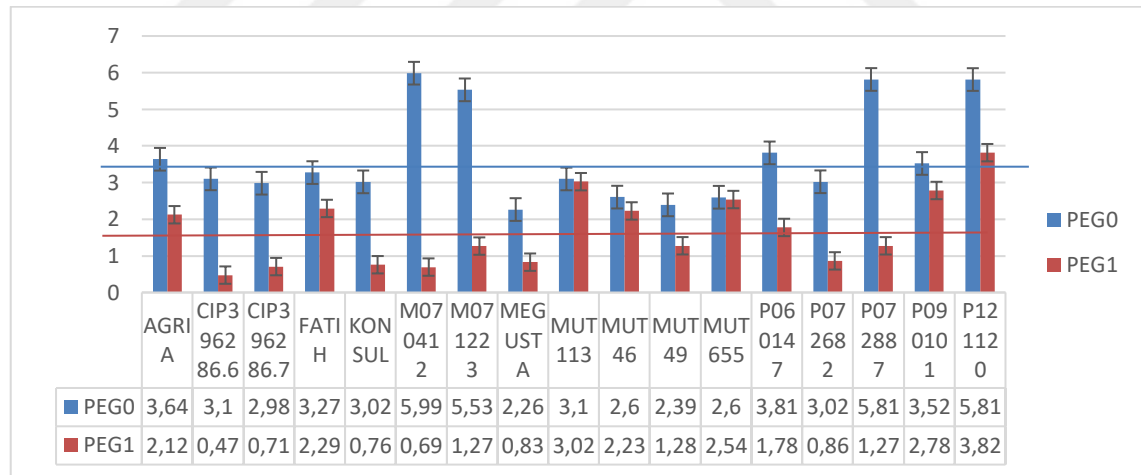
Patates genel olarak yüzlek kök sistemine sahip olduğu için kuraklık stresine hassas bir bitki olarak tanımlanmaktadır (Hassanpanah, 2010; Iwama, 2008). Bununla birlikte, patates çeşitlerinin kuraklık stresine toleransı farklılık göstermektedir (Levy, 1983; Levy, 1986; Steckel ve Gray, 1979; Susnoschi ve Shimshi, 1985).

Gopal ve Iwama (2007) tarafından yapılan benzer bir çalışmada besi ortamına PEG8000 ilavesi ile oluşturulan su stresi altında patates çeşitlerinin kök uzunlukları açısından önemli farklılıklar elde edildiği bildirilmiştir (Gopal ve Iwama, 2007). Araştırmacılar bu çalışmalarında, IWA-1 çeşidinin IWA-3 ve IWA-5 çeşitlerine göre daha fazla kök

uzunluğuna sahip olduğunu ve bu sonuçların aynı çeşitlerin tarla koşullarındaki kök uzunlukları ile benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Albiski vd., (2012), besi ortamına farklı miktarlarda sorbitol ekleyerek oluşturdukları su stresi ortamında patates genotiplerinin kuraklık stresine tepkilerini incelemişlerdir (Albiski vd., 2012). Yaptıkları çalışma sonucunda, tüm genotiplerde kuraklık stresine bağlı olarak kök uzunluğunda önemli azalma görüldüğünü ancak genotiplerin strese tepkilerinin farklı olduğunu bildirmişlerdir. SY-C.28 genotipinde su stresine bağlı kök uzunluğu azalmasının %35 düzeyinde olurken, SY-C.60 genotipinde %67 düzeyinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates genotiplerinde kök uzunluğu açısından farklılık oluştuğunu ve bu karakterlerin kuraklığa toleranslı patates ıslah programında seleksiyon ölçütü olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşmıştır.



Şekil 4.2. Kontrol ve su stresi ortamlarında ortalama kök uzunluğunun grafiklerle gösterimi

4.2 Sürgün Uzunluğu (cm) :

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren su stresi ortamlarında yapılan çalışmada patates genotiplerinde ortalama sürgün uzunluğu üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yapılan deneme

sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin sürgün uzunluğu üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates çeşit ve genotiplerinde sürgün uzunluğu üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	13,2	80,8**
Kuraklık	1	422,4	2582,0**
Genotip*Kuraklık	16	3,3	20,2**
Hata	102	0,2	
Toplam	135		

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren su stresi oluşturulan ortamlarda yapılan çalışmada denemeye alınan patates çeşit ve genotiplerinin ortalama sürgün uzunluğu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her kültür kabı içerisinde elde edilen tüm bitki sürgün uzunlukları Şekil 4.4’de görüldüğü gibi kumpas yardımıyla ölçümü yapılarak ortalaması alınmıştır. Kontrol yetiştirme ortamında çeşit ve genotiplerin ortalama sürgün uzunluğu 6.51 cm iken; kurak ortam da yetiştirilen çeşit ve genotiplerde ortalama sürgün uzunluğu azalma göstererek 2.98 cm olduğu tespit edilmiştir.

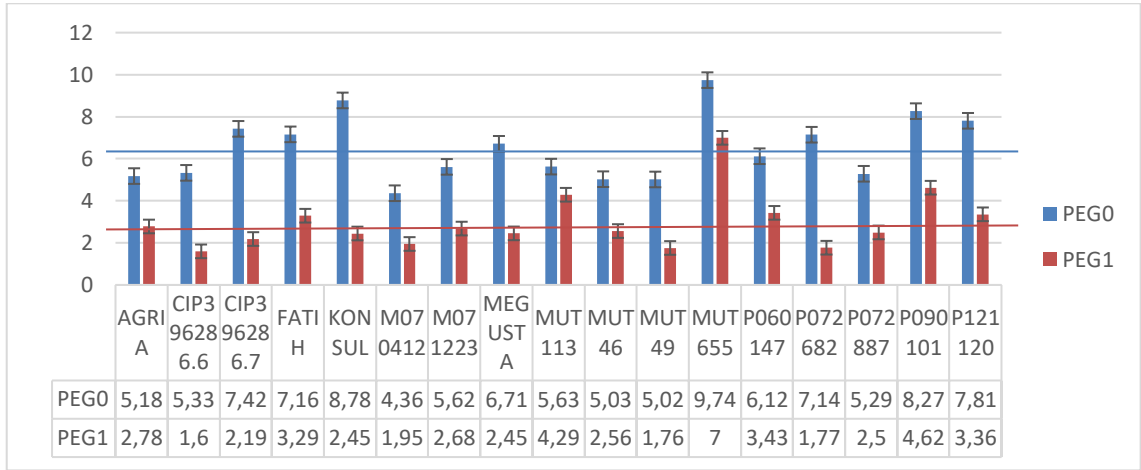
Bu çalışma sonucunda kontrol ortamında en iyi sürgün uzunluğunun görüldüğü çeşit ve genotipler sırasıyla MUT655, Konsul ve 09.01.01 olarak gözlemlenmiştir. Kurak ortamda ise en iyi sürgün uzunluğunun görüldüğü genotipler sırası ile MUT655, 09.01.01 ve MUT113 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Çalışmamızda sürgün uzunluğu arasındaki fark en az (5.62cm – 4.29 cm) MUT113 genotipinde olurken en çok fark ise (8.77 cm – 2.44 cm) Konsul çeşidinde görülmüştür (Şekil 4.3).

Aazami vd. (2010), PEG uygulamalarının artırılması ile tüm çeşitlerde sürgün uzunluklarının azaldığını söylemiştir. Bizim çalışmamızda da benzer bir sonuç elde edilmiştir (Aazami vd., 2010).

Gopal ve Iwama 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada farklı PEG konsantrasyonlarının denendiği çalışmalarında konsantrasyonla doğru orantılı olarak bitki sürgün uzunluğunun kısaldığını saptamışlardır (Gopal ve Iwama, 2007). Su stresi

karakterleri için en uygun olarak belirledikleri 0.006 M Peg 8000 ortamında IWA 1 en uzun sürgün uzunluğunu oluşturmuştur (9.2 cm). Bunu sırasıyla IWA 3 (7.5 cm) ve IWA 5 (6.5 cm) takip etmiştir.

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates genotiplerinde sürgün uzunluğu açısından farklılık oluştuğunu ve bu yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.3. Kontrol ve su stresi ortamlarında ortalama sürgün uzunluğunun grafikte gösterimi



Şekil 4.4. Sürgün uzunluğu ölçüm işlemi

4.3 Bitki Başına Yaprak Sayısı (adet/ bitki) :

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren su stresi ortamlarında yapılan çalışmada patates çeşit ve genotiplerinde ortalama yaprak sayısı üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin yaprak sayısı üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde yaprak sayısı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçlar

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	16,5	93,5**
Kuraklık	1	363,6	2059,7**
Genotip*Kuraklık	16	4,9	27,8**
Hata	102	0,2	
Toplam	135		

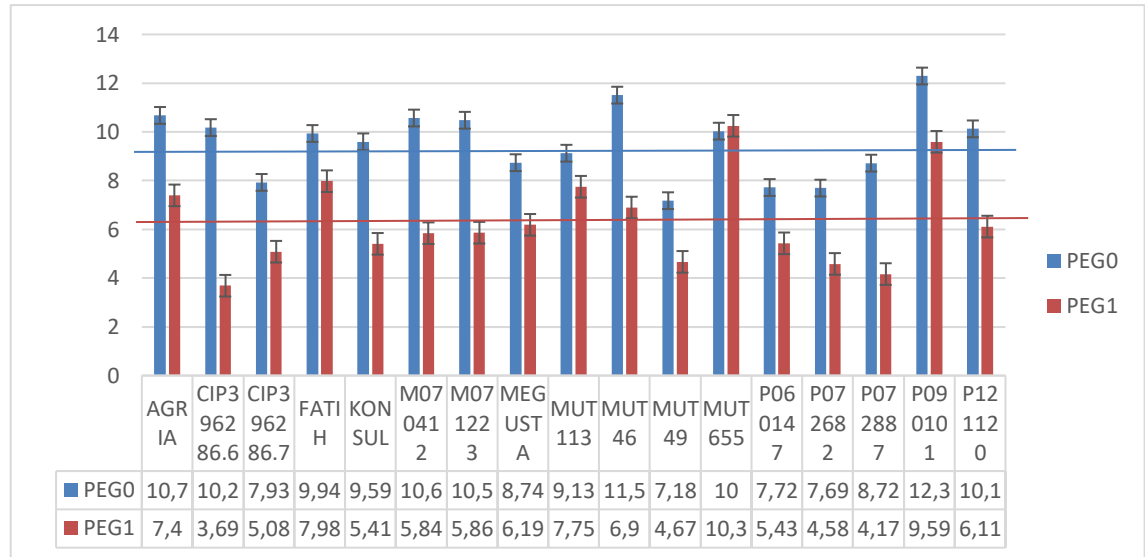
* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren su stresi ortamlarında yapılan çalışmada denemeye alınan patates genotiplerinin ortalama yaprak sayıları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her kültür kabı içerisinde elde edilen tüm bitki yaprakları sayılarak ortalaması alınmıştır (Şekil 4.6). Kontrol yetiştirme ortamı genotiplerin ortalama yaprak sayıları 9.56 (adet/ bitki) iken; kurak ortam da yetiştirilen çeşit ve genotiplerde ortalama yaprak sayıları azalma göstererek 6.29 (adet/ bitki) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda yapılan ölçümler sonucunda bitkilerdeki yaprak sayısı kontrol ve su stresli ortam olmasına göre farklılık göstermiştir. Bu çalışma sonucunda kontrol ortamında MUT655 genotipinin ortalama bitki başına yaprak sayısı kontrol ortamından (10 adet/bitki), su stresli ortamda daha fazla olmuştur (10,3 adet/bitki). Diğer çeşit ve genotiplerde su stresi olan ortamda kontrol ortamına göre azalma gözlenmiştir. En fazla yaprak sayısının görüldüğü çeşit ve genotipler P09.01.01 MUT46 ve Agria olarak sıralanmıştır. Su stresi oluşturulan ortamda ise en fazla yaprak sayısının görüldüğü genotipler sırası ile MUT655, P09.01.01 olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve su stresi içeren ortamı birbiri ile kıyasladığımızda birbirine en yakın değerin görüldüğü çeşit ve genotipler sırasıyla MUT655, MUT113 ve Fatih olmuştur (Şekil 4.5).

Deblonde ve Ledent, (2001); Tourneux vd. (2003); Lahlou ve Ledent (2005), kuraklığın bitki boy ve ağırlığını olumsuz yönde etkilediği bildirmektedir (Deblonde ve Ledent, 2001; Lahlou ve Ledent, 2005; Tourneux vd., 2003). Yapılan araştırmalar, kuraklığın ilk morfolojik etkisinin yaprak boyutunu ve sayısını azalttığını göstermiştir (MacKerron ve Jefferies, 1986).

Albiski vd. (2012) bazı genotiplerle yaptığı su stresi çalışmasında morfolojik değerlendirmelerden ortalama bitki başına yaprak sayısını kontrol ve su stresi oluşturulan ortam (% 4 sorbitol) olarak karşılaştırdığında bazı genotiplerin su stresli ortamda daha fazla bitki başına yaprak sayısına sahip olduğunu gözlemlemiştir (Albiski vd., 2012). Bunlar; Y-C.53, SYC.54, SY-C.55 ve SY-C.56 genotipleridir. Su stresli ortamda en fazla ortalama yaprak sayısındaki azalma ise, SY-C.29, SY-C.31, SYC.57, SY-C.2 ve SY-C.3 genotiplerinde olmuştur.

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates genotiplerinde yaprak sayısı açısından farklılık oluştuğunu ve bu yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.5. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama yaprak sayısının grafiklerle gösterimi



Şekil 4.6. Yaprak sayım işlemi

4.4 Bitki Başına Boğum Sayısı (adet/ bitki) :

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren su stresi oluşturulan ortamda yapılan çalışmada patates genotiplerinde ortalama nod sayısı üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin nod sayısı üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde nod sayısı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	19,2	105,0**
Kuraklık	1	242,0	1324,4**
Genotip*Kuraklık	16	3,6	19,8**
Hata	102	0,2	
Toplam	135		

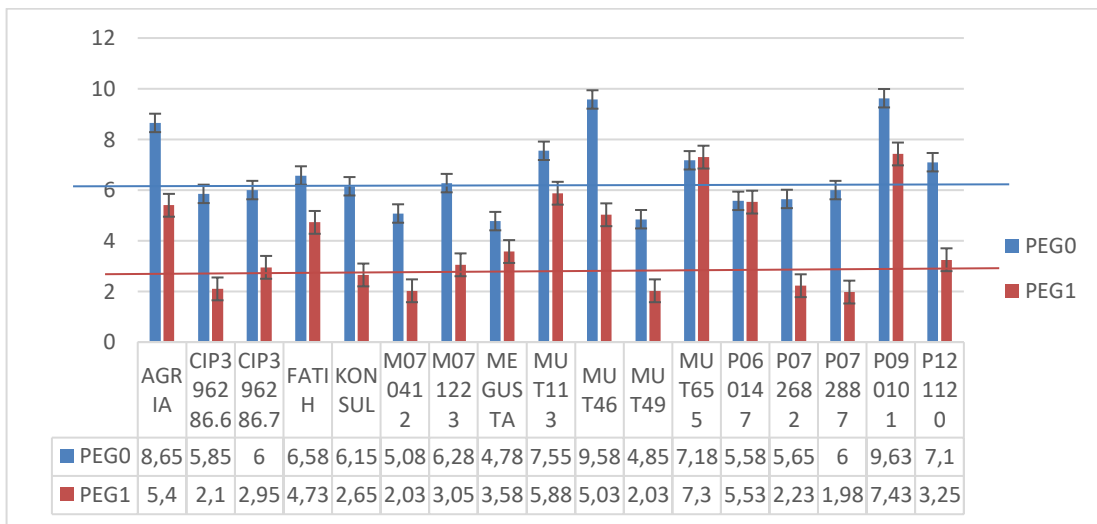
* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren ortamlarda yapılan çalışmada denemeye alınan patates genotiplerinin ortalama nod sayısı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her kültür kabı içerisindeki tüm bitki nodları Şekil 4.8’ de görüldüğü gibi sayılmıştır. Kontrol yetiştirme ortamı genotiplerin ortalama nod sayıları 6.61 (adet / bitki) iken; su stresi oluşturulan ortam da yetiştirilen genotiplerde ortalama nod sayısı azalma

göstererek 3.95 (adet / bitki) olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ortamında genotiplerin ortalama nod sayıları 4.78 ile 9.63 (adet / bitki) arasında değişim gösterirken, su stresi oluşturulan ortamda genotiplerin ortalama nod sayıları 1.98 ile 7.43 (adet / bitki) arasında olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda bitkilerdeki nod sayıları kontrol ve su stresi oluşturulan ortam olmasına göre farklılık göstermiştir. Bu çalışma sonucunda kontrol ortamında en çok bitki başına ortalama nod görülen genotipler sırasıyla 09.01.01, MUT46, Agria ve MUT113 olmuştur. Su stresli ortamda ise en çok bitki başına ortalama nod görülen genotipler sırası ile 09.01.01, MUT655, MUT113 ve 06.01.47 olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve kurak ortamları birbiri ile kıyasladığımızda birbirine en yakın değerin görüldüğü genotipler sırasıyla MUT655, 06.01.47 olarak tespit edilmiştir. Bitki başına ortalama nod sayısında kontrol ortamıyla su stresli ortam arasında en az fark 06.01.47 (5,58 – 5,53) genotipinde görülmüş, en fazla fark ise 07.28.87 (6 – 1,98) genotipinde tespit edilmiştir. MUT655 genotipi yapılan çalışmada en fazla bitki başına ortalama nod sayısını su stresi oluşturulan ortamda göstermiştir (Şekil 4.7).

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates genotiplerinde nod sayısı açısından farklılık oluştuğunu ve bu yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.7. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama nod sayısının grafikte gösterimi



Şekil 4.8. Nod sayım işlemi

4.5 Bitki Sürgün Yaş Ağırlığı (g/ bitki) :

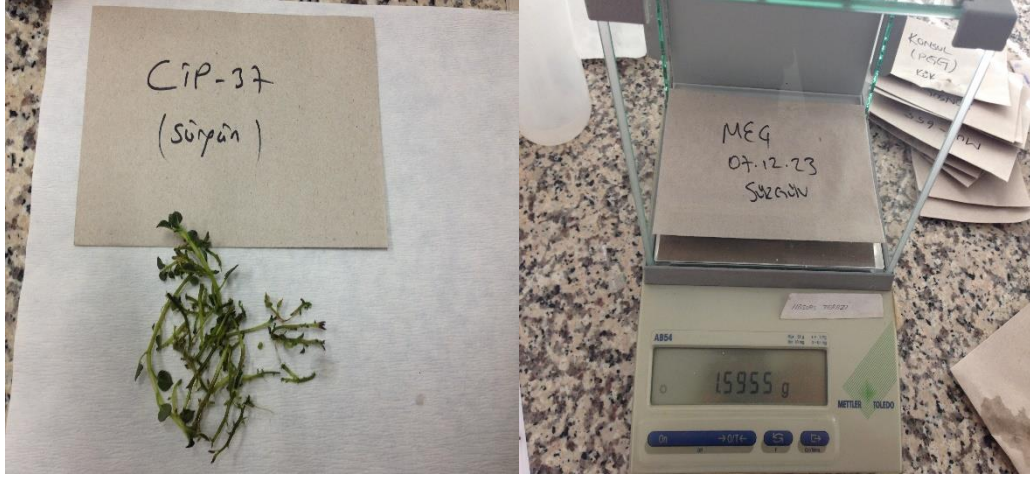
Kontrol ortamı ve PEG6000 ile su stresi oluşturulan ortamlarda yapılan çalışmada patates genotiplerinde ortalama sürgün yaş ağırlığı üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’ de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin sürgün yaş ağırlığı üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde sürgün yaş ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	1,7	246,7**
Kuraklık	1	96,0	13622,0**
Genotip*Kuraklık	16	0,4	55,5**
Hata	102	0,0	
Toplam	135		

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren su stresli ortamlarda yapılan çalışmada, denemeye alınan patates çeşit ve genotiplerinin ortalama sürgün yaş ağırlığı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her kültür kabı içerisinde elde edilen tüm bitki sürgün yaş ağırlıkları Şekil 4.9’ da görüldüğü gibi hassas terazide ölçümü yapılarak ortalaması alınmıştır.



Şekil 4.9. Sürgün yaş ağırlığının hassas terazide ölçümü

Kontrol yetiştirme ortamı çeşit ve genotiplerinin ortalama sürgün yaş ağırlığı 2,26 g iken; su stresli ortam da yetiştirilen çeşit ve genotiplerde ortalama sürgün yaş ağırlığı azalma göstererek 0,58 g olduğu tespit edilmiştir. Çeşit ve genotiplerin ortalama sürgün yaş ağırlıkları 1,30 g ile 3,30 g arasında değişim gösterirken, su stresli ortamda genotiplerin ortalama sürgün yaş ağırlıklarının 0,11 g ile 1,43 g arasında olduğu bulunmuştur. Kontrol ortamında en fazla sürgün yaş ağırlığının tespit edildiği çeşit ve genotipler sırasıyla Fatih, 121120, M070412 ve Megusta olduğu belirlenmiştir. Su stresi oluşturulan ortamda ise en fazla sürgün yaş ağırlığının olduğu çeşit ve genotipler sırası ile Fatih, MUT655, 121120 ve 070412 olarak tespit edilmiştir. Kontrol ve su stresli ortamları birbiri ile kıyasladığımızda birbirine en yakın değerin görüldüğü çeşit genotipler sırasıyla MUT655, Fatih ve MUT113 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

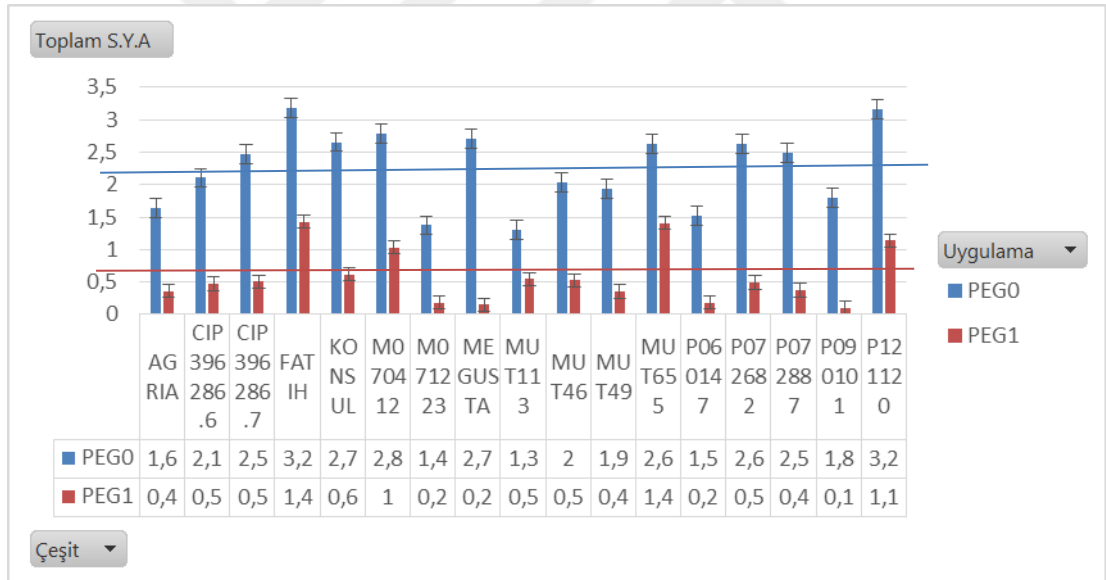
Kontrol ortamı ile stresli ortam içerisinde en az farkın bulunduğu genotip MUT655 (2,63 – 1,41) olurken, en fazla farkın bulunduğu çeşit ise MEGUSTA (2,71 – 0,15) olarak ölçülmüştür. Gopal ve Iwama (2007)' nın çalışmasına göre, görülen bu farklılar kullanılan çeşit ve genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Kontrol ortamı ile su stresli ortam arasında en fazla farkın görüldüğü MEGUSTA çeşidi orta erkenci bir çeşit olduğu için, erkenci çeşitlerin ve buna yakın genotiplerin sürgün yaş ağırlığının stresli ortamda daha çok olacağı söylenebilir (Şekil 4.10).

Gopal ve Iwama (2007), yapmış oldukları çalışmada PEG konsantrasyonunun genotiplerin sürgün yaş ağırlıkları üzerinde etkili olduğunu gözlemiştir (Gopal ve

Iwama, 2007). 0.006 M. PEG konsantrasyonunda çalıştığı 3 genotip arasında şu sonuçlara ulaşmıştır. Bunlar; IWA-1: Kontrol ortamında 1,20 gr, IWA-3: 0,64 gr, IWA-5: 0,80 gr, olarak hassas terazide ölçümü yapılmıştır. IWA-1 kayda değer bir şekilde diğer genotiplere nazaran daha iyi sonuç verirken IWA-3 ve IWA-5 arasındaki fark fazla önemli görülmemiştir.

Bizim yapmış olduğumuz çalışmada Gopal ve Iwama (2007)'nın sonuçlarına göre daha yüksek sürgün yaş ağırlıkları bulunmuştur. Bunun nedeni farklı genotiplerle çalışıldığından kaynaklanmaktadır.

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates genotiplerinde sürgün yaş ağırlıkları açısından farklılık oluştuğunu ve bu yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.10. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama sürgün yaş ağırlığının grafikte gösterimi

4.6 Bitki Sürgün Kuru Ağırlığı (g/ bitki) :

Kontrol ortamı ve PEG6000 ile su stresi oluşturulan ortamlarda yapılan çalışmada patates genotiplerinde ortalama sürgün kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir. Yapılan deneme

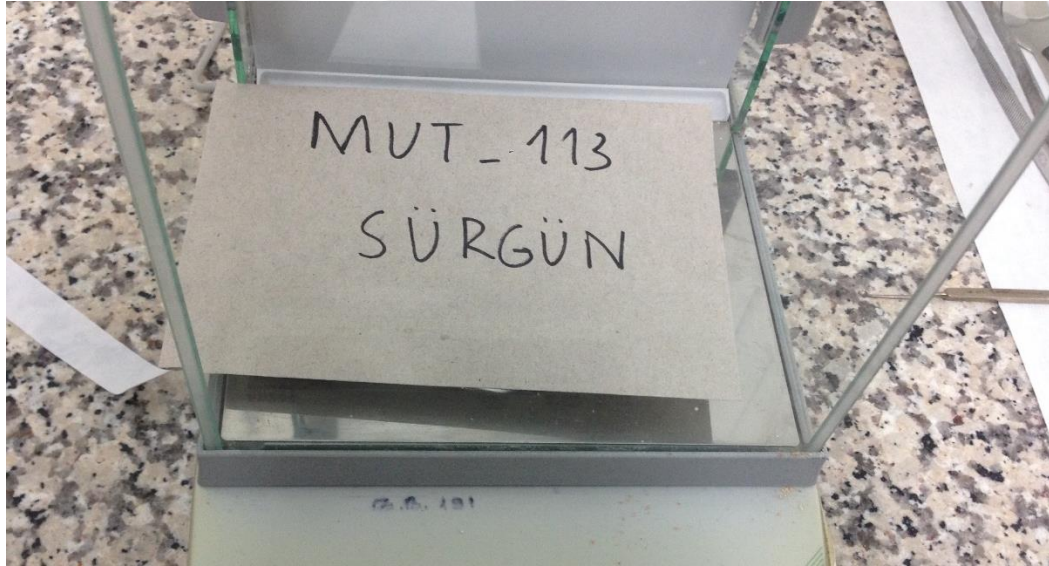
sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin sürgün kuru ağırlığı üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde sürgün kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	0,0	5,1**
Kuraklık	1	0,6	74,1**
Genotip*Kuraklık	16	0,0	2,7**
Hata	102	0,0	
Toplam	135		

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve PEG6000 içeren su stresli ortamlarda yapılan çalışmada denemeye alınan patates genotiplerinin ortalama sürgün kuru ağırlığı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her kültür kabı içerisinde elde edilen tüm bitki sürgünleri Şekil 4.11' de görüldüğü gibi hassas terazi ile ölçümü yapılarak ortalaması alınmıştır.



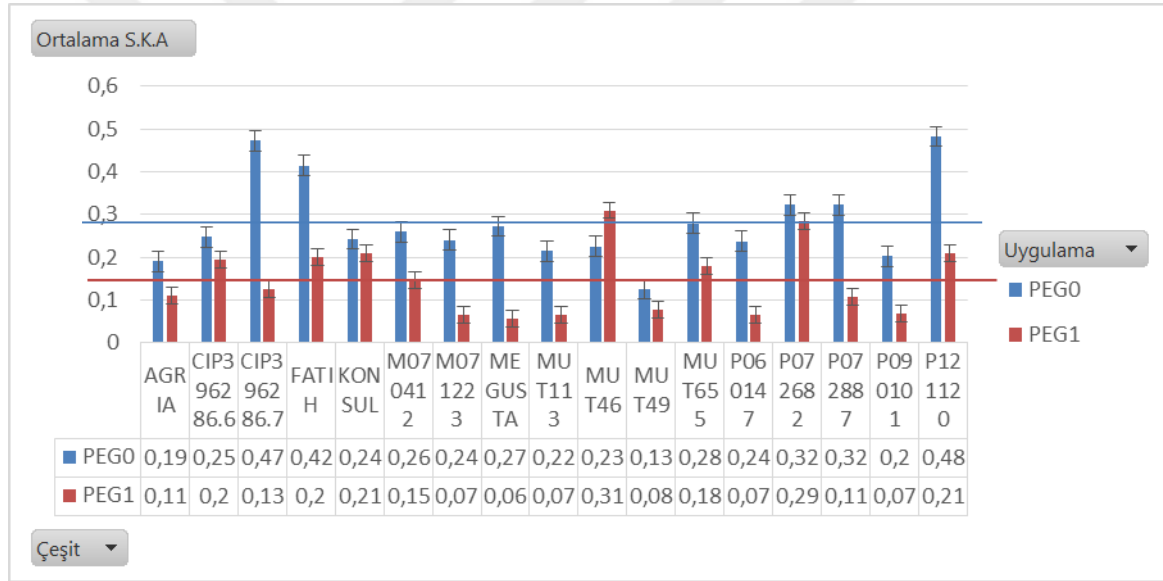
Şekil 4.11. Sürgün kuru ağırlığının hassas terazide tartım işlemi

Kontrol yetiştirme ortamında genotiplerin ortalama sürgün kuru ağırlığı 0,28 g olarak tartılmıştır. Su stresli ortamda yetiştirilen genotiplerde ortalama sürgün kuru ağırlığı 0,15 g olarak tartılmış ve önemli derecede azalma olduğu gözlenmiştir. Kontrol ortamında genotiplerin ortalama sürgün kuru ağırlığı 0,13 g ile 0,48 g arasında değişim

göstermiştir. Su stresli ortamda genotiplerin ortalama sürgün kuru ağırlığı 0,06 g ile 0,31 g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çeşit ve genotipler arasındaki en az fark KONSUL (0,24 – 0,21) çeşidi ile 07.26.82 (0,32 – 0,29) genotipinde görülürken, en çok fark MEGUSTA (0,27 – 0,06) çeşidinde gözlemlenmiştir. Bunun nedeni farklı genotiplerle çalışıldığından kaynaklanmaktadır (Şekil 4.12).

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates genotiplerinde sürgün kuru ağırlığı açısından farklılık oluştuğunu ve bu yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.12. Kontrol ve su stresi oluşturulan ortamda ortalama sürgün kuru ağırlığı grafikte gösterimi

4.7 Bitki Kök Yaş Ağırlığı (g/ bitki) :

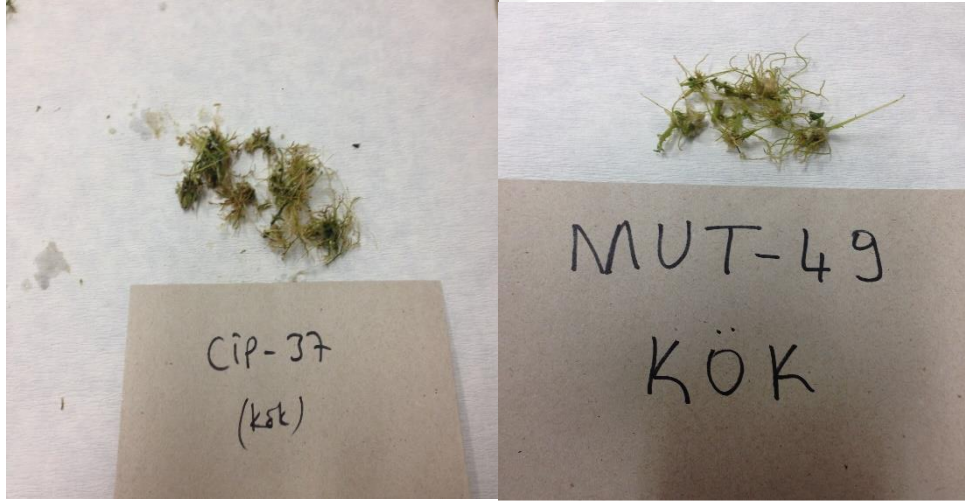
Kontrol ortamı ve PEG6000 ile su stresi oluşturulan ortamlarda yapılan çalışmada patates genotiplerinde ortalama kök yaş ağırlığı üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’ de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin kök yaş ağırlığı üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde kök yaş ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	1,7	141,5**
Kuraklık	1	11,8	978,3**
Genotip*Kuraklık	16	1,5	123,2**
Hata	102	0,0	
Toplam	135		

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve PEG6000 ile oluşturulan su stresi ortamlarında yapılan çalışmada, denemeye alınan patates genotiplerinin ortalama kök yaş ağırlığı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla her kültür kabı içerisinde elde edilen tüm bitki kökleri şekil 4.13’de hassas terazi ile ölçümü yapılarak ortalaması alınmıştır.

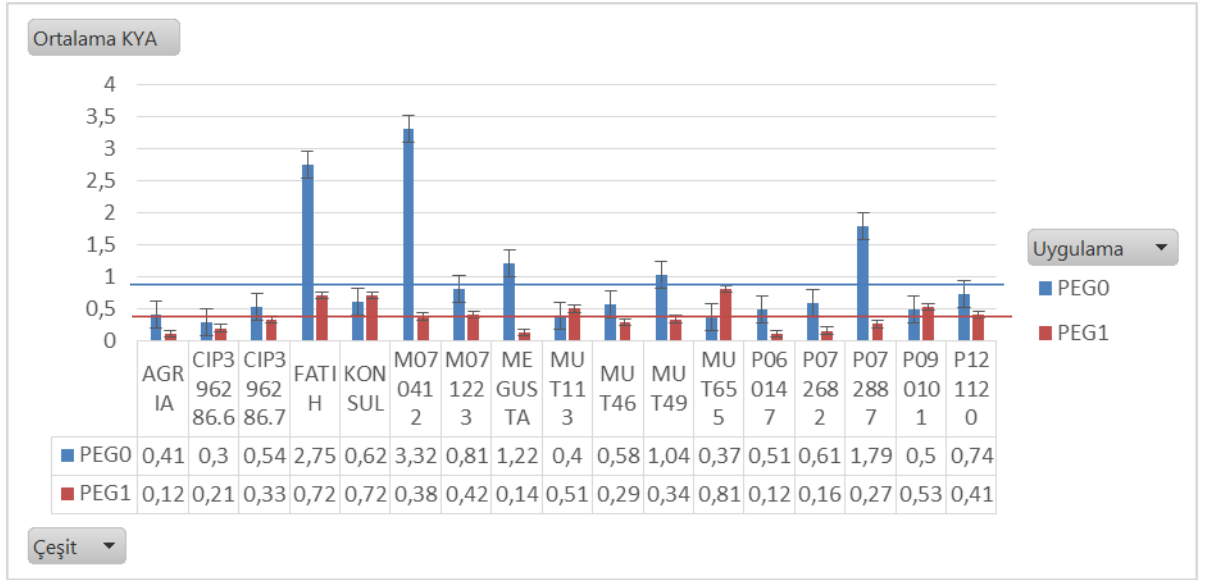


Şekil 4.13. Kök yaş ağırlığı tartım işlemi

Çeşit ve genotiplerde yapılan çalışmada kontrol ve su stresli ortam arasındaki ölçüm farkının en az olduğu genotip 09.01.01 (0,50 – 0,53) olurken, en fazla fark ise MEGUSTA (1,22–0,14) olarak gözlemlenmiştir. Kontrol yetiştirme ortamı genotiplerin ortalama kök yaş ağırlığı 0,97 g iken; su stresli ortam da yetiştirilen genotiplerde ortalama kök yaş ağırlığı azalma göstererek 0,38 g olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ortamında genotiplerin ortalama kök yaş ağırlığı 0,30 g ile 3,32 g arasında değişim gösterirken, su stresi oluşturulmuş ortamda genotiplerin ortalama kök yaş ağırlığı 0,12 g ile 0,81 g arasında olduğu tespit edilmiştir. Kuraklığa tolerans için yapılan bu

morfolojik özellik ölçümünde MUT655, MUT113, KONSUL ve 09.01.01 de kurak ortam ölçümleri, kontrol ortamdan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates genotiplerinde kök yaş ağırlığı açısından farklılık oluştuğunu ve bu yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.14. Kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortamda ortalama kök yaş ağırlığının grafikte gösterimi

4.8 Bitki Kök Kuru Ağırlığı (g/ bitki) :

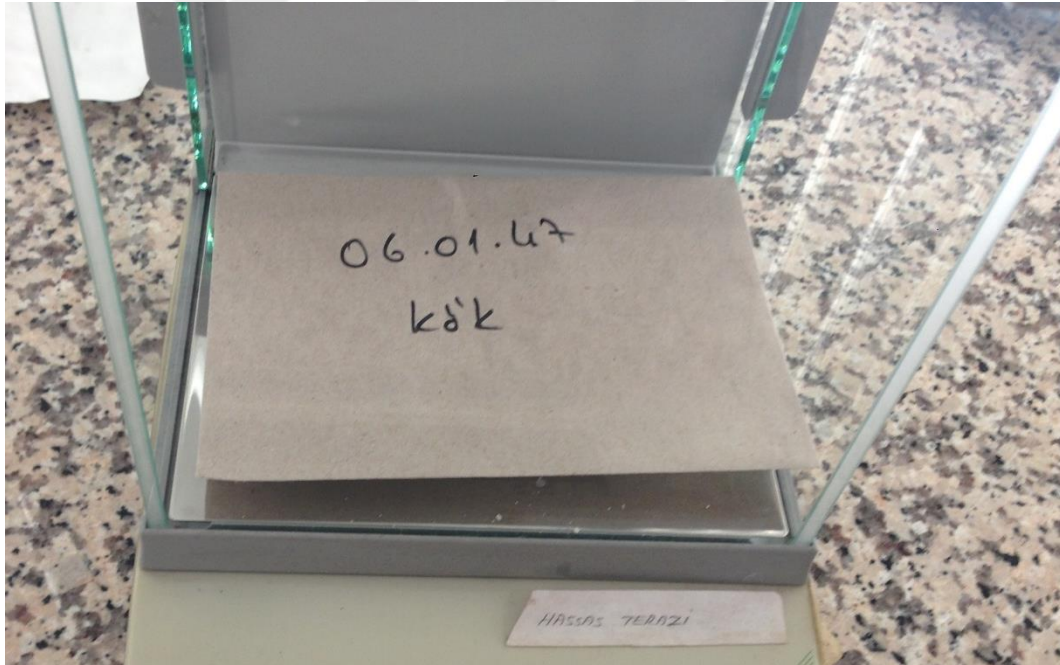
Kontrol ortamı ve PEG6000 ile su stresi oluşturulan ortamlarda yapılan çalışmada patates genotiplerinde ortalama kök kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’ de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin kök kuru ağırlığı üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde kök kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	0,0	77,6**
Kuraklık	1	0,2	888,2**
Genotip*Kuraklık	16	0,0	104,3**
Hata	102	0,0	
Toplam	135		

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Yaptığımız çalışmada denemeye alınan patates genotiplerinin ortalama kök kuru ağırlığı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her kültür kabı içerisinde elde edilen tüm bitki kökleri Şekil 4.15’de görüldüğü gibi hassas terazi ile ölçümü yapılarak ortalaması alınmıştır.



Şekil 4.15. Kök kuru ağırlığının hassas terazide tartımı

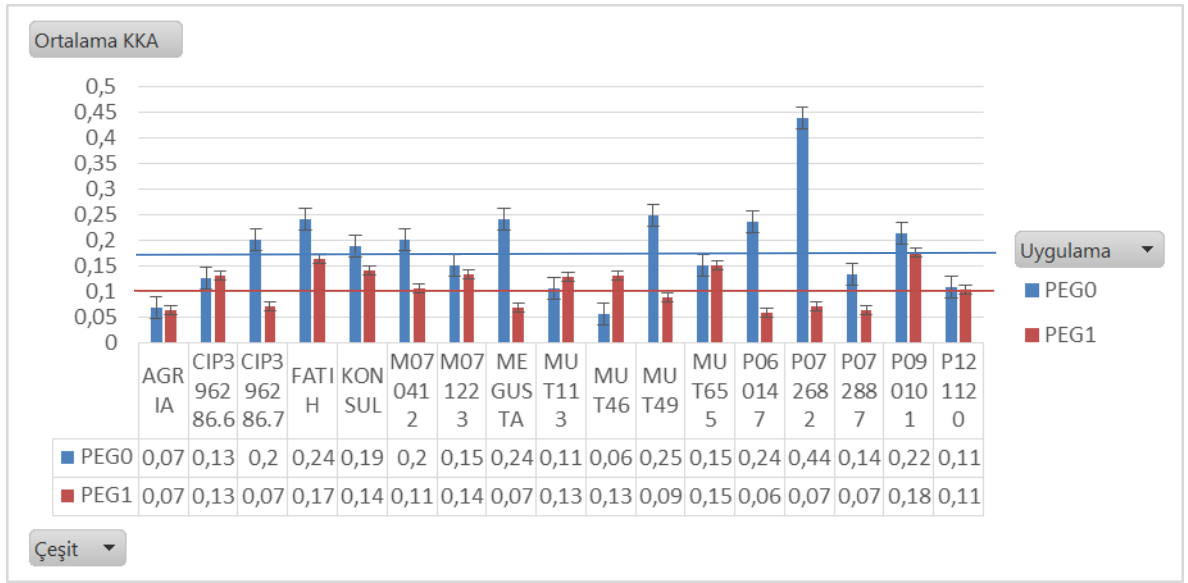
Çalışmamızda yapmış olduğumuz ölçümler sonucunda bitkilerdeki kök kuru ağırlığı genel olarak kontrol ve su stresli ortam olmasına göre farklılık göstermiştir. Bu çalışma sonucunda kontrol ortamında en fazla kök kuru ağırlığının görüldüğü genotipler sırasıyla 07.26.82, MUT49 olarak belirlenmiştir. Fatih ve Megusta çeşidinin kontrol ortamındaki kök kuru ağırlığı değerlerinin birbirine eşit olduğu gözlemlenmiştir. Su

stresli ortamda ise en fazla kök kuru ağırlığının görüldüğü çeşit ve genotipler sırası ile 09.01.01, Fatih ve MUT655 olarak tespit edilmiştir. MUT655' in su stresli ve kontrol ortamındaki kök kuru ağırlığı değerinin birbirine eşit olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16).

Kontrol ortamı ile su stresi oluşturulmuş ortam arasındaki en az fark CİP37 (0,12 – 0.13) de görülmüştür. Su stresli ortamda ki ölçümler daha yüksek iken ortamlar arasındaki farkın en fazla olduğu genotip ise 07.26.82 (0,44 – 0,007) olarak tespit edilmiştir. Kontrol yetiştirme ortamı genotiplerin ortalama kök kuru ağırlığı 0.18 g iken; su stresli ortam da yetiştirilen genotiplerde ortalama kök kuru ağırlığı azalma göstererek 0.11 g olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ortamında genotiplerin ortalama kök kuru ağırlığı 0.06 g ile 0.44 g arasında değişim gösterirken, su stresli ortamda genotiplerin ortalama kök kuru ağırlığının 0.006 g ile 0.18 g arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.16).

Albiski vd. (2012), yapmış oldukları çalışmada kontrol ortamı ile kurak ortam arasındaki bazı genotiplerde bir değişim olmadığını gözlemlemiş bazılarında ise bu oranın %60 lara vardığını bildirmişlerdir (Albiski vd., 2012).

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, *in vitro* koşullarda PEG6000 ile oluşturulan su stresi altında patates kök kuru ağırlığı açısından farklılık oluştuğunu ve bu yönde seleksiyon yapılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4.16. Kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortamda ortalama kök kuru ağırlığının grafikte gösterimi

4.9 Bitki Toplam Kuru Ağırlığı (g/ bitki) :

Kontrol ortamı ve PEG6000 ile su stresi oluşturulmuş ortamlarda yapılan çalışmada patates genotiplerinde bitki toplam kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımından elde edilen verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’ da verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda genotipler ile kuraklık x genotip etkileşiminin bitki toplam kuru ağırlığı üzerine ($p \leq 0.01$) önemli etkide bulunduğı belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Yetiştirme ortamı su stresinin bazı patates genotiplerinde bitki toplam kuru ağırlığı üzerine etkileri bakımında elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Genotip	16	0,1	163,5**
Kuraklık	1	1,8	5603,5**
Genotip*Kuraklık	16	0,0	148,6**
Hata	102	0,0	
Toplam	135		

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Kontrol ortamı ve su stresi oluşturulmuş ortamlarda yapılan çalışmada, denemeye alınan patates genotiplerinin bitki toplam kuru ağırlığı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla,

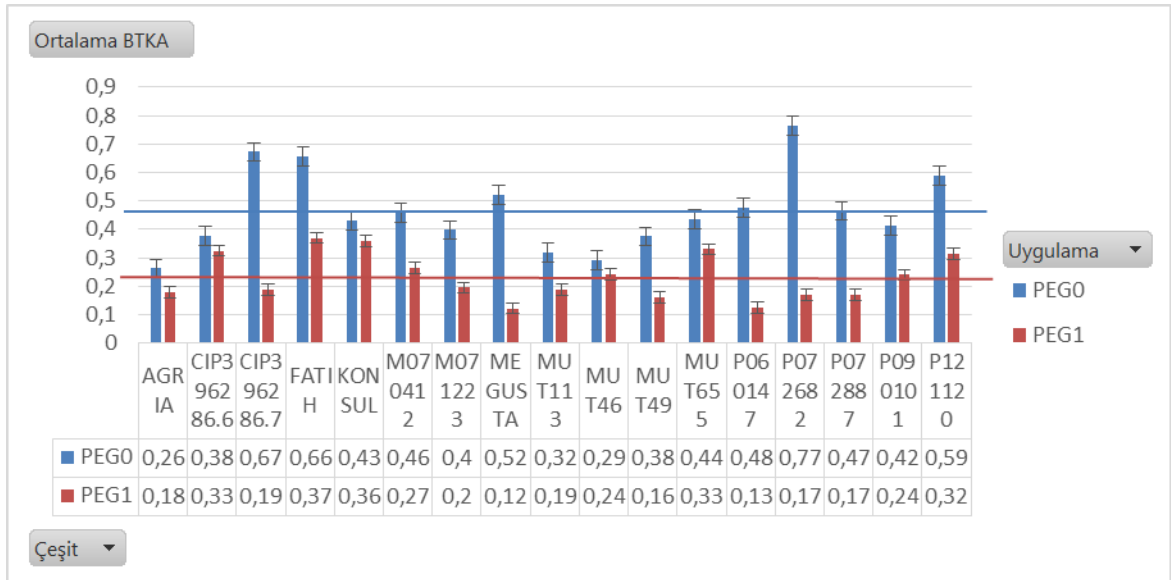
her kültür kabı içerisinde elde edilen tüm bitkilerin etüvde kurutulmuş sürgün ve kökleri Şekil 4.17’ de görüldüğü gibi hassas terazi ile ölçümü yapılarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.17. Bitkilerin etüvde ki görüntüsü

Yapılan ölçümler sonucunda bitkilerdeki bitki toplam kuru ağırlığı kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortam olmasına göre farklılık göstermiştir. Kontrol yetiştirme ortamı çeşit ve genotiplerin bitki toplam kuru ağırlığı 0.47 g iken; su stresli ortamda yetiştirilen genotiplerde bitki toplam kuru ağırlığı azalma göstererek 0.43 g olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ortamında genotiplerin bitki toplam kuru ağırlığı 0.26 g ile 0.76 g arasında değişim gösterirken, su stresli ortamda genotiplerin bitki toplam kuru ağırlığının 0.12 g ile 0.37 g arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda kontrol ortamında en fazla bitki toplam kuru ağırlığının görüldüğü çeşit ve genotiplerin sırasıyla 07.26.82, CIP396286.7 ve Fatih olduğu gözlemlenmiştir. Su stresli ortamda ise en fazla bitki toplam kuru ağırlığının görüldüğü çeşit ve genotipler sırasıyla Fatih, Konsul ve MUT655 olmuştur. Kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortamı birbiri ile kıyasladığımızda birbirine en yakın değerin görüldüğü çeşit ve genotipler sırasıyla CIP396286.6, MUT46, Konsul ve MUT655 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Kontrol ve su stresi oluşturulmuş ortamda bitki toplam kuru ağırlığının grafikte gösterimi

4.10 Kuraklık hassasiyet indeksi (KHİ)

Kuraklık hassasiyet indeksi hesaplamasında, bitkilerin toplam kuru ağırlığı (BTKA) değerleri kullanılarak Fisher ve Maurer (1998) tarafından önerilen formül yardımıyla hesaplama işlemi yapılmıştır.

Denemeye alınan çeşit ve genotiplerin su eksikliğine dayalı kuraklık hassasiyet derecelerini gösteren KHİ değerleri açısından elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.10' da verilmiştir. Çizelge 4.10' da görüldüğü gibi, denemeye alınan çeşit ve genotipler KHİ değerleri bakımından çok önemli farklılıklar göstermişlerdir. Yüksek KHİ değerine sahip olan çeşit ve genotipler su eksikliğine bağlı kuraklık stresine daha hassas olup, KHİ değeri azaldıkça çeşit ve genotiplerin su eksikliğine bağlı kuraklık stresine hassasiyetleri azalmaktadır. Denemeye alınan 17 patates çeşit ve genotiplerinin KHİ değerleri 1.49 ile 0.25 arasında değişim göstermiştir. Megusta çeşidi en yüksek KHİ değerine sahip olarak tüm çeşit ve genotipler içerisinde su eksikliğine bağlı kuraklık stresine hassasiyeti en yüksek çeşit olarak ön plana çıkmıştır. 060147 (1.41), 072887 (1.23) ve MUT49 (1.11) çeşitleri de yüksek sayılacak KHİ değerleri ile Megusta'dan sonra en hassas genotipler olarak bulunmuşlardır. CİP396286.6 genotipi en düşük KHİ değeri (0.25) ile su eksikliğine dayalı kuraklık stresine hassasiyeti en düşük genotip olarak belirlenmiştir. Konsul (0.31), MUT46 (0.33) ve MUT655 (0.49) genotipleri de KHİ değerleri ile CİP396286.6 genotipinden sonra su eksikliğine dayalı

kuraklık stresine hassasiyeti düşük olan çeşit ve genotipler olarak sıralanmışlardır (Çizelge 4.10). CİP396286.6 ve Konsul genotip ve çeşidinin su stresi olan besi ortamında kök uzunluğu, sürgün uzunluğu yaprak sayısı gibi ortalama özelliklerinde kontrol ortamına göre en azalılardan olmalarına rağmen KHİ değerlerinin düşük çıkması bu çeşitlerin her iki ortamda da ortalamalarının düşük kalmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.10. Kuraklık hassasiyet indeksine göre çeşit ve genotiplerin sıralanması

Genotip	Kuraklık Hassasiyet İndeksi (KHİ)
Megusta	1.49
060147	1.41
072887	1.23
Mut49	1.11
MEÇ0712.23	0.98
121120	0.88
FATİH	0.84
090101	0.82
MEÇ0704.12	0.80
MUT113	0.78
AGRİA	0.58
CİP396286.7	0.55
072682	0.50
MUT655	0.49
MUT46	0.33
KONSUL	0.31
CİP396286.6	0.25
Ortalama	0.729

4.11 Kuraklık Tolerans İndeksi (KTI)

Kuraklık tolerans indeksi hesaplamasında, bitkilerin toplam kuru ağırlığı (BTKA) değerleri kullanılarak Fernandez (1992) tarafından önerilen formül yardımıyla hesaplama işlemi yapılmıştır.

Denemeye alınan çeşit ve genotiplerin su eksikliğine dayalı kuraklık tolerans derecelerini gösteren KHİ değerleri açısından elde edilen ortalama değerler Çizelge 4.10’ da verilmiştir. Çizelge 4.11’ de görüldüğü gibi, denemeye alınan çeşit ve genotipler KTI değerleri bakımından çok önemli farklılıklar göstermişlerdir. Yüksek KTI değerine sahip olan çeşitler su eksikliğine bağlı kuraklık stresine daha toleranslı

olup, KTI değeri azaldıkça çeşitlerin su eksikliğine bağlı kuralık stresine toleransları da azalmaktadır. Denemeye alınan 17 patates çeşit ve genotiplerinin KTI değerleri 0.21 ile 1.10 arasında değişim göstermiş; Fatih çeşidi en yüksek KTI değerine sahip olarak tüm çeşitler içerisinde su eksikliğine bağlı kuralık stresine toleransı en yüksek çeşit olarak ön plana çıkmıştır. 12.11.20 (0.85), Konsul (0.70) ve MUT655 (0.66) çeşit ve genotipleri de yüksek sayılabilecek KTI değerleri ile Fatih' ten sonra en toleranslı çeşit ve genotipler olarak sıralanmışlardır. Agria çeşidi en düşük KTI değeri (0.21) ile su eksikliğine bağlı kuralık stresine toleransı en düşük çeşit olarak belirlenmiştir. (0.27) ile MUT113 ve MUT49, (0.28) Megusta çeşit ve genotipleri de KTI değerleri ile Agria çeşidinden sonra su eksikliğine bağlı kuralık stresine toleransı düşük olan çeşit ve genotipler olarak sıralanmışlardır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Kuraklık tolerans indeksine göre çeşit ve genotiplerin sıralanması

Genotip	Kuraklık Tolerans İndeksi (KTI)
Fatih	1.10
12.11.20	0.85
Konsul	0.70
MUT655	0.66
07.26.82	0.59
CIP396286.7	0.57
CIP396286.6	0.56
MEÇ0704.12	0.56
09.01.01	0.45
07.28.87	0.36
MEÇ07.12.23	0.36
MUT46	0.31
Megusta	0.28
06.01.47	0.28
MUT113	0.27
MUT49	0.27
Agria	0.21
Ortalama	0.49

BÖLÜM V

SONUÇ

Bu çalışmada, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Tarımsal Genetik Mühendisliği Bölümünde geliştirilen 2 ıslah hattı, Patates Araştırma Enstitüsünde geliştirilen 10 adet ıslah hattı, Peru'da bulunan Uluslararası Patates Merkezi'nden temin edilen 2 adet genotip ve 3 adet tescilli çeşit olmak üzere toplam 17 patates genotipi kullanılmıştır.

Bu patates çeşit ve genotiplerinin *in vitro* koşullarda kontrol ve PEG6000 kullanılarak oluşturulan su stresli ortam koşullarında tolerans düzeylerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmamızda yapılan denemeler sonucunda elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara dayalı verdiğimiz öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

Yapmış olduğumuz istatistiki analizler sonucunda, çalışmamızda 17 patates çeşit ve genotipinin, elde edilen değerleri su stresine karşı toleransı önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

0,010 M PEG6000 kullanılarak oluşturulan su stresi altında yetiştirilen patates çeşit ve genotiplerinin, incelenen tüm özelliklerinin (kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, boğum sayısı, sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, bitki toplam kuru ağırlığı, kuraklık hassasiyet indeksi, kuraklık tolerans indeksi) kontrol ortamına göre azalma göstererek olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Ancak birkaç özelliğe göre bazı genotiplerin kontrol ortamına göre fazla değişim göstermedikleri belirlenmiştir.

Denemede kullanılan çeşit ve genotiplerinin morfolojik özellikleri bakımından su stresine tepkilerini önemli derecede farklı oldukları tespit edilmiştir. Çeşit ve genotiplerin kontrol (MS) ortamı ve su stresli ortam (MS + PEG 6000) altında ölçülen bitki toplam kuru ağırlığı (BTKA) verileri kullanılarak hesaplaması yapılan kuraklık hassasiyet indeksi (KHİ) değerleri bakımından da çeşit ve genotipler arasında çok önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır.

Hesaplanan KHİ değerlerine göre büyüme açısından su eksikliğine dayalı kuraklığa en az hassasiyet gösteren CİP396286.6, Konsul, MUT46 çeşit ve genotiplerinin olduğu; Megusta, 060147, 072887 çeşit ve genotiplerinin ise su eksikliğine dayalı kuraklığa hassasiyeti en yüksek çeşit ve genotipler olduğu belirlenmiştir.

Hesaplanan KTİ değerlerine göre büyüme açısından su eksikliğine dayalı kuraklığa en az tolerans gösteren Agria, MUT113, MUT49 çeşit ve genotipleri olduğu; Fatih, 12.11.20, Konsul çeşit ve genotiplerinin ise su eksikliğine dayalı kuraklığa toleransı en yüksek çeşit ve genotipler olduğu sonuç olarak belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda; su stresi oluşturulan kurak ortam altında patates bitkisinin morfolojik özelliklerinin kuraklık tolerans düzeylerinin belirlenmesi amacıyla rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir.

Ekin 19, 25, 31, 7, 14, 21, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

KAYNAKLAR

Aazami, M. A., Torabi, M. and Jalili, E., "In Vitro Response of Promising Tomato Genotypes for Tolerance to Osmotic Stress", *African Journal of Biotechnology* 9(26), 4014-4017, 2010.

Albiski, F., Najla, S., Sanoubar, R., Alkabani, N. and Murshed, R., "In Vitro Screening of Potato Lines for Drought Tolerance", *Physiology and Molecular Biology of Plants* 18(4), 315-321, 2012.

Anonim, <http://www.nutritiondata.com/facts/vegetables-and-vegetable-products/2770/2>, 02 Ekim 2009.

Anonim, <http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/horticulture/vegetables/potatoes/potatoes-factors-affecting-dry-matter>, 25 Haziran 2016.

Anonim, Patates Tohumluğu Sertifikasyonu Ve Pazarlaması Yönetmeliği, *Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü*, Ankara, 2012.

Arvin, M. J. ve Donnelly, D. J., "Screening Potato Cultivars and Wild Species to Abiotic Stresses Using an Electrolyte Leakage Bioassay", *Journal of Agricultural Science and Technology* 10, 33-42, 2010.

Bidabadi, S. S., Meon, S., Wahab, Z., Subramaniam, S. and Mahmood, M., "In Vitro Selection and Characterization of Water Stress Tolerant Lines among Ethyl Methanesulphonate (Ems) İnduced Variants of Banana (Musaspp., with Aaa Genome)", *Australian Journal of Crop Science* 6(3), 567, 2012.

Blum, A., "Effective Use of Water (Euw) and Not Water Use Efficiency (Wue) Is the Target of Crop Yield İmprovement under Drought Stress", *Field Crops Research* 112(2), 119-123, 2009.

Brodrigg, T. J., Feild, T. S. and Jordan, G. J., "Leaf Maximum Photosynthetic Rate and Venation Are Linked by Hydraulics", *Plant Physiology* 144(4), 1890-1898, 2007.

Çalışkan, M. E., Mert, M. and Günel, E., "Bazı Stres Şartlarına Patates Bitkisinin Morfolojik Ve Fizyolojik Tepkileri", *II. Ulusal Patates Kongresi*, Erzurum, s. 245-257, 1999.

Çalışkan, M. E., Onaran, H. and Arıoğlu, H., "Overview of the Turkish Potato Sector: Challenges, Achievements and Expectations", *Potato Research* 53(4), 255-266, 2010.

Deblonde, P. M. K. ve Ledent, J. F., "Effects of Moderate Drought Conditions on Green Leaf Number, Stem Height, Leaf Length and Tuber Yield of Potato Cultivars", *European Journal of Agronomy* 14(1), 31-41, 2001.

Deguchi, T., Naya, T., Wangchuk, P., Itoh, E., Matsumoto, M., Zheng, X., Gopal, J. and Iwama, K., "Aboveground Characteristics, Yield Potential and Drought Tolerance in "Konyu" Potato Cultivars with Large Root Mass", *Potato Research* 53(4), 331-340, 2010.

Fernandez, G. C. J., "Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance", Proceedings of The International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, s. 257-270, 1992.

Gandar, P. W. ve Tanner, C. B., "Leaf Growth Tuber Growth and Water Potential in Potatoes", *Crop Science* 16(4), 534-538, 1976.

Gopal, J. ve Iwama, K., "In Vitro Screening of Potato against Water Stress Mediated through Sorbitol and Polyethylene Glycol", *Plant Cell Reports* 26(5), 693-700, 2007.

Gopal, J. ve Minocha, J., "Effectiveness of in Vitro Selection for Agronomic Characters in Potato", *Euphytica* 103(1), 67-74, 1998.

Hassanpanah, D., "In Vitro and in Vivo Screening of Potato Cultivars against Water Stress by Polyethylene Glycol and Potassium Humate", **Biotechnology** 8(1), 132-137, 2009.

Hassanpanah, D., "Evaluation of Potato Advanced Cultivars against Water Deficit Stress under in Vitro and in Vivo Conditions", **Biotechnology** 9(2), 164-169, 2010.

Hassanpanah, D., Gurbanov, E., Gadimov, A. and Shahriari, R., "Determination of Yield Stability in Advanced Potato Cultivars as Affected by Water Deficit and Potassium Humate in Ardabil Region, Iran", **Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS** 11(10), 1354-1359, 2008.

Hijmans, R. J., "The Effect of Climate Change on Global Potato Production", **American Journal of Potato Research** 80(4), 271-279, 2003.

Howden, S. M., Soussana, J.-F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M. and Meinke, H., "Adapting Agriculture to Climate Change", **Proceedings of The National Academy of Sciences** 104(50), 19691-19696, 2007.

Imanparast, L. ve Hassanpanah, D., "Response of Onobrychis Genotypes to Peg 10000 Induced Osmotic Stress", **Biotechnology** 8(3), 365-369, 2009.

Isendahl, N. ve Schmidt, G., "Drought in the Mediterranean: Wwf Policy Proposals", **WWF Report, Madrid**, 2006.

Iwama, K., "Physiology of the Potato: New Insights into Root System and Repercussions for Crop Management", **Potato Research** 51(3-4), 333-353, 2008.

Jefferies, R. A., "Responses of Potato Genotypes to Drought. I. Expansion of Individual Leaves and Osmotic Adjustment", **Annals of Applied Biology** 122(1), 93-104, 1993.

Kirnak, H., Kaya, C., Tas, I. and Higgs, D., "The Influence of Water Deficit on Vegetative Growth, Physiology, Fruit Yield and Quality in Eggplants", ***Bulgarian Journal of Plant Physiology*** 27(3-4), 34-46, 2001.

Kotb, T. H. S., Watanabe, T., Ogino, Y. and Tanji, K. K., "Soil Salinization in the Nile Delta and Related Policy Issues in Egypt", ***Agricultural Water Management*** 43(2), 239-261, 2000.

Lahlou, O. ve Ledent, J.-F., "Root Mass and Depth, Stolons and Roots Formed on Stolons in Four Cultivars of Potato under Water Stress", ***European Journal of Agronomy*** 22(2), 159-173, 2005.

Lahlou, O., Ouattar, S. and Ledent, J. F., "The Effect of Drought and Cultivar on Growth Parameters, Yield and Yield Components of Potato", ***Agronomie*** 23(3), 257-268, 2003.

Levy, D., "Varietal Differences in the Response of Potatoes to Repeated Short Periods of Water Stress in Hot Climates. 2. Tuber Yield and Dry Matter Accumulation and Other Tuber Properties", ***Potato Research*** 26(4), 315-321, 1983.

Levy, D., "The Response of Potatoes to a Single Transient Heat or Drought Stress Imposed at Different Stages of Tuber Growth", ***Potato Research*** 28(4), 415-424, 1985.

Levy, D., "Genotypic Variation in the Response of Potatoes (*Solanum Tuberosum* L.) to High Ambient Temperatures and Water Deficit", ***Field Crops Research*** 15(1), 85-96, 1986.

Levy, D., Coleman, W. K. and Veilleux, R. E., "Adaptation of Potato to Water Shortage: Irrigation Management and Enhancement of Tolerance to Drought and Salinity", ***American Journal of Potato Research*** 90(2), 186-206, 2013.

Levy, D. ve Tai, G. C. C., "Differential Response of Potatoes (*Solanum Tuberosum* L.) to Salinity in an Arid Environment and Field Performance of the Seed Tubers Grown

with Fresh Water in the Following Season", *Agricultural Water Management* 116, 122-127, 2013.

MacKerron, D. K. L. ve Jefferies, R. A., "The Influence of Early Soil Moisture Stress on Tuber Numbers in Potato", *Potato Research* 29(3), 299-312, 1986.

MacKerron, D. K. L. ve Jefferies, R. A., "The Distributions of Tuber Sizes in Droughted and Irrigated Crops of Potato. I. Observations on the Effect of Water Stress on Graded Yields from Differing Cultivars", *Potato Research* 31(2), 269-278, 1988.

Monneveux, P., Ramírez, D. A. and Pino, M. T., "Drought Tolerance in Potato (*S. Tuberosum* L.): Can We Learn from Drought Tolerance Research in Cereals?", *Plant Science* 205, 76-86, 2013.

Nistor, A., Câmpeanu, G., Atanasiu, N., Chiru, N. and Karacsonyi, D., "Influence of Polyethylene Glycol (Peg) Concentrations on Water Stress Inducing", *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 61-68, 2010.

Purohit, M., Srivastava, S. and Srivastava, P., Plant Tissue Culture and Molecular Biology: Application and Prospects, *Narosa Publishing House*, New Delhi, 1998.

Qi, S. Z. ve Luo, F., "Water Environmental Degradation of the Heihe River Basin in Arid Northwestern China", *Environmental Monitoring and Assessment* 108(1), 205-215, 2005.

Renault, D. ve Wallender, W. W., "Nutritional Water Productivity and Diets", *Agricultural Water Management* 45(3), 275-296, 2000.

Reynolds, M. P., Climate Change and Crop Production, *CABI*, New York, 2010.

Sakthivelu, G., Devi, M. A., Giridhar, P., Rajasekaran, T., Ravishankar, G., Nedev, T. and Kosturkova, G., "Drought-Induced Alterations in Growth, Osmotic Potential and *in*

Vitro Regeneration of Soybean Cultivars", *General and Applied Plant Physiology* 34(1-2), 103-112, 2008.

Schafleitner, R., "Growing More Potatoes with Less Water", *Tropical Plant Biology* 2(3-4), 111-121, 2009.

Shock, C. C., Zalewski, J. C., Stieber, T. D. and Burnett, D. S., "Impact of Early-Season Water Deficits on Russet Burbank Plant Development, Tuber Yield and Quality", *American Journal of Potato Research* 69(12), 793-803, 1992.

Steckel, J. R. A. ve Gray, D., "Drought Tolerance in Potatoes", *The Journal of Agricultural Science* 92(2), 375-381, 1979.

Suharjo, U. K. J., "The Effect of Polyethylene Glycol (Peg) 8000 on the Growth of Seven Potato Genotypes and Their Tuber Production *in Vitro*", *Proceedings of The Society For Indonesian Biodiversity International Conference*, Indonesia, s. 38-42, 2012.

Susnoschi, M. ve Shimshi, D., "Growth and Yield Studies of Potato Development in a Semi-Arid Region. 2. Effect of Water Stress and Amounts of Nitrogen Top Dressing on Growth of Several Cultivars", *Potato Research* 28(2), 161-176, 1985.

Švábová, L. ve Lebeda, A., "In Vitro Selection for Improved Plant Resistance to Toxin-Producing Pathogens", *Journal of Phytopathology* 153(1), 52-64, 2005.

Şenol, S., Erzurum Ekolojik Şartları Altında Yerli Ve Yabancı Önemli Bazı Patates Çeşitleri Üzerinde Araştırmalar, *Atatürk Üni. Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayınları*, Erzurum, 1971.

Tourneux, C., Devaux, A., Camacho, M., Mamani, P. and Ledent, J. F., "Effect of Water Shortage on Six Potato Genotypes in the Highlands of Bolivia (Ii): Water Relations, Physiological Parameters", *Agronomie* 23(2), 181-190, 2003.

Turrall, H., Burke, J. J. and Faurès, J. M., Climate Change, Water and Food Security, ***Food and Agriculture Organization of the United Nations***, Rome, Italy, 2011.

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2016.

Van Loon, C. D., "The Effect of Water Stress on Potato Growth, Development, and Yield", ***American Journal of Potato Research*** 58(1), 51-69, 1981.

Vos, J. ve Groenwold, J., "Water Relations of Potato Leaves, I. Diurnal Changes, Gradients in the Canopy, and Effects of Leaf-Insertion Number, Cultivar and Drought", ***Annals of Botany*** 62(4), 363-371, 1988.

Zhang, Y. ve Donnelly, D. J., "In Vitro Bioassays for Salinity Tolerance Screening of Potato", ***Potato Research*** 40(3), 285-295, 1997.

ÖZGEÇMİŞ

Ali ONARAN 19.12.1990 yılında Niğde’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Niğde’de tamamladı. 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi Tarımsal Genetik Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı.

