



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLMEKTE OLAN PATATES ÇEŞİTLERİNİN
YÜKSEK SICAKLIĞA TOLERANSLARININ *İN VİTRO* KOŞULLARDA
BELİRLENMESİ

ABDURRAHMAN CAĞLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

OCAK-2011

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLMEKTE OLAN PATATES ÇEŞİTLERİNİN
YÜKSEK SICAKLIĞA TOLERANSLARININ *İN VİTRO* KOŞULLARDA
BELİRLENMESİ

ABDURRAHMAN CAĞLI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Prof.Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN danışmanlığında hazırlanan bu tez 28/01/2011 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN
Başkan

Doç.Dr. Ersin CAN
Üye

Doç.Dr. Sedat SERÇE
Üye

Bu tez Enstitümüz Tarla Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof.Dr. Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi ve Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 01 Y 0107

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

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET	II
ABSTRACT.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Yüksek Sıcaklığın Patates Bitkisi Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar	4
2.2. <i>İn Vitro</i> Koşullarda Mikro Yumru Üretim Çalışmaları.....	4
2.3. Patates Çeşitlerinin Stres Koşullarına Dayanıklılığının Belirlenmesi Konusunda <i>İn Vitro</i> Koşullarda Yapılan Çalışmalar	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal.....	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Kültür Ortamı	12
3.2.2. Kültür Ortamı Hazırlığı	12
3.2.3. Meristem Kesitlerinin Alınması	14
3.2.4. Nod Kültürü Çalışmaları ve Bitki Çoğaltımı	14
3.2.5. Mikro Yumru Üretimi	15
3.3. Verilerin İstatistiksel Analizi.....	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	21
4.1. Nod Başına Yumru Sayısı (adet/nod).....	21
4.2. Tek Yumru Ağırlığı (mg/yumru)	23
4.3. Nod Başına Mikro Yumru Verimi (mg/nod).....	25
4.4. Mikro Yumru Eni (mm)	28
4.5. Mikro Yumru Boyu (mm)	30
4.6. Sıcaklık Tolerans İndeksi (STI)	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	34
KAYNAKLAR	34
TEŞEKKÜR.....	39
ÖZGEÇMİŞ	40

ÖZET

TÜRKİYE’DE YETİŞTİRİLMEKTE OLAN PATATES ÇEŞİTLERİNİN YÜKSEK SICAKLIĞA TOLERANSLARININ *İN VİTRO* KOŞULLARDA BELİRLENMESİ

Bu çalışma, Türkiye’de yetiştirilmekte olan bazı patates çeşitlerinin yüksek sıcaklığa tolerans düzeylerini belirlemek amacıyla Niğde Patates Araştırma Enstitüsü Doku Kültürü laboratuvarında *in vitro* koşullarda yürütülmüştür. Çalışmada farklı köken ve olgunlaşma grubuna giren 20 adet patates çeşidinin normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altındaki mikro yumru üretimleri incelenmiştir. Bu amaçla ilk olarak, patates çeşitlerden meristem kültürü yoluyla *in vitro* bitkicikler elde edilmiş, daha sonra bu bitkiciklerden tek boğumlu (nod) çelikler alınarak katı MS ortamı bulunan magentalara, her birisinde 5 çelik olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Deneme sıcaklık uygulaması ana faktör, çeşitler alt faktör olacak şekilde tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde her bir çeşit için 2 adet magenta kullanılmış olup, böylece bir sıcaklık uygulaması için her çeşitten toplam 40 boğum çeliği kullanılmıştır. İki farklı sıcaklık ortamı için iki ayrı büyütme odası kullanılmış, her iki odada da boğum çelikleri 8/16 saat (gece/gündüz) fotoperiyot ve 1200-1300 lüks ışık şiddeti altında 8 hafta süreyle kültüre alınmışlardır.

Kültür süresinin sonunda, magentalar içerisindeki bitkicikler çıkarılarak boğum başına mikro yumru sayısı, ortalama mikro yumru ağırlığı, boğum başına mikro yumru verimi, mikro yumru eni, mikro yumru boyu ve stres tolerans indeksi gibi özellikler incelenmiştir. Çalışma sonucunda yüksek sıcaklığın denemeye alınan tüm çeşitlerde mikro yumru oluşumu ve büyümesini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte denemeye alınan patates çeşitlerinin mikro yumru oluşturma ve büyütme kapasitelerinin önemli derecede farklı olduğu, ayrıca çeşitlerin mikro yumru oluşturma kapasiteleri açısından sıcaklığa tepkilerinin de önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Mikro yumru oluşturma kapasitesi açısından yüksek sıcaklıktan en fazla olumsuz etkilenen çeşitlerin Agria, Tunika ve Anna olduğu; Konsul, Marabel ve Gülbaba çeşitlerinin ise yüksek sıcaklık stresinden en az etkilenen çeşitler olduğu saptanmıştır.

2011, 48 sayfa

Anahtar kelimeler: patates, *in vitro*, sıcaklık stresi, tolerans, mikro yumru, çeşit

ABSTRACT**EVALUATION OF HIGH TEMPERATURE TOLERANCE OF POTATO CULTIVARS GROWN IN TURKEY UNDER *IN VITRO* CONDITIONS**

This study was conducted under *in vitro* conditions at the Tissue Culture Laboratory of Niğde Potato Research Institute to determine tolerance of some potato cultivars grown in Turkey to high temperature stress. The microtuber production of twenty potato cultivars having different origin and maturity period were evaluated under normal (23 °C) and high (32 °C) growth temperatures. Firstly, *in vitro* plantlets of each cultivar were produced via meristem culture, and then single node cuttings derived from these plantlets were put into the magentas containing solid MS medium. Five node cuttings were placed into each magenta. The experiment was laid out in completely randomized plot design in factorial arrangement with temperature treatments as main plot and cultivars as sub plot. Two magentas per sub plot in each replicate were used, thus, forty single node cuttings were used in total for each cultivar at each temperature treatment. Two separate growth chambers were used for two different temperature treatments, and single node cuttings were cultured during eight weeks period under 8/16 hours (night/day) photoperiod and 1200-1300 lux illumination.

At the end of culture period, the single node cuttings were removed from magenta and the data on number of microtuber per cutting, average microtuber weight, microtuber weight per cutting, microtuber width, microtuber length and stress tolerance index were determined. It was found that high temperature stress caused significant decrease in microtuber production and growth of all cultivars. The microtuber production and growth capacity of all potato cultivars significantly differed, and all the cultivars also showed different responses to the growth temperature. Our results indicated that the cultivars Agria, Tunika and Anna are the most sensitive cultivars to the high temperature stress for microtuber production and growth while the cultivars Konsul, Marabel and Gülbaba are found as the most tolerant ones.

2011, 48 sayfa

Key words: potato, *in vitro*, heat stress, tolerance, microtuber, cultivar.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BAP	Benzil Amino Pürin
CCC	Klor Kolin Klorit
GA₃	Giberallik Asit
IAA	İndol-3- Asetik Asit
IBA	İndol Bütirik Asit
MS	Murashige Skoog
PEG	Polyethylen glycol
STI	Sıcaklık Tolerans İndeksi

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Projede kullanılan çeşitler ve bazı genel özellikleri	11
Çizelge 3.2. Patateste mikro yumru oluşturmada kullanılan temel ortam ve stok solüsyon için alınan miktarlar (Murashige and Skoog, 1962).....	13
Çizelge 3.3. Farklı kültür ortamları için temel MS ortamına eklenen büyüme düzenleyicileri	13
Çizelge 3.4. Çeşitlere ait nodların mikro yumru ortamına aktarılış ve hasat tarihleri	18
Çizelge 4.1. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru sayısı üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları.....	21
Çizelge 4.2. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde tek mikro yumru ağırlığı üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.3. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru verimi üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.4. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru eni üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.5. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru boyu üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.6. Denemeye alınan patates çeşitlerinde sıcaklık tolerans indeksi açısından elde edilen ortalama değerler.....	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Meristem kesitlerinin alınışı ve besi ortamına aktarılışı.....	14
Şekil 3.2. Nod kültürü yoluyla bitki çoğaltımı ve iklim odasından genel görüntü.....	16
Şekil 3.3. Bazı çeşitlere ait nodların iki farklı sıcaklıktaki magenta içerisinde görüntüleri	19
Şekil 3.4. Mikro yumru hasadına ait görüntüler	20
Şekil 4.1. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama mikro yumru sayısı değerleri.....	22
Şekil 4.2. Magenta içerisinde çıkarılmış bazı çeşitlere ait nodların 23 °C ve 32 °C' deki görüntüleri	23
Şekil 4.3. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama tek yumru ağırlığı değerleri.....	25
Şekil 4.4. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama nod başına mikro yumru verimi değerleri.....	26
Şekil 4.5. Kumpas yardımıyla mikro yumru eni ölçümlerinin yapılışı.....	29
Şekil 4.6. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama yumru eni değerleri.	29
Şekil 4.7. Kumpas yardımıyla mikro yumru boyu ölçümlerinin yapılışı.....	31
Şekil 4.8. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama yumru boyu değerleri.	31

1. GİRİŞ

Güney Amerika kökenli bir bitki olan patates (*Solanum tuberosum* L.), günümüzde deniz seviyesinden 4000 m yüksekliğe, 70. kuzey enleminden 50. güney enlemine kadar çok geniş bir alana yayılmış bulunmaktadır. Ancak böylesine geniş bir adaptasyon alanına sahip olan rağmen patates bitkisi aynı amanda çevresel değişimlere de oldukça hassas olup, aynı çeşitler bile farklı çevre koşulları altında bitki gelişimi ile verim ve kalite özellikleri açısından büyük farklılıklar gösterebilmektedir (Çalışkan ve ark., 1999). Dünyada yaygın olarak kültürü yapılan patates bir ılıman-serin iklim bitkisi olup bitki gelişimi ve verimi açısından en uygun sıcaklık aralığı 17-21 °C arasındadır (Struik ve Ewing, 1995). Sıcaklığın optimum değerlerin üzerine çıkması, patates bitkisinde bitki büyümesi ile verim ve kalite oluşumunu belirleyen, birbiriyle ilişkili birçok farklı fizyolojik işlevi önemli derecede etkilemektedir (Levy ve Veilleux, 2007).

Son yıllarda küresel ısınmanın etkileri daha belirgin olarak hissedilmeye ve buna karşı alınması gereken önlemler uzmanlar tarafından daha fazla tartışılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalara göre, mevcut artış eğiliminin devam etmesi durumunda bu yüzyılın sonunda sıcaklığın bölgelere göre 1,4 ile 5,8 °C arasında artacağı öngörülmektedir (Houghton ve ark., 2001). Küresel ısınmanın bazı bölgelerde yetişme sezonunun uzamasına veya üretim alanlarının genişlemesine neden olarak patates üretimine olumlu etkide bulunması beklenirken, bazı bölgelerde patates üretimi ve verimliliğini ciddi şekilde tehdit edeceği tahmin edilmektedir (Hijmans, 2003). Farklı iklim senaryoları kullanılarak Hijmans (2003) tarafından tahminlere göre, dünyadaki patates üretim alanlarında 2010-2039 döneminde 0,9-1,7 °C; 2040-2069 döneminde ise 1,6-3,0 °C sıcaklık artışı olacağı öngörülmüştür. Hijmans (2003) tarafından yapılan tahminlere göre küresel ısınmanın patates üretimi üzerine olumsuz etkilerinin en fazla görüleceği ülkelerden birisinin de Türkiye olacağı, sıcaklık artışına adaptasyon açısından herhangi bir çalışma yapılmaması durumunda potansiyel verim seviyesinde %36,7 oranında bir azalmanın olacağı beklenmektedir. Adaptasyon sağlanması durumunda ise potansiyel verimdeki azalma %17,1 düzeyinde kalacağı, ancak patates üretim alanlarının ise %10,4 oranında artacağı ileri sürülmüştür.

Ülkemizde halen Türkiye’de yetiştirilen veya deneme aşamasında olan çeşitlerin sıcaklığa toleransları hakkında fazla bir bilgi bulunmamaktadır. Ülkemizdeki çeşitlerin

yüksek sıcaklığa tolerans düzeylerinin bilinmesi, yetiştirme dönemi sıcaklıklarının nispeten yüksek olduğu bölgeler için yapılacak çeşit önerilerine de çok büyük katkı sağlayacaktır. Ayrıca ülkemizde mevcut çeşitlerin sıcaklığa tolerans derecelerinin belirlenmesi, başlatılacak ıslah programlarında doğru anaçların seçimine olanak sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu konuda ilk olarak Nam (2010) tarafından ülkemizdeki bazı patates çeşitlerinin yüksek sıcaklığa toleranslarının belirlenmesi amacıyla sera ve normal üretim koşullarında bir çalışma yapılmış ve elli çeşidin yüksek sıcaklığa tepkileri incelenmiştir.

Yüksek sıcaklığın patates çeşitlerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu amaçla, sıcak bölgelerde açık tarla veya serin bölgelerde sera gibi doğal koşullara benzer ortamlarda yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Sattelmacher, 1983; Ben Khedher ve Ewing, 1985; Levy, 1986; Reynolds ve Ewing, 1989; Levy ve ark., 1991; Nam, 2010). Ayrıca birçok araştırmacı da patates genotiplerinin yüksek sıcaklığa tepkilerini büyütme odası, *in vitro* ortam vb kontrollü koşullar altında belirlemeye çalışmışlardır (Nowak ve Colborne, 1989; Harvey ve ark., 1992; Gopal ve Minocha, 1998). Bunlar dışında yüksek sıcaklık stresi altında çeşitlerde meydana gelen bazı özel protein sentezleri ile enzim aktiviteleri gibi biyokimyasal ölçümlerin de sıcaklığa toleransın belirlenmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Nowak ve Colborne, 1989; Ahn ve ark., 2004).

Bitkilerin biyotik ve abiotik stres koşullarına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla *in vitro* koşullarda yapılacak çalışmaların da uygulanabilir olduğu ve bu yöntem ile strese dayanıklı bitki geliştirilmesinin daha az maliyetli olacağı ileri sürülmektedir (Svabova ve Lebeda, 2005; Rai ve ark. 2011). Bu nedenle son yıllarda çeşitli bitki türlerinin biyotik ve abiotik stres koşullarına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla son yıllarda birçok çalışmalar yürütülmüştür (Rai ve ark., 2011). Patates, doku kültürü çalışmalarında en fazla kullanılan bitkilerden birisi olup, patates genotiplerinin yüksek sıcaklıkta mikro yumru oluşturabilme yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla *in vitro* koşullarda yapılan çalışmalar, 1980'li yılların sonunda başlamıştır. Bu amaçla Nowak ve Colborne (1989) tarafından yapılan ilk çalışmada, yüksek sıcaklığın çeşitlere göre değişmekle birlikte tüm çeşitlerde mikro yumru oluşumunu önemli derecede azalttığı belirlenmiş ve *in vitro* yumru oluşturma yeteneğinin patates çeşitlerinin sıcaklığa toleranslarının belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya konmuştur. Daha sonra Harvey

ve ark. (1992) ve Gopal ve Minocha (1998) tarafından da benzer çalışmalar yürütülmüş ve *in vitro* koşullarda sıcaklığa tolerans açısından etkili bir seleksiyonun yapılabilereğini ortaya konulmuştur. Ülkemizde *in vitro* mikro yumru üretimi üzerine bazı alışmalar (Karadoğan, 1999; zkaynak ve Samancı, 2002; Yıldırım ve Tugay, 2002) olmakla birlikte, patates çeşitlerinin yüksek sıcaklığa tepkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma bulunmamaktadır. Bu alışma ile halen ülkemizde yetiştirilmekte olan bazı patates çeşitlerinin yüksek sıcaklığa toleranslarının *in vitro* koşullarda belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yüksek Sıcaklığın Patates Bitkisi Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar

Patateste yumru oluşumu için en uygun sıcaklıklar 16-20 °C arasındadır. Sıcaklığın 20 °C'yi aşması durumunda yumru oluşumunun geciktiği; yumru sayısı ve ortalama yumru ağırlığının önemli derecede azaldığı; 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise yumru oluşumu ve büyümesi durduğu bildirilmiştir (Marinus ve Bodlaender, 1975; Menzel, 1985; Struik ve ark., 1989; Van Dam ve ark., 1996; Levy ve Veilleux, 2007). Patateste yumru oluşumu çeşitli büyüme düzenleyicileri, enzimler ve diğer bileşikler tarafından kontrol edilmekte olup sıcaklık bu maddelerin sentezlenmesini etkileyerek yumru oluşumunu etkilemektedir. Yapılan çalışmalar, gibberelik asidin (GA₃) stolon ve sap uzamasını teşvik ettiğini ancak yumru oluşumunu engellediğini, absisik asidin (ABA) tam tersi bir etki göstererek yumru oluşumunu teşvik ettiğini göstermiştir (Vreugdenhil ve Struik, 1989; Xu ve ark., 1998; Jackson, 1999). Yüksek sıcaklık (>22 °C) patates bitkisinde GA₃ sentezini teşvik etmekte, buna bağlı olarak da sap uzaması artarken yumru oluşumu azalmaktadır (Menzel, 1983; Jackson, 1999). Benzer şekilde Nam ve ark. (2008)'de jasmonik asit (JA), tuberonik asit (TA), tuberonik asit glukosit (TAG) gibi lipoxigenase (LOX) türevi metabolitlerin yumru oluşumunda çok önemli rol oynadıklarını ve bu metabolitlerin sentezi için en uygun sıcaklığın 15-20 °C arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Yüksek sıcaklık, ayrıca ikinci büyüme, hasat öncesi sürgün oluşumu, büyüme çatlakları vb gibi bazı fizyolojik bozuklukların oranını da yükseltmektedir (Hiller ve ark., 1985; Van den Berg, 1989). Ayrıca yetiştirme ortamının sıcaklığının 30 °C'nin üzerine çıkmasıyla yumru parankima hücrelerinde bozulmalar meydana gelerek yumru etinde ve iletim demetlerinde kahverengi lekeler oluştuğu tespit edilmiştir (Sterret ve ark., 1991; Wannamaker ve Collins, 1992).

2.2. *In Vitro* Koşullarda Mikro Yumru Üretim Çalışmaları

Patateste *in vitro* koşullarda mikro yumru üretimi özellikle temel tohumluk üretimi amacıyla uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak *in vitro* ortamda mikro yumru

oluşturma yeteneği hem patates çeşitlerine hem de kullanılan ortamın içeriğine göre oldukça farklılık göstermektedir. Bu nedenle, farklı uygulamaların patates genotiplerinin mikro yumru oluşturmaya etkilerinin belirlenmesi ve mikro yumru üretim koşullarının optimizasyonu için çok sayıda çalışma yürütülmüştür.

Hussey ve Stacey (1984) tarafından yapılan bir çalışmada büyüme ortamına ilave edilen farklı büyüme düzenleyicilerin değişik fotoperiyotlar altında mikro yumru oluşumuna etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, 2mg/lt BAP ve %6 sakaroz içeren ortamda 8 saat ve 24 saatlik gün ışıklarında tutulan patates gövde kültürlerinde mikro yumruların 6-8 hafta içinde oluştuğunu, yumru oluşturma üzerine BAP'ın etkisinin kısa gün koşullarında daha fazla olduğu bulunmuştur.

Estrada ve ark. (1986) tarafından yapılan çalışmada meristem kültüründen sonra termoterapiye maruz bırakılan bitkilerin patojen kontrolü yapıldıktan sonra *in vitro* bitkiler tek boğum içerecek şekilde çoğaltıma alınmıştır. Bu bitkicikler sıvı çoğaltım ortamına aktararak koltuk altı tomurcuklarından hızlı büyüme sağlanmıştır. Yumru oluşumunu sağlamak amacıyla da ortama CCC eklenmiştir. Hasat edilen yumruların çapları 5 mm dolayında olmuştur.

Dodds ve ark. (1992) MS ortamına 500 mg/lt CCC ile birlikte 5 mg/lt BAP ve % 8 sakaroz ilave edildiğinde 4 hafta sonunda mikro yumru oluşumunun gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Seabrook (1993) tarafından yapılan bir çalışmada Jemseg, Katahdin, Russet Burbank ve Superior çeşitlerinin tek boğum arası kesitlerini 8 saatlik kısa gün (KG) ve 16 saatlik uzun gün (UG) koşullarından MS ortamında kültüre alınmıştır. Oluşan bitkicikler tekrar kesilmiş ve alınan tek boğum kesitleri tekrar UG ve KG koşullarında ve bu kez ortamda büyüme büyüme düzenleyicileri varken bekletilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda mikro yumru oluşumunun genotip ve fotoperiyod uygulamasından etkilendiği; UG-KG, KG-KG ve KG-UG kombinasyonları içinde UG-KG fotoperiyot döneminin mikro yumru oluşumunu teşvik etmek açısından daha etkili olduğu ve bu periyodun büyük çaplı ve taze ağırlığı yüksek yumrular verdiğini bildirmiştir.

Leclerc ve ark. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada Russet Burbank, Kennebec ve Superior patates çeşitlerine ait bitkicikler bütün olarak büyüme düzenleyici taşımayan bir ortamda mikro yumru teşviki için kültüre alınmıştır. Boğum

arası kesiti alınmadan bitkiler bu ortam içine konulduğunda daha kısa sürede mikro yumru oluşturmuşlar ve yumruları iri olmuştur. Mikro yumru oluşturma ortamına Coumarin veya CCC ve BAP ilavesi sadece 80 g/lt sakaroz ihtiva eden kontrol ortamına göre etkili olmamış, gövde başı mikro yumru sayısını azaltmıştır. İnkübasyon süresinin 22 günden 56 güne çıkarılması mikro yumru sayısını etkilememiş, fakat mikro yumru ağırlığını artırmıştır. 500 mg/lt CCC+ 5 mg/lt BAP ve 80 g sakaroz kullanıldığında Russet Burbank çeşidinde ortalama 264 mg tek yumru ağırlığı ve 3,6 adet yumru elde edilmiştir.

Khuri and Moorby (1995) mikro yumru üretiminde en yaygın kullanılan karbonhidratın sakaroz olduğunu bildirmişler ve besin ortamına ilave edilecek %8 oranında sakarozun, mikro yumruların gelişimi için en uygun oran olduğunu belirtmişlerdir.

Bizarri ve ark. (1995) patatesten mikro yumru oluşumu amacıyla ortama %8 oranında sakaroz kullanıldığında mikro yumru ağırlığının ortalama 44,6-77,5 mg olduğu bildirilmiştir.

Yamamoto ve Nakata (1997) meristemden gelişen Benimari, Danshauimo ve May Queen çeşitlerinin sürgünlerinin BAP ve CCC içeren ortamlarda mikro yumru üretimlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda çeşitlerin, 5 mg/lt BAP ve 500mg /lt CCC bulunan MS ortamında karanlık şartlarda kültüre alındıktan 28 gün sonra mikro yumru ağırlıkları ve sayıları bakımından en iyi sonucu verdiklerini bildirmişlerdir.

Jimenez ve ark. (2000) mikro yumru üretimi için kullanılan sıvı kültürlerin katı kültürlerle kıyasla bazı avantajı sahip olduğunu bildirmişlerdir. Desiree ve Atlantic patates çeşitleri ile yapılan çalışmalarda, dokuz haftalık kültür süresi sonunda sıvı kültürlerde sürgünler hızla uzayarak nod sayıları artmıştır. Kültüre alınan her noddan ortalama 2,8-3,1 adet yumru elde edilirken, yumru ağırlığı da katı ortama göre daha ağır bulunmuştur.

Karadoğan (1999) tarafında yapılan çalışmada farklı büyüme düzenleyicileri ve dozlarının kullanıldığı beş farklı büyütme ortamının (1: MS + 2,5 mg/lt Kinetin + 60 g sakaroz + 7 g agar, 2: MS + 3,5 mg/lt Kinetin + 60 g sakaroz + 7 g agar, 3: MS + 10 mg /lt BAP + 80 g sakaroz + 7 g agar, 4: MS+ 25 mg /lt Kumarin + 60 g sakaroz + 7 g agar, ve 5: MS + 2,5 mg/lt Kinetin 60 g sakaroz+ 2 g gelrite) üç patates çeşidinde mikro yumru oluşumuna etkileri araştırılmıştır. Yaklaşık 3,5 aylık kültür sonucunda bitki

başına en fazla mikro yumru sayısının 2,95 adet ile 1 no'lu (MS+2,5 mg/lit Kinetin +60g sakaroz + 7 g agar) ortamdandır, az mikro yumru sayısının ise 1,13 adet 3 no'lu ortamdandır (MS+10 mg/lit BAP +80 g sakaroz) elde edildiğini; en yüksek ortalama yumru sayısını ise 1,8 adet ile Famosa çeşidinin verdiğini bildirmiştir.

Coleman ve Coleman (2000) tarafından yapılan bir çalışmada Russet Burbank, Kennebec, Shepody çeşitlerinin boğum çelikleri, büyüme düzenleyicileri bulunmayan kontrol ortam ile litrede 5 mg BAP ve 500 mg CCC içeren bir ortamda kültüre alınmış ve kültürler 20 °C de 8 hafta tutularak mikro yumru oluşumu gözlenmiştir.

Yıldırım ve Tugay (2000) tarafından yapılan çalışmada Agria, Resy, Sultan, Klon 106 ve 122 patates genotiplerinden alınan meristem bitkileri iki ayrı ortamda yetiştirilerek mikro yumru oluşumları izlenmiştir. Çalışma sonucunda mikro yumru oluşturma kapasitesi açısından çeşitler arasında önemli farklılık olduğu, Agria ve Resy çeşitlerinin yüksek oranda mikro yumru oluştururken, Sultan, 106 ve 122 genotiplerinin düşük oranda mikro yumru oluşturduğu belirlenmiştir.

Özkaynak ve Samancı (2002) farklı besin ortamları ve dört inkübasyon süresinin (20 gün, 35 gün, 70 gün ve 105 gün) bazı patates çeşitlerinin (Concorde, Marfona ve Velox) *in vitro* koşullarda oluşturduğu mikro yumru sayısı ve ağırlıkları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneme sonucunda en iyi sonucun MS + 80g/lit sakaroz + 5 mg/lit BAP ve 500 mg/lit CCC içeren ortamdandır alındığını, ortalama bitki başına mikro yumru sayısının 1,8 adet, ortalama tek yumru ağırlığının 276,1 mg ve ortalama mikro yumru veriminin ise 73,2 mg/bitki olduğunu bildirmişlerdir.

2.3. Patates Çeşitlerinin Stres Koşullarına Dayanıklılığının Belirlenmesi Konusunda *In Vitro* Koşullarda Yapılan Çalışmalar

Patates çeşitlerinin yüksek sıcaklığa toleranslarının *in vitro* koşullarda belirlenmesi ile ilgili ilk çalışma Nowak ve Colborne (1989) tarafından yürütülmüştür. Nowak ve Colborne (1989) tarafından yapılan çalışmada Desiree, LT-2, Kennebec ve Russet Burbank çeşitlerine ait boğum eksplantları iki farklı kültür ortamında (Gelrite ve agar) ve iki farklı sıcaklıkta (20 °C ve 28-30 °C) kültüre alınmıştır. Çalışma sonucunda, yüksek sıcaklığın her iki ortamda da yumru oluşumunu önemli derecede azalttığı, yüksek sıcaklıkta yumru oluşturma kapasitesi bakımından çeşitler arasında önemli

farklılıklar bulunduğu belirlenmiş; *in vitro* yumru oluşturma yeteneğinin patates çeşitlerinin sıcaklığa toleranslarının belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Patates çeşitlerinin yüksek sıcaklığa tepkilerinin belirlenmesi amacıyla Harvey ve ark. (1992) tarafından yürütülen çalışmada patates çeşitleri 20 °C ve 26 °C sıcaklıkta mikro yumru üretimine alınmışlardır. *İn vitro* koşullarda MS + BAP (140 µg/l) ve 80 g/l sakaroz içeren ortamda kültüre alınan tek nod çelikleri ile yapılan denemeler sonucunda ortam sıcaklığının patates çeşitlerinin mikro yumru sayısı ve ağırlığını önemli derecede etkilediğini tespit etmişler. Spunta ve Arran Banner çeşitlerinde tek yumru ağırlığının 20 °C'de sırasıyla 32,3 ve 27,2 mg olurken, 26 °C'de ise sırasıyla 18,8 ve 17,4 mg olduğunu tespit etmişlerdir.

Zhang and Donnely (1997) patates genotiplerinin tuz stresine toleranslarının *in vitro* koşullarda belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, üç farklı *in vitro* yönteminin (tek boğumlu çeliklerin büyümesi, kök ucu parçalarının gelişimi ve mikro yumru oluşumu) benzer sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu yöntemlerin (özellikle tek boğum çeliklerinin) patates genotiplerinin tuzluluğa toleranslarının belirlenmesinde çok fazla emek ve bütçe gerektiren tarla çalışmalarının yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Gopal ve Minocha (1998) çeşitli agronomik özellikler açısından *in vitro* koşullarda yapılacak seleksiyonların etkinliğini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, 22 patates çeşidini sekiz farklı kültür ortamında denemeye almışlar ve buradaki performanslarını iki farklı *in vivo* koşullarındaki performansları ile karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda gerek *in vitro* gerekse *in vivo* koşullarında önemli derecede yüksek genotipik varyansın oluştuğunu, ancak *in vitro* koşullarda hata kareler ortalamasının daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. *İn vitro* koşullarda yapılan seleksiyonun yumru rengi, sap pigmentliliği, göz sayısı gibi özellikler açısından oldukça etkili olduğu, ortalama yumru ağırlığı, bitki büyüme gücü gibi özellikler açısından da orta derecede etkili olduğunu belirleyen araştırmacılar, ayrıca *in vitro* koşullarda sıcaklığa tolerans açısından da etkili bir seleksiyonun yapılabileceğini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, *in vitro* koşullarda yumru verimi veya yumru sayısı gibi özellikler açısından yapılacak seleksiyonların etkinliğinin düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Gopal ve ark. (1998) tarafından gün uzunluğu sıcaklık ve ışık yoğunluğunun çeşitlerin mikro yumru üretimine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışma sonucunda patates genotiplerinin kısa fotoperiyot (8 saat), düşük sıcaklık ve düşük ışık yoğunluğunda ortalama olarak daha yüksek mikro yumru sayısı ve ağırlığına sahip olduklarını belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada ortalama mikro yumru sayısının 0,91 adet ve ortalama yumru veriminin ise 241,7 mg olduğunu bildirmişlerdir.

Khrais ve ark. (1998) patates genotiplerinin tuzluluğa toleranslarının *in vitro* koşullarda belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada 140 patates genotipinin değişik dozlarda (0, 40, 80 ve 120 mM) NaCl içeren MS ortamındaki gelişimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda Amisk, Belrus, Bintje, Onaway, Sierra ve Tobique çeşitlerinin tuzluluğa en toleranslı çeşitler olduğu saptanmıştır.

Ochatt ve ark. (1999) patateste tuzluluğa toleranslı bitkilerin geliştirilmesi amacıyla *in vitro* ortamda yapılan tekrarlamalı seleksiyonların etkinliğini araştırmışlardır. Bu araştırmada önce farklı tuzluluk düzeylerinde (60-450 mM NaCl) büyüme gösterebilen hatları seçmişler, daha sonra bunların farklı tuz düzeyleri ve tuz kaynaklarındaki (KCl ve Na₂SO₄) büyümelerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda *in vitro* koşullarda yapılan çalışmalarla, tuzluluğa toleranslı yeni hatların geliştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Al-Safadi ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada *in vitro* koşullarda patates yumru üretimi üzerinde düşük dozlu gama ışınlarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmada üç patates çeşidinin (Diamat, Drago ve Spunta) virüsten ari nod kısımlarını yumru oluşum ortamına alınmışlar ve 4 gama (2,5, 5, 10, 15 Gy) dozu ile ışınlanmışlardır. Denemeler sonunda (2,5 Gy) gama ışınının mikro yumru sayısında artışa neden olduğu fakat ortalama yumru ağırlığını etkilemediği belirlenmiştir. Diamat çeşidinin ise Drago ve Spunta çeşidinden daha fazla mikro yumru ürettiği tespit edilmiştir.

Silva ve ark. (2001) tuz stresinin And kökenli bazı patates türlerinde *in vitro* şartlarda mikro yumru oluşumu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada dona karşı farklı düzeyde dayanıklılık gösteren *Solanum tuberosum* L., *S. curtilobum* Juz. and Bukasov ve *S. juzepczuckii* Bukasov türlerini (0, 25, 50, 75, 100) mM NaCl uygulaması yaparak denemeye almışlardır. Ayrıca *in vitro* koşullarında oluşan mikro yumruarda indirgenmiş şeker, indirgenmemiş şeker, toplam suda çözülebilir şeker ve nişasta içeriği

gibi karbonhidrat içerikleri de belirlenmiştir. Çalışma sonunda stolon büyümesi ve mikro yumru oluşturma kapasitelerinin tuzluluktan önemli derecede etkilendiği; en yüksek tuz yoğunluğunun tüm türlerde mikro yumru oluşumunu engellediği ancak stolon gelişimini engellemediğini bildirmişlerdir. Tuzluluğa hassas olan *S. tuberosum* türünde stolon büyümesi önemli derecede azalırken, dona toleranslı olan diğer iki türde artan tuzluluk düzeyleriyle stolon büyümesinin artma eğiliminde olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca tuzluluğun patates türlerinde şeker birikimini farklı düzeylerde etkilediğini, *S. tuberosum* türünde tuz stresi altında nişasta miktarının arttığını ancak diğer iki türde sabit kaldığını belirtmişlerdir.

Backhausen ve ark. (2005) patatesten tuzluluğa karşı toleransın hava nemiyle ilişkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada Desiree çeşidini hidrofonic sistemde yüksek (%85 nispi nem) ve düşük (%60) hava nispi neminde yetiştirmişlerdir. Büyümeden 6 hafta sonra 300 mM NaCl besin solüsyonu olarak eklemişlerdir. Düşük hava nispi neminde yetişen bitkiler 5 gün içerisinde hasara uğramışlardır. Yüksek hava nispi neminde yetiştirilen bitkiler ise uygulamadan sonra en az 3 hafta daha canlılıklarını sürdürmüşlerdir.

Patates çeşitlerinin kuraklığa toleranslarının *in vitro* koşullarda test edilmesi amacıyla Gopal ve Iwama (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, beş farklı konstrasyonda sorbitol ve Polyethylene glycol (PEG) kullanılarak; IWA-1, IWA-3, IWA-5 genotiplerinin kuraklığa toleransları incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda IWA-1'in IWA-3'den su stresinden daha az etkilendiği, IWA-5'in ise etkilenmediği bulunmuş; sorbitolun ise PEG'den daha az ve tersi yönde etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma Niğde Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü doku kültürü laboratuvarı ve büyütme odalarında yürütülmüştür. Araştırmada farklı orijin, yetiştirme süresi ve kullanım tipine sahip 20 adet patates çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan patates çeşitleri ve bazı genel özellikleri aşağıda Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Projede kullanılan çeşitler ve bazı genel özellikleri

Çeşitler	Olgunlaşma Grubu	Orijini	Kullanım Tipi
Agata	Çok erkenci	Hollanda	Yemeklik
Marabel	Erkenci	Almanya	Yemeklik
Fox	Erkenci	Almanya	Yemeklik
Carla	Erkenci	Almanya	Yemeklik
Russet Burbank	Erkenci	ABD	Sanayilik
Tanja (1967)	Erkenci	Hollanda	Yemeklik
Gülbaba	Erkenci	Macaristan	Yemeklik
Arran Plot	Erkenci	İngiltere	Yemeklik
Konsul	Orta Erkenci	Hollanda	Yemeklik
Lotte	Orta Erkenci	Almanya	Yemeklik
Tunika	Orta Erkenci	Almanya	Yemeklik
Anais	Orta Erkenci	Fransa	Yemeklik
Hermes	Orta Erkenci	Avusturya	Sanayilik
Arnika	Orta Erkenci	Almanya	Yemeklik
Provento	Orta Geççi	Hollanda	Yemeklik
Aurea (588-96-4)	Orta Geççi	Fransa	Yemeklik
Agria	Orta Geççi	Almanya	Yemeklik ve sanayilik
Granola	Orta Geççi	Almanya	Yemeklik
Van Gogh	Orta Geççi	Hollanda	Sanayilik
Anna	Geççi	İrlanda	Yemeklik

3.2. Yöntem

Mikro yumru oluşturulması amacıyla ilk olarak meristem kültürü yoluyla bitkicikler elde edilmiş, daha sonra bu bitkicikler boğum (nod) kültürü yoluyla

çoğaltılmış ve araştırmanın ana materyali olarak kullanılmıştır. 6-7 cm boyunda, 5-6 boğum taşıyan bu bitkiler steril kabin içerisinde tek boğumlar halinde mikro yumru oluşturması için katı besin ortamı bulunan magenta içerisinde aktarılarak 23 °C ve 32 °C’ de mikro yumru üretimleri teşvik edilmiştir. Çalışmada sırasıyla meristem, nod kültürü ve mikro yumru üretim ortamı kullanılmıştır.

3.2.1. Kültür Ortamı

Bu araştırmada temel ortam olarak Murashige ve Skoog’un (1962) inorganik tuzları, vitamin ve amino asitler içeren MS ortamı kullanılmıştır (Çizelge 3.2). Ancak kullanılan besi ortamı meristem kültürü, nod kültürü ve mikro yumru üretimi için farklı büyüme maddeleri ilave edilerek düzenlenmiştir (Çizelge 3.3).

Bitki büyüme düzenleyicilerinden olan oksinler hücre gelişimi ve köklenmeyi teşvik ederken sitokininler de sürgün oluşumunu teşvik etmektedir. Ayrıca Gibberellinlerin de bitkilerde nod aralarını uzatarak sürgün boylarının ve gövdenin uzamasını teşvik etmektedir (Babaoğlu, 2001). Bu nedenle meristem kültürü amacıyla kullanılan ortama oksin olarak 0,1 mg/lt IAA (Indol-3-Asetik Asit), sitokinin olarak 0,1 mg/lt Kinetin ve 0,1 mg/lt GA₃ ilave edilmiştir (Çizelge 3.3). Nod kültürü ortamında çelikleri köklendirmek amacıyla 2 mg/lt IBA kullanılmıştır. Mikro yumru ortamına sürgün oluşumunu teşvik amacıyla 5 mg/lt BAP ve 500 mg/lt CCC eklenmiştir (Hussey ve Stacey, 1984).

3.2.2. Kültür Ortamı Hazırlığı

Murashige ve Skoog’un (1962) temel ortamında belirtilen miktarlarda makro ve mikro besin elementleri ile organik bileşenler ve büyüme düzenleyicileri tartılarak 100 ml’lik stok çözeltiler hazırlanmıştır. 1 litrelik besin ortamı için stok çözeltilerin her birinden pipetle 5 ml çekilerek 30 g sakaroz ilave edilmiş ve saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin pH’sı 5.7’ye ayarlanmıştır. 1 litrelik besin ortamına 6 g agar ilave edilerek çözeltinin homojen dağılımını sağlamak için su banyosunda 30-40 dakika eritilmiştir. Daha sonra homojen haline gelen ortam 2,5 cm

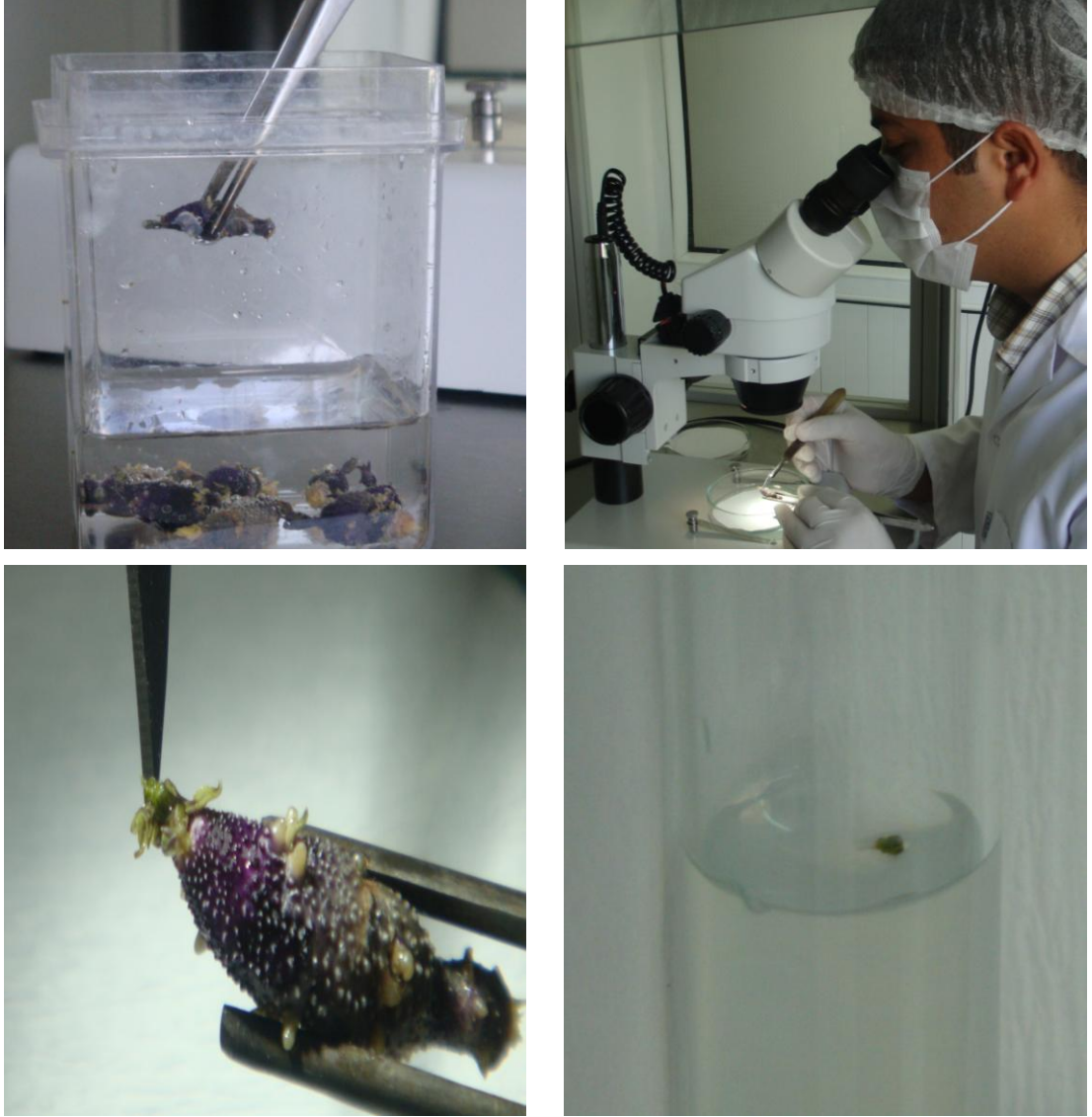
çapındaki deney tüplerine eşit olarak (8 ml) dağıtılmıştır. Tüplerin ağızları pamukla kapatılmış, otoklavda 121 °C’de 1 atmosfer basınç altında tutularak sterilize edilmiştir.

Çizelge 3.2. Patateste mikro yumru oluşturmada kullanılan temel ortam ve stok solüsyon için alınan miktarlar (Murashige and Skoog, 1962)

Kimyasal Maddeler	MS (1962) mg/lt	Stok Solüsyon İçin Alınan Miktarlar	1 Litre İçin Alınan Miktar	Stok Numaraları
NH ₄ NO ₃	1650	33 g + 100ml distile su	5 ml	Stok-1
KNO ₃	1900	38 g + 100ml distile su	5 ml	
MgSO ₄ 7 H ₂ O	370	7,4 g+ 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	0,172 g + 100ml distile su	5 ml	
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025	0,5 g + 100ml distile su	5 ml	
H ₃ BO ₃	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	0,025	0,5 mg + 100ml distile su	5 ml	Stok-6
İnositol	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

Ortam	IAA (mg/lt)	IBA (mg/lt)	GA3 (mg/lt)	Kinetin (mg/lt)	BAP (mg/lt)	CCC (mg/lt)	Sakaroz (mg/lt)	Agar (mg/lt)
Meristem kültürü	0,1		0,1	0,1			30	6
Nod kültürü		2					20	6
Mikro yumru üretim					5	500	80	6



Şekil 3.1. Meristem kesitlerinin alınması ve besi ortamına aktarılması

3.2.3. Meristem Kesitlerinin Alınması

Cam kaplar (beher, Petri, erlen v.b) pens, bistüri ve kurutma kağıdı aliminyum folyo ile sarılarak, etüvde 160 °C’de 15-30 dakika bekletilerek sterilize edilmişlerdir.

1-1,5 cm uzunluğundaki patates sürgünleri steril kesit odasındaki laminar kabin içerisinde sırasıyla %25’lik NaClO (sodyum hipoklorit) bulunan beherde üç dakika, %70’lik alkol bulunan beherde ise beş dakika süreyle tutulmuş ve daha sonra steril destile su ile çalkalanarak yüzeysel sterilisasyon işlemi sağlanmıştır. Sterilisasyondan sonra saf su içerisinde steril pens yardımıyla alınan sürgünlerin üzerindeki fazla su

kurutma kağıdıyla alınmış, binoküler mikroskop altında sürgünlerin yaprak primordiyaları uzaklaştırılmış ve meristem ucu kesilerek steril pens yardımıyla besin ortamına meristemin kesik yüzü ortama yapışacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.1). Tüplerin ağızları pamukla kapatılmış üzerleri alüminyum folyo ile örtülmüş ve iklim odasına alınmıştır. Patates yumrularından meristem alımı çalışmaları 15 Ocak 2009 tarihinde başlanmıştır.

3.2.4. Nod Kültürü Çalışmaları ve Bitki Çoğaltımı

Meristemden gelişen 5-6 cm boyundaki bitkilerin nod kültürü yoluyla çoğaltımı yapılmıştır. Bu bitkiler araştırmanın ana materyali olarak kullanılmıştır. Bu amaçla meristem bitkicikleri MS ortamına ilaveten 2 mg/lt IBA, 6 g/lt agar ve 20 g sakaroz içeren köklendirme ortamında hızlı çoğaltıma alınmıştır (Yıldırım ve Tugay, 2002).

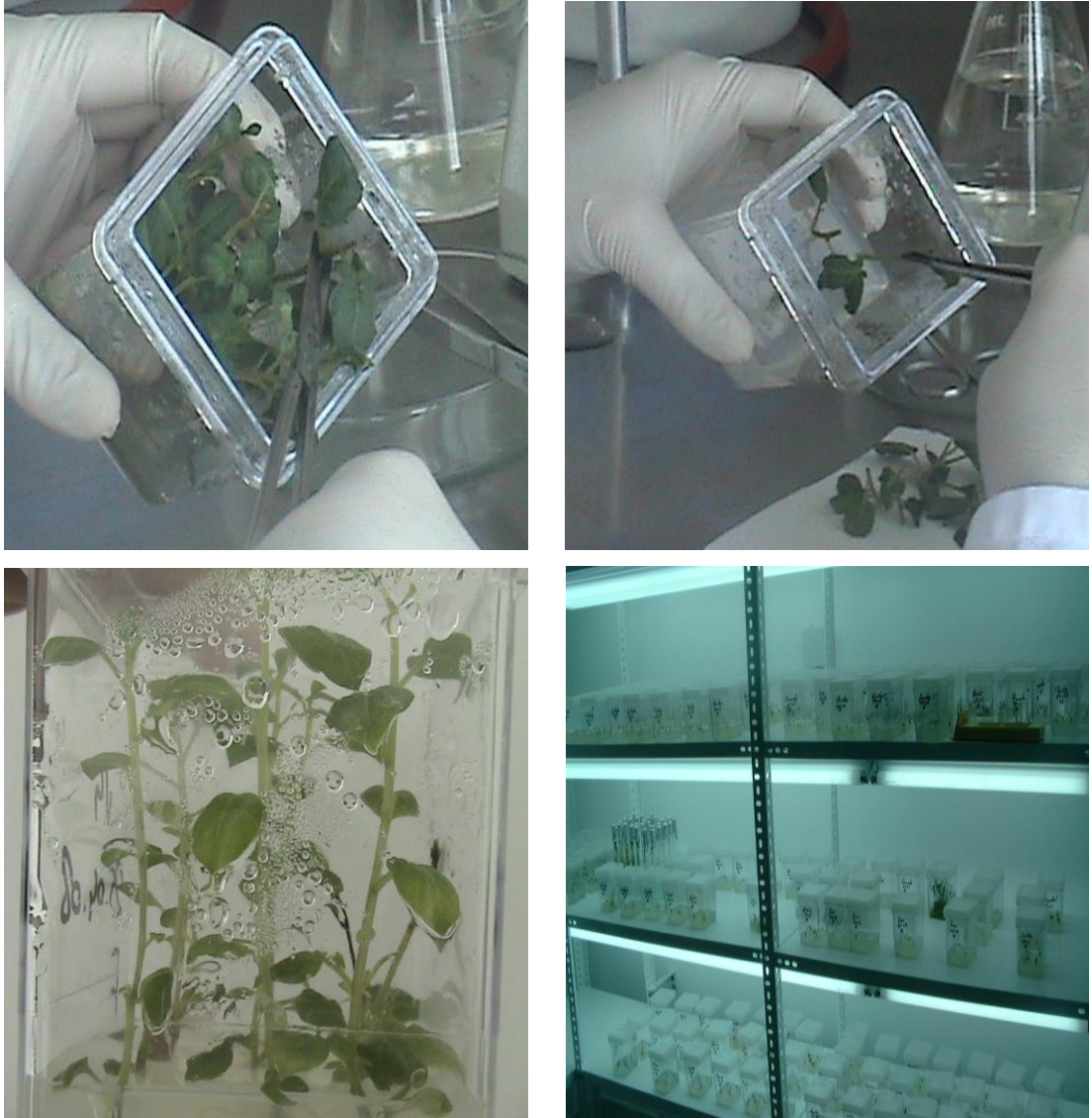
Çoğaltım işleminde meristem kültürü ile elde edilen bitkicikler tüpler içerisinden steril pens yardımıyla çıkarılarak steril kurutma kağıdının üzerine yerleştirilmiştir. Bitkicikler bir ya da iki nod içerecek şekilde boğum aralarından kesilerek köklendirme ortamına alınmışlardır (Şekil 3.2). Böylece bir bitkicikten 1 ay içerisinde 3-4 adet yeni bitkicikler elde edilmiş, bu işlem deneme için yeterli sayıda bitki elde edilinceye kadar sürdürülmüştür.

3.2.5. Mikro Yumru Üretimi

Denemede mikro yumru üretimi amacıyla temel MS ortamına 5 mg/lt BAP ve 500 mg/lt CCC ile 80 g/lt sakaroz ilave edilen mikro yumru üretim ortamı kullanılmıştır (Nowak ve Colborne, 1989).

Mikro yumru üretim denemeleri sürekli 23 °C ve 32 °C sıcaklığa ayarlanmış iki ayrı iklim odasında yürütülmüştür. Her iki iklim odasında da denemeler dört tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde her çeşit için iki adet magenta kullanılmıştır. Hazırlanan kültür ortamından her magentaya 70 ml konulmuş; her magentaya 5'er adet nod aktarılmıştır. Böylece her bir sıcaklık uygulamasında her çeşit için bir tekerrürde 10, toplamda ise 40 bitkicik (nod) kullanılmıştır. Her iki iklim odasında da (sıcaklık

uygulaması) bitkicikler 8 saat karanlık 16 saat ışık periyodunda, 1200-1300 lüks ışık şiddeti aydınlatmada 8 hafta süreyle kültüre alınmıştır. Çeşitlere ait nodların mikro yumru ortamına aktarılış ve hasat tarihleri Çizelge 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Nod kültürü yoluyla bitki çoğaltımı ve iklim odasından genel görüntü

Her iki sıcaklık ortamında da denemeye alınan patates çeşitleri mikro yumru üretim amacıyla 8 hafta kültüre alınmışlar ve bu süre sonunda bitkicikler iklim odasından çıkartılarak denemede planlanan ölçümler yapılmıştır. Çalışmada mikro yumru hasatları, çeşitlerin iklim odasına konulma tarihine göre 05 Mart ile 07 Mayıs 2010 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.4). Bazı çeşitlerin iki farklı sıcaklıkta magenta içerisinde görüntüleri Şekil 3.3’de; mikro yumru hasadına ilişkin

görüntüler ise Şekil 3.4'de verilmiştir. İki farklı yetiştirme sıcaklığı altında yapılan mikro yumru üretim çalışmaları sonucunda çeşitlerin yüksek sıcaklığa tepkilerinin belirlenmesi amacıyla aşağıdaki ölçümler yapılmıştır:

Nod Başına Yumru Sayısı (adet/nod): Bir magenta içerisinde hasat edilen toplam yumru sayısının magentadaki nod sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Nod Başına Yumru Verimi (mg/nod): Bir magenta içerisinde elde edilen toplam mikro yumru ağırlığının, toplam nod sayısına bölünmesi ile elde hesaplanmıştır.

Ortalama Mikro Yumru Ağırlığı (mg): Bir magenta içerisinde elde edilen toplam mikro yumru ağırlığının, toplam mikro yumru sayısına bölünmesi ile elde hesaplanmıştır.

Yumru Eni (mm): Her magenta içerisinde hasat edilen tüm yumruların enleri kumpas yardımıyla ölçülmüş ve her uygulama için ortalama yumru eni hesaplanmıştır.

Yumru Boyu (mm): Her magenta içerisinde hasat edilen tüm yumruların uzunlukları kumpas yardımıyla ölçülmüş ve her uygulama için ortalama yumru boyu hesaplanmıştır.

Yüksek Sıcaklık Tolerans İndeksi (STI): Denemeye alınan çeşitlerin STI değeri Fernandez (1992) tarafından tanımlanan aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$STI = \frac{YV_n + YV_{ys}}{(OYV_n)^2}$$

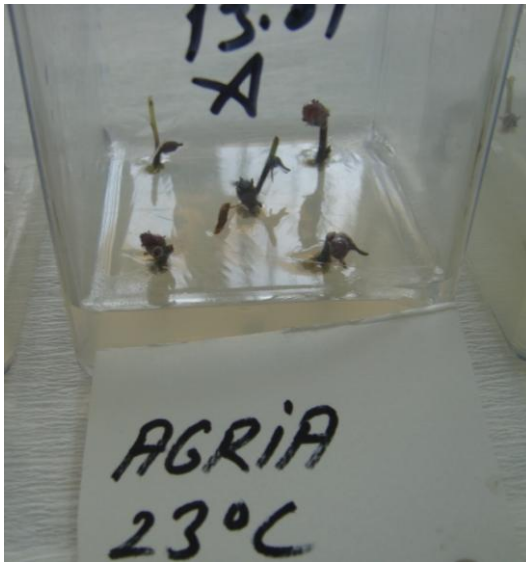
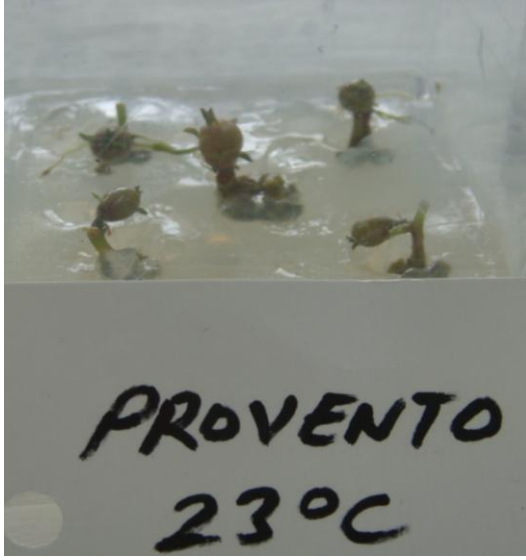
Formülde YV_{ys} çeşidin yüksek sıcaklık altındaki yumru verimini, YV_n çeşidin normal koşullardaki yumru verimini, OYV_n ise çeşitlerin normal koşullardaki ortalama verimlerini ifade etmektedir.

3.3. Verilerin İstatistiksel Analizi

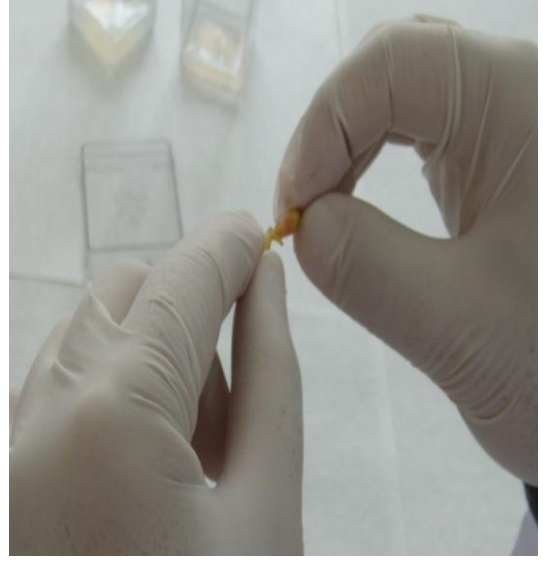
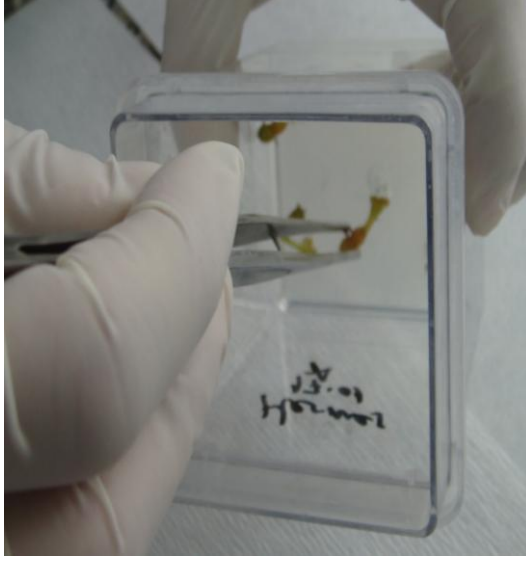
Araştırmada elde edilen verilere, JUMP istatistik programından yararlanılarak tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizine tabi tutulmuş uygulamalar arasındaki farklılıklar F testine göre belirlenmiş ve değişim katsayıları (%) hesaplanmıştır. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklar, JUMP istatistik programında karşılaştırma testi kullanılarak %5 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.4. Çeşitlere ait nodların mikro yumru ortamına aktarılış ve hasat tarihleri

Çeşit Adı	Aktarılan Nod Sayısı (Adet)		Nod Aktarma Tarihleri	Mikro Yumruların Hasat Tarihleri
	23 °C	32 °C		
Agria	40	40	13.01.2010	19.03.2010
Marabel	40	40	15.01.2010	19.03.2010
Hermes	40	40	17.01.2010	19.03.2010
Anna	40	40	17.01.2010	19.03.2010
Granola	40	40	18.01.2010	19.03.2010
Van Gogh	40	40	19.01.2010	19.03.2010
Lotte	40	40	19.01.2010	19.03.2010
Arran Plot	40	40	19.01.2010	19.03.2010
Agata	40	40	19.01.2010	19.03.2010
Anais	40	40	19.01.2010	19.03.2010
Carla	40	40	21.01.2010	19.03.2010
Tanja	40	40	21.01.2010	19.03.2010
Gülbaba	40	40	21.01.2010	19.03.2010
Provento	40	40	22.01.2010	19.03.2010
Arnika	40	40	10.02.2010	10.04.2010
Fox	40	40	10.02.2010	10.04.2010
Tunika	40	40	15.02.2010	15.04.2010
Russet Burbank	40	40	17.02.2010	15.04.2010
Konsul	40	40	17.02.2010	15.04.2010
Aurea	40	40	25.03.2010	20.05.2010



Şekil 3.3. Bazı çeşitlere ait nodların iki farklı sıcaklıktaki magenta içerisinde görüntüleri



Şekil 3.4. Mikro yumru hasadına ait görüntüler

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Nod Başına Mikro Yumru Sayısı (adet/nod)

Farklı yetiştirme ortamı sıcaklıklarının denemeye alınan patates çeşitlerinde ortalama mikro yumru sayısı üzerine etkileri açısından elde edilen verilere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, yetiştirme ortamı sıcaklığı, çeşitler ve sıcaklık x çeşit interaksiyonunun nod başına mikro yumru sayısı üzerine çok önemli ($p \leq 0.01$) düzeyde etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru sayısı üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Çeşit	19	0,136	16,849**
Sıcaklık	1	7,656	947,165**
Çeşit x Sıcaklık	19	0,057	6,991**
Hata	120	0,008	
DK (%)		11,1	

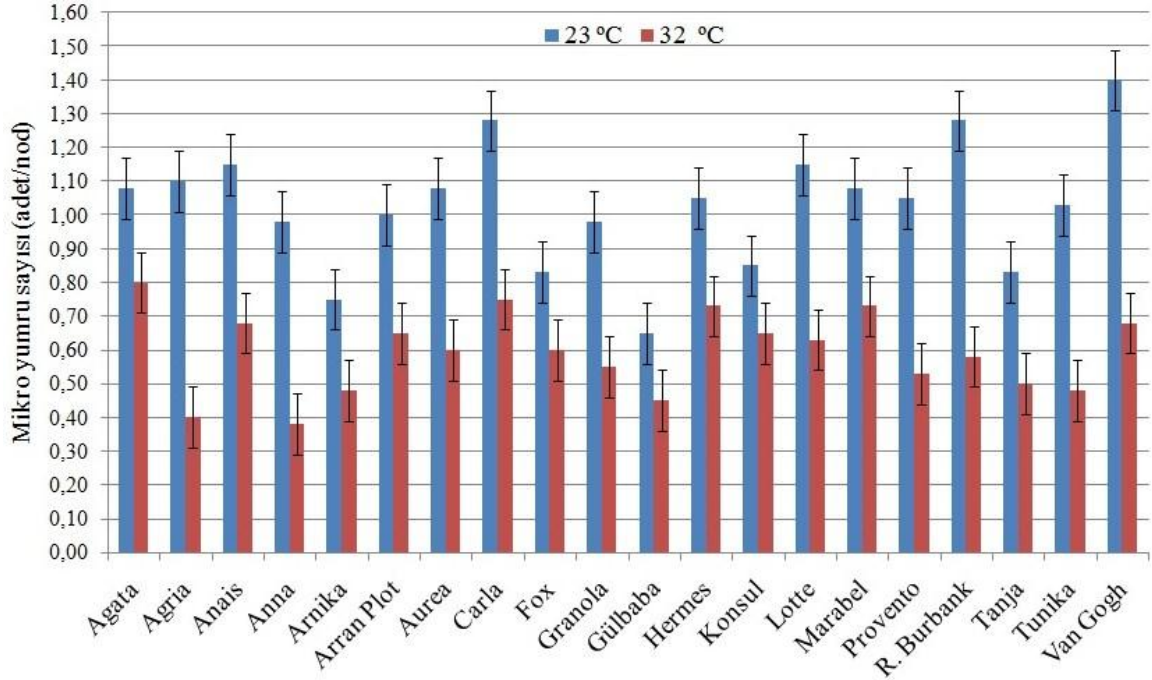
* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

23 °C’de tüm çeşitlerin ortalama mikro yumru sayısı 1,03 adet/nod olarak tespit edilirken, 32 °C’de çeşitlerin ortalama mikro yumru sayısı yaklaşık %42,5 oranında azalma göstermiş ve 0,59 adet/nod olarak belirlenmiştir. 23 °C’de ve 32 °C’de yetiştirilen bazı çeşitlerden elde edilen mikro yumrular Şekil 4.2’de görülmektedir. 23 °C’de nod başına maksimum üç mikro yumru, 32 °C’de ise nod başına maksimum iki mikro yumru elde edilmiştir.

Denemeye alınan çeşitlerin ortalama mikro yumru sayıları 23 °C’de 0,65 adet/nod (erkenci Gülbaba) ile 1,4 adet/nod (orta geççi Van Gogh) arasında değişim gösterirken; 32 °C’de 0,38 adet/nod (geççi Anna) ile 0,8 adet/nod (çok erkenci Agata) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1).

Denemede çeşitlere göre elde edilen ortalama mikro yumru sayılarının, daha önce Gopal (1998) tarafından bildirilen ortalama mikro yumru sayılarına (0,91

adet/nod) benzer olduğu; ancak Jimenez ve ark. (2000) gibi bazı araştırmacıların bildirdiği değerlerin (2,8-3,1 adet/nod) altında olduğu görülmektedir. Bu durum, farklı çalışmalarda kullanılan mikro yumru üretim ortamları ve çeşitlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.1. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama mikro yumru sayısı değerleri

Yetiştirme ortamı sıcaklığının 23 °C'den 32 °C'ye yükselmesiyle tüm çeşitlerin mikro yumru sayılarında azalma olmakla birlikte, kullanılan çeşitlerin mikro yumru sayısı açısından yetiştirme ortamı sıcaklığına tepkilerinin önemli derecede farklı olduğu görülmektedir (Şekil 4.1). Yetiştirme ortamı sıcaklığının artmasıyla mikro yumru sayısındaki en fazla azalma orta geççi Agria, geççi Anna ve orta geççi Provento çeşitlerinde görülmüştür. Ancak orta erkenci Konsul, çok erkenci Agata ile yine orta erkenci Hermes çeşitlerinde yüksek sıcaklığa bağlı olarak mikro yumru sayısındaki azalmanın daha az olduğu görülmektedir (Şekil 4.1). Tüm çeşitler için genelleme yapmak zor olmakla birlikte, mikro yumru sayısı açısından genellikle geççi çeşitlerin yüksek sıcaklıktan daha fazla etkilendikleri tespit edilmiştir. Bu durum, erkenci çeşitlerin nispeten daha erken mikro yumru oluşturmalarına bağlanabilir. Daha önce Nowak ve Colborne (1989) tarafından yapılan çalışmada da yüksek sıcaklığın patates

çeşitlerinde mikro yumru oluşumunu önemli derecede azalttığı ve çeşitlerin mikro yumru oluşturma kapasitesi açısından sıcaklığa tepkilerinin de farklı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Magenta içerisinde çıkarılmış bazı çeşitlere ait nodların 23 °C ve 32 °C'deki görüntüleri

4.2. Tek Yumru Ağırlığı (mg/yumru)

Farklı yetiştirme ortamı sıcaklıklarının denemeye alınan patates çeşitlerinde ortalama mikro yumru ağırlığı üzerine etkileri açısından elde edilen verilere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda hem sıcaklık uygulaması ve çeşitlerin ana etkilerinin hem de sıcaklık x çeşit

interaksiyonunun tek mikro yumru ağırlığı üzerine çok önemli ($p \leq 0.01$) düzeyde etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Denemeye alınan patates çeşitlerinin normal yetiştirme sıcaklığında ($23\text{ }^{\circ}\text{C}$) ortalama tek mikro yumru ağırlığı $107,9\text{ mg}$ olurken; çeşitlerin yüksek sıcaklık ($32\text{ }^{\circ}\text{C}$) altında yetiştirilmeleri durumunda ortalama tek mikro yumru ağırlığı $\%36,4$ oranında azalmış ve $68,7\text{ mg}$ olmuştur.

Çizelge 4.2. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde tek mikro yumru ağırlığı üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları

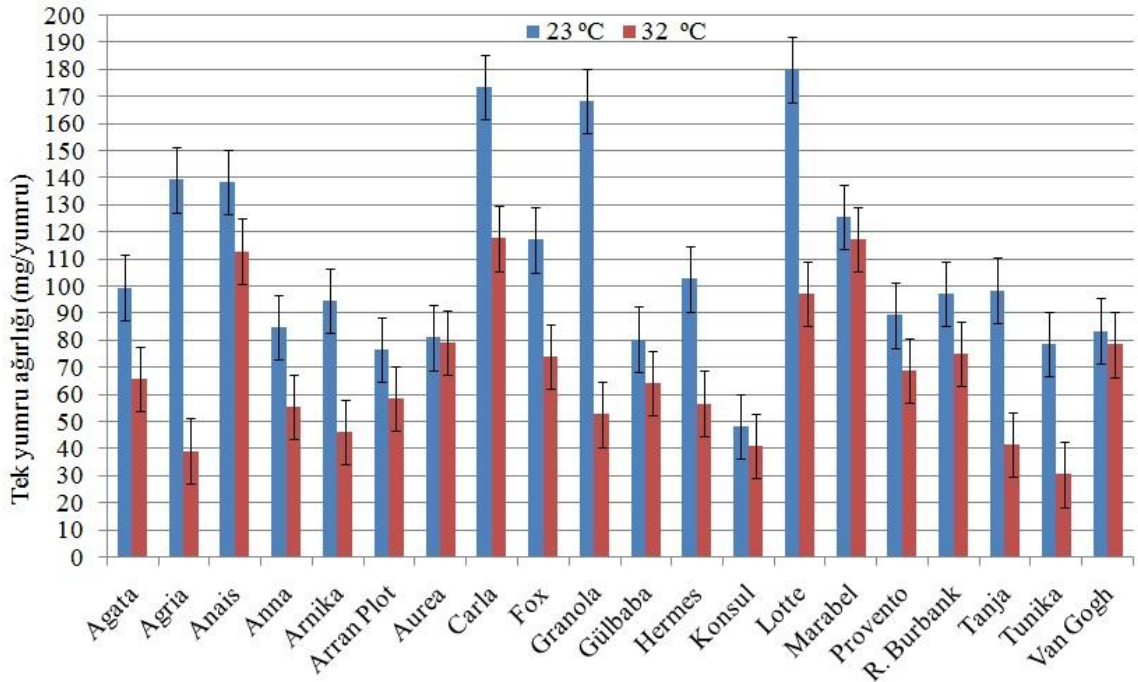
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Çeşit	19	5772,49	78,938**
Sıcaklık	1	62495,78	854,625**
Çeşit x Sıcaklık	19	1939,71	26,525**
Hata	120	73,13	
DK (%)		9,7	

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

Daha önce benzer şekilde yüksek sıcaklık altında patates çeşitlerinin mikro yumru üretimlerini inceleyen Harvey ve ark. (1992), ortalama tek mikro yumru ağırlıklarının çeşitlere göre $17,4\text{ mg}$ - $32,3\text{ mg}$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bizim elde ettiğimiz ortalama değerler, Harvey ve ark. (1992) tarafından elde edilen değerlerin oldukça üzerindedir. Bununla birlikte Leclerc ve ark. (1994) tarafından yapılan çalışmalar, kullanılan besi ortamının içeriğine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak tek mikro yumru ağırlıklarının önemli derecede değişebileceğini ve çok daha iri yumrular ($>250\text{ mg}$) elde edilebileceğini göstermiştir.

$23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de denemedeki çeşitlerin ortalama tek mikro yumru ağırlığı değerleri $48,2\text{ mg}$ ile $180,1\text{ mg}$ arasında değişim göstermiş; en düşük değer orta erkenci Konsul çeşidinden elde edilirken, en yüksek değer orta erkenci Lotte çeşidinden elde edilmiştir (Şekil 4.3). $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de tüm çeşitlerin ortalama mikro yumru ağırlığı değerleri önemli derecede azalma göstermiş, ancak azalma oranı çeşitlere göre farklılık göstermiştir. $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de en düşük ortalama tek mikro yumru ağırlığı değeri $30,6\text{ mg}$ orta erkenci Tunika çeşidinden elde edilirken, en yüksek değer $117,7\text{ mg}$ ile yine erkenci çeşit olan Carla'dan elde edilmiştir (Şekil 4.3). Orta geççi Aurea çeşidi $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de tek yumru ağırlığında en az azalma gösteren çeşit olurken, orta geççi Van Gogh ve erkenci

Marabel çeşitleri Aurea çeşidinden sonra ortalama mikro yumru ağırlığı en az azalan çeşitler olmuşlardır (Şekil 4.3). En fazla azalma ise geççi Agria ve orta geççi Granola çeşidinde görülmüştür. Erkençi çeşitlerin daha ağır yumru oluşturmaları geççi çeşitlere göre daha erken yumru oluşturmalarına bağlanabilir. Daha önce Harvey ve ark. (1992) tarafından yapılan çalışmada da yüksek sıcaklığın patates çeşitlerinde ortalama tek mikro yumru ağırlığını önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama tek yumru ağırlığı değerleri

4.3. Nod Başına Mikro Yumru Verimi (mg/nod)

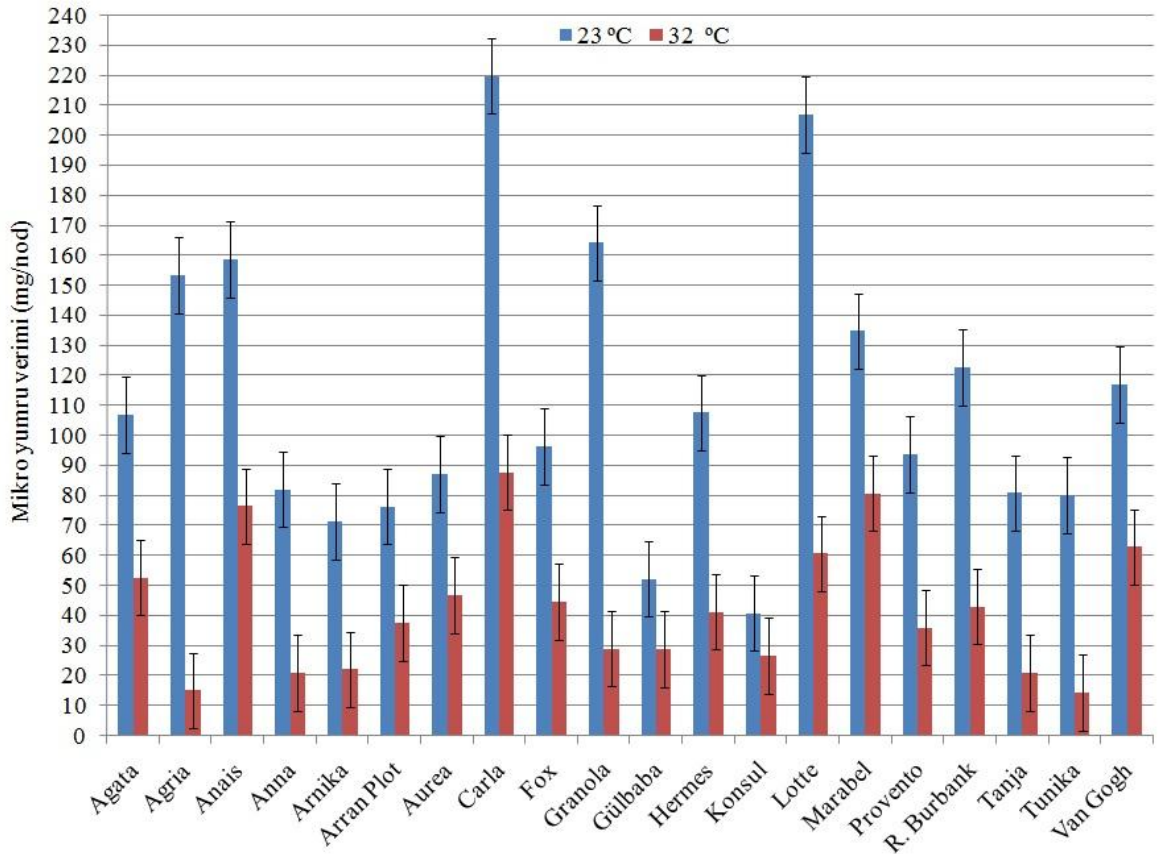
Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru verimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sonucunda, hem sıcaklık ve çeşitlerin ana etkilerinin hem de sıcaklık x çeşit interaksiyonunun nod başına mikro yumru verimi üzerine çok önemli ($p \leq 0.01$) düzeyde etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru verimi üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Çeşit	19	8118,1	100,257**
Sıcaklık	1	200198,3	2472,391**
Çeşit x Sıcaklık	19	2908,8	35,923**
Hata	120	81,0	
DK (%)		11,6	

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

Yapılan çalışma sonucunda yüksek sıcaklığın tüm patates çeşitlerinde nod başına mikro yumru verimini önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir. Normal büyütme sıcaklığında (23 °C) tüm çeşitlerin ortalama mikro yumru verimi 112,7 mg/nod olarak tespit edilirken, yetiştirme sıcaklığının 32 °C'ye yükseltilmesi ile çeşitlerin ortalama mikro yumru verimleri yaklaşık % 62 oranında azalarak 42,4 mg/nod olmuştur.



Şekil 4.4. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama nod başına mikro yumru verimi değerleri

Denemede kullanılan patates çeşitlerinin iki farklı sıcaklıkta verdikleri tepkiler oldukça farklı olmuş, her iki ortamda da çeşitlerin verim sıralaması önemli düzeyde farklılık göstermiştir (Şekil 4.4). 23 °C’de erkenci bir çeşit olan Carla 219,8 mg/nod ile nod başına en yüksek mikro yumru verimini veren çeşit olurken, en düşük verim ise 40,9 mg ile orta erkenci Konsul çeşidinden elde edilmiştir (Şekil 4.4). 32 °C’de ise en yüksek mikro yumru verimini 87,8 mg/nod ile yine Carla çeşidinin elde edilirken, en düşük mikro yumru verimi ise 14,4 mg/nod orta erkenci Tunika ve 15,1 mg/nod ile orta geççi Agria çeşitlerinden elde edilmiştir (Şekil 4.3). Olgunlaşma gruplarının verildiği Çizelge 3.1 ve Şekil 4.4 birlikte incelendiğinde, hem 23 °C’de hem de 32 °C altında çeşitlerin verim sıralamasının olgunlaşma grupları ile çok yakın ilişkili olmadığı görülmektedir.

32 °C’deki nod başına ortalama mikro yumru veriminin 23 °C’deki nod başına ortalama mikro yumru verimine göre en fazla azalmanın orta geççi Agria, orta erkenci Tunika ve geççi Anna çeşitlerinde, en düşük azalmanın ise orta erkenci Konsul, erkenci bir çeşit olan Marabel’de ve orta erkenci çeşit olan Gülbaba’da olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Gülbaba ve Konsul çeşitleri 23 °C’de de düşük yumru verimine sahip olduklarından yüksek sıcaklıktan en az etkilenen çeşitlerin başında yer almışlardır. Agria çeşidinde ise yüksek sıcaklık altında nod başına mikro yumru sayısının çok azalması, düşük yumru veriminin en önemli nedeni olmuştur.

Yüksek sıcaklık stresinin patates çeşitlerinde mikro yumru oluşumu üzerine etkilerini inceleyen Nowak ve Colborne (1989) ve Harvey ve ark. (1992)’da yüksek yetiştirme sıcaklığının patates çeşitlerinde mikro yumru verimini önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen ortalama mikro yumru ağırlığı değerlerinin özellikle Harvey ve ark. (1992) tarafından elde edilen mikro yumru verimlerine göre (17,4-32,3 mg/nod) oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Daha normal ortamda çeşitlerin mikro yumru üretimleri konusunda çalışan Özkaynak ve Samancı (2002)’da elde ettikleri ortalama mikro yumru verimi değerinin 73,2 mg/nod olduğunu, ancak mikro yumru verimi açısından çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Ancak literatürde, bitki başına çok daha yüksek mikro yumru verimlerinin de (>240 mg/nod) alınabildiği görülmektedir (Gopal ve ark., 1998). Bu

farklılık, kullanılan çeşitlerin, büyütme ortamının içeriğinin ve/veya çevre koşullarının farklı olması gibi birçok faktöre bağlı olabilir.

4.4. Mikro Yumru Eni (mm)

Farklı yetiştirme ortamı sıcaklıklarının denemeye alınan patates çeşitlerinde ortalama mikro yumru eni üzerine etkileri açısından elde edilen verilere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda çeşitler ile sıcaklık x çeşit interaksiyonunun mikro yumru eni üzerine ($p \leq 0.01$) düzeyde önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir. Sıcaklık uygulamasının mikro yumru eni üzerine etkisi ise ($p \leq 0.05$) düzeyde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

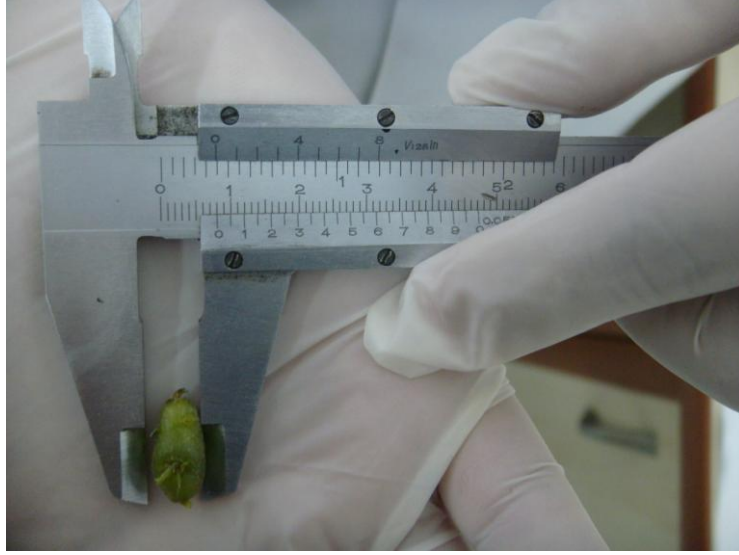
Çizelge 4.4. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru eni üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Çeşit	19	6,428	11,866**
Sıcaklık	1	6,400	11,815*
Çeşit x Sıcaklık	19	2,518	4,649**
Hata	120	0,542	
DK (%)		24,0	

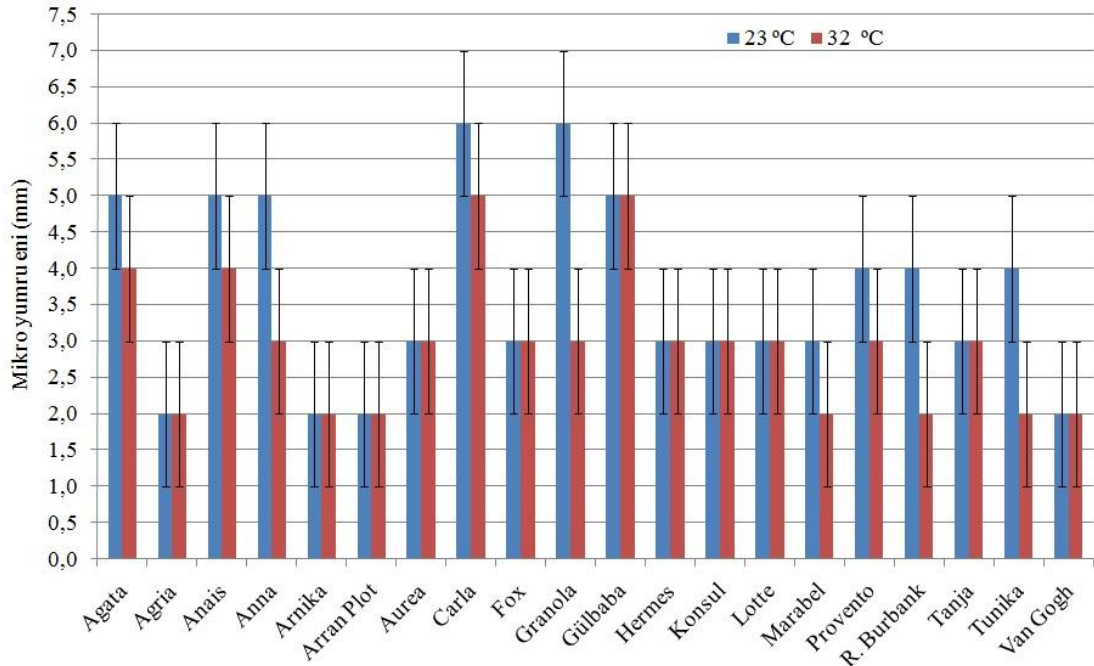
* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Farklı yetiştirme ortamı sıcaklığının, denemeye alınan patates çeşitlerinin ortalama mikro yumru eni üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her magenta içerisinde elde edilen tüm mikro yumrular Şekil 4.5’de görüldüğü gibi kumpas yardımıyla ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır. Normal yetiştirme ortamı sıcaklığında (23 °C) çeşitlerin yumru eni 4 mm olurken; yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen çeşitlerde ortalama mikro yumru eni değerleri %25 azalma göstererek 3 mm olarak bulunmuştur. 23 °C’de çeşitlerin ortalama mikro yumru eni 2 mm ile 6 mm arasında değişirken, 32 °C’de çeşitlerin ortalama mikro yumru eni 2 mm ile 5 mm arasında bulunmuştur (Şekil 4.6). 23 °C’de orta geççi Granola 6 mm ortalama mikro yumru eni ile ilk sırada yer alırken, her iki sıcaklıkta 2 mm ile Agria, Arnika, Arran Plot, Tunika ve Van-Gogh çeşitlerinin en az ortalama mikro yumru enine sahip oldukları, 32 °C’de ise Carla ve Gülbaba

çeşitlerinin 5 mm ortalama mikro yumru eni ile ilk sırada yer aldıkları görülmektedir (Şekil 4.6). Bununla birlikte bazı çeşitlerde (Agria, Arnika, Arran Plot, Aurea, Fox, Hermes, Konsul, Lotte, Tanja) yetiştirme ortamı sıcaklığının mikro yumru eni üzerine etki etmediği görülürken; Granola ve Anna çeşitlerinde yüksek sıcaklık nedeniyle mikro yumru enindeki azalma en yüksek seviyede olmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Kumpas yardımıyla mikro yumru eni ölçümlerinin yapılışı



Şekil 4.6. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama yumru eni değerleri

4.5. Mikro Yumru Boyu (mm)

Farklı yetiştirme ortamı sıcaklıklarının denemeye alınan patates çeşitlerinde ortalama mikro yumru boyu üzerine etkileri açısından elde edilen verilere ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Yapılan deneme sonucunda hem sıcaklık ve çeşitlerin ana etkilerinin hem de sıcaklık x çeşit interaksiyonunun mikro yumru boyu üzerine çok önemli ($p \leq 0.01$) düzeyde etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

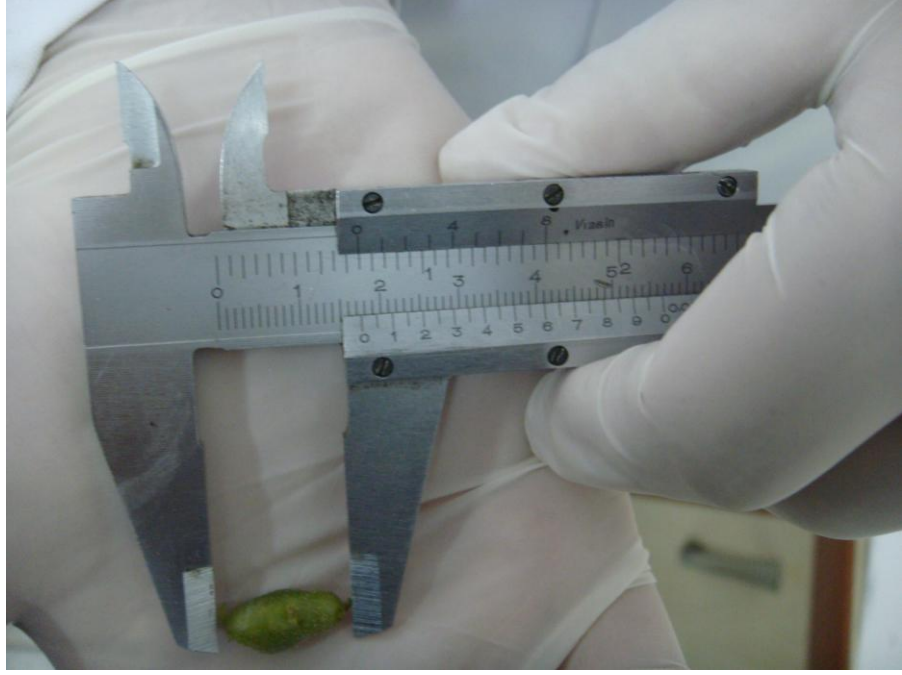
Çizelge 4.5. Yetiştirme ortamı sıcaklığının bazı patates çeşitlerinde mikro yumru boyu üzerine etkileri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Çeşit	19	6,837	8,245**
Sıcaklık	1	15,625	18,844**
Çeşit x Sıcaklık	19	3,836	4,626**
Hata	120	0,829	
DK (%)		16,5	

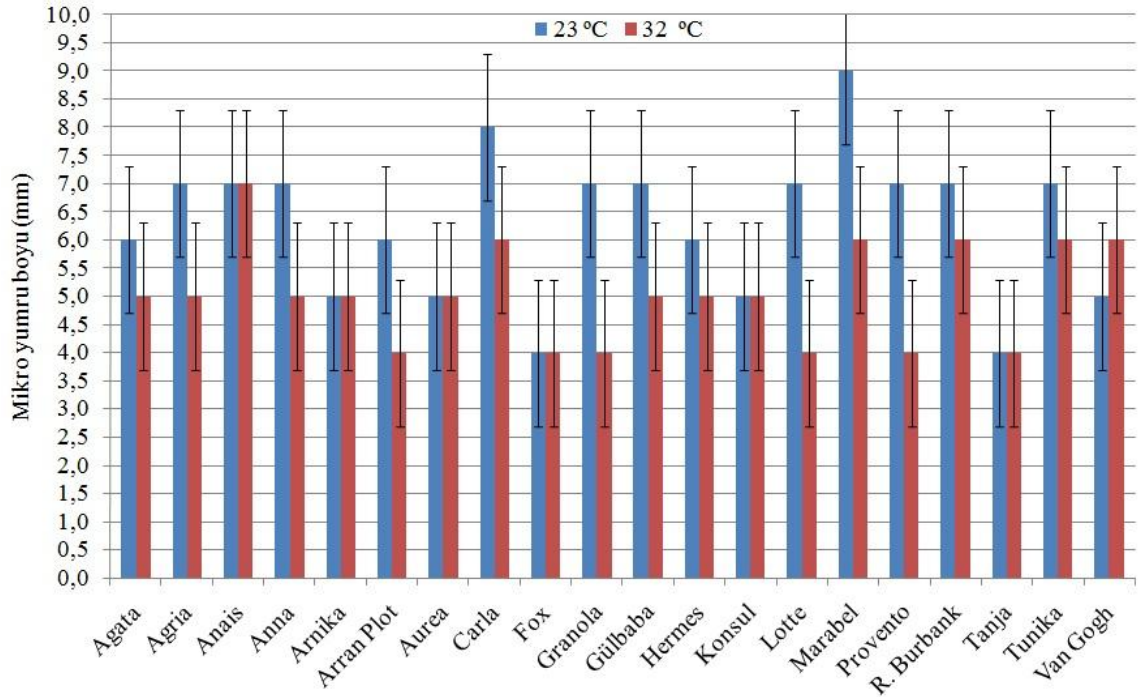
* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Farklı yetiştirme ortamı sıcaklığının, denemeye alınan patates çeşitlerinin ortalama mikro yumru boyu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, her magenta içerisinde elde edilen tüm mikro yumrular Şekil 4.7’de görüldüğü gibi kumpas yardımıyla ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır. 23 °C’de çeşitlerin ortalama yumru boyu 6 mm, 32 °C’de ise çeşitlerin ortalama yumru boyu 5 mm bulunmuştur. 23 °C’de çeşitlerin ortalama mikro yumru boyları 5 mm ile 9 mm arasında değişirken, 32 °C’de çeşitlerin yumru boyları 4 mm ile 7 mm arasında bulunmuştur (Şekil 4.8). 23 °C’de Marabel 9 mm ortalama mikro yumru boyu ile ilk sırada yer alırken, 5 mm ile Van-Gogh, Konsul, Aurea ve Arnika’nın en az ortalama yumru boyuna sahip oldukları, 32 °C’de ise Anais 7 mm ortalama mikro yumru boyu ile ilk sırada yer alırken, 4 mm ile Fox, Granola ve Lotte, Provento’nun en az ortalama mikro yumru boyuna sahip oldukları saptanmıştır (Şekil 4.8).

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi 32 °C’de çeşitlere göre değişmekle birlikte mikro yumru boyu değerlerinin Anais, Aurea, Konsul ve Tanja’da aynı kaldıkları, en fazla azalmanın ise Provento, Lotte, Granola çeşitlerinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Kumpas yardımıyla mikro yumru boyu ölçümlerinin yapılması



Şekil 4.8. Normal (23 °C) ve yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen patates çeşitlerinde ortalama yumru boyu değerleri

4.6. Sıcaklık Tolerans İndeksi (STI)

Denemeye alınan çeşitlerin yüksek sıcaklık stresine tolerans derecelerini gösteren STI değerleri açısından elde edilen varyans analiz sonuçları ve ortalama değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, denemeye alınan çeşitler STI açısından çok önemli farklılık göstermişlerdir. Yüksek STI değerine sahip olan çeşitler yüksek sıcaklık stresine daha toleranslı olup, STI değeri azaldıkça çeşitlerin yüksek sıcaklık stresine toleransları da azalmaktadır.

Denemeye alınan 20 patates çeşidinin STI değerleri 0.005 ile 0.024 arasında değişim göstermiş; Carla çeşidi en yüksek STI değerine sahip olarak tüm çeşitler içerisinde yüksek sıcaklık stresine toleransı en yüksek çeşit olarak ön plana çıkmıştır. Lotte (0.021), Anais (0.019) ve Marabel (0.017) çeşitleri de yüksek sayılabilecek STI değerleri ile Carla'dan sonra en toleranslı çeşitler olarak sıralanmışlardır.

Konsul çeşidi en düşük STI değeri (0.005) ile yüksek sıcaklık stresine toleransı en düşük çeşit belirlenirken, (0.006) ile Gülbaba, (0.007) ile Arnika ve Tunika, (0.008) ile Tanja ve Anna çeşitleri de STI değerleri ile Consul çeşidinden sonra yüksek sıcaklık stresine toleransı düşük olan çeşitler olarak sıralanmışlardır (Çizelge 4.6).

Çeşitlerin STI değerleri açısından sıralamasına bakıldığında, olgunlaşma grupları ile STI sıralamaları arasından çok belirgin bir eşleşme görülmemekle birlikte, en tolerant dört çeşit ve en hassas beş çeşitten dördünün erkenci olması göze çarpmaktadır. Consul ve Gülbaba çeşitlerinin 32 °C'deki nod başına ortalama mikro yumru veriminin 23 °C'deki nod başına ortalama mikro yumru verimine göre en azalan çeşitler arasında yer almalarına rağmen STI değerlerinin düşük çıkması bu çeşitlerin her iki sıcaklıkta düşük yumru verimine sahip olmalarından kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.6. Denemeye alınan patates çeşitlerinde sıcaklık tolerans indeksi açısından elde edilen ortalama değerler

Çeşitler	Sıcaklık Tolerans İndeksi (STI)		
Agata			0,013
Agria			0,013
Anais			0,019
Anna			0,008
Arnika			0,007
Arran Plot			0,009
Aurea			0,011
Carla			0,024
Fox			0,011
Granola			0,015
Gülbaba			0,006
Hermes			0,012
Konsul			0,005
Lotte			0,021
Marabel			0,017
Provento			0,010
Russet Burbank			0,013
Tanja			0,008
Tunika			0,007
Van Gogh			0,013
Ortalama			0,012
LSD (%5)			0,0014
	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	5,109	0,519
Çeşit	19	0,0001	102,215**
Hata	57	9,848	
DK (%)		8,1	

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

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Türkiye’de yetiştirilmekte olan bazı patates çeşitlerinin, *in vitro* koşullarda yüksek sıcaklığa tolerans düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında yapılan denemeler sonucunda elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar doğrultusunda geliştirilen öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1) Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, çalışmada kullanılan farklı köken ve olgunlaşma grubuna sahip 20 patates çeşidinin, ölçülen değerler açısından yüksek sıcaklığa tolerans düzeylerinin önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir.

2) Yüksek sıcaklık (32 °C) altında yetiştirilen çeşitlerde, incelenen tüm özelliklerin (nod başına mikro yumru sayısı, tek mikro yumru ağırlığı, nod başına mikro yumru verimi, mikro yumru eni ve mikro yumru boyu) olumsuz yönde etkilendiği ve önemli derecede azalma olduğu belirlenmiştir.

3) Denemede kullanılan çeşitlerin mikro yumru oluşturma ve büyütme kapasitesi açısından yüksek sıcaklığa tepkilerinin önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin normal (23 °C) ve sıcaklık stresi (32 °C) altında oluşturdukları yumru verimleri kullanılarak hesaplanan Sıcaklık Tolerans İndeksi (STI) değerleri açısından da çeşitler arasında çok önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır.

4) Hesaplanan STI değerlerine göre mikro yumru oluşturma ve büyütme açısından yüksek sıcaklığa en toleranslı çeşitlerin Carla, Lotte, Anais ve Marabel çeşitleri olduğu; Konsul, Gülbaba, Arnika, Tanja Tunika ve Anna çeşitlerinin ise sıcaklığa toleransı en düşük çeşitler olduğu belirlenmiştir.

5) Yapılan çalışmalar sonucunda, yüksek sıcaklık altında mikro yumru oluşturma ve büyütme kapasitelerinin patates çeşitlerinin yüksek sıcaklığa tolerans düzeylerinin belirlenmesi amacıyla rahatlıkla kullanılabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahn, Y., Claussen, K. and Zimmerman, J. L., 2004. Genotypic differences in the heat-shock response and thermotolerance in four potato cultivars. **Plant Science**, 166: 901-911.
- Al-Safadi, B., Ayyoubi, Z. and Jawdat, D., 2000. The effect of gamma irradiation on potato microtuber production *in vitro*. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 61 (3): 181-187.
- Babaoğlu, M., Yorgancılar, M. ve Akbudak, M.A., 2001. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, **Bitki Biyoteknolojisi Doku Kültürü ve Uygulamaları Kitabı**, s.22, Konya.
- Backhausen, J. E., Klein, M., Klocke, M., Jung, S., Scheibe, R., 2005. Salt tolerance of potato plants depends on light intensity and air humidity. **Plant Science**, 169: 229-237.
- Ben Khedler, M. and Ewing, E. E., 1985. Growth analyses of eleven potato cultivars grown in the greenhouse under long photoperiods with and without heat stress. **American Potato Journal**, 62: 537-554.
- Bizarri, M., Borghi, L. and Ranalli, P., 1995. Effect of activated charcoal effect on induction and development of microtubers in potato (*Solanum tuberosum* L.) **Annals of Applied Biology**, 27(1): 175-181.
- Çalışkan, M. E., Mert, M. ve Günel, E., 1999. Bazı stres şartlarına patates bitkisinin morfolojik ve fizyolojik tepkileri. **II. Ulusal Patates Kongresi**, 28-30 Haziran 1999: 245-257, Erzurum.
- Coleman, W.K. and Coleman, S.E., 2000. Modification of potato microtuber dormancy during induction and growth *in vitro*. **American Journal of Potato Research**, 77 (2): 103-110.
- Dodds, J.H., Silva-Rodriguez, D. and Tovar, P., 1992. Micropropagation of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Biotechnology in Agriculture and Forestry**, 19: 91-105.
- Estrada, R., Tovar, P. and Dodds, J.H., 1986. Induction of *in vitro* tubers in broad range of potato genotypes. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 7: 3-10
- Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. **Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. (Ed. C.G. Kuo)**, pp. 257-270, Tainan, Taiwan.
- Gopal, J. and Iwama, K., 2007. *In vitro* screening of potato against water-stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol. **Plant Cell Reports**, 26: 693-700.
- Gopal, J., and Minocha, J. L., 1998. Effectiveness of *in vitro* selection for agronomic characters in potato. **Euphytica**, 103: 67-74.
- Gopal, J., Minocha, J.L. and Dhaliwal, H.S., 1998. Microtuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). **Plant Cell Reports**, 17: 794-798.
- Harvey, B.M.R., Crothers, S.H. and Lee, H.C., 1992. Heat inhibition of tuber development in potato (*Solanum tuberosum* L.): Effects on microtuber formation *in vitro*. **Potato Research**, 35: 183-190.
- Hijmans, R.J., 2003. The effect of climate change on global potato production. **American Journal of Potato Research**, 80: 271-280.

- Hiller L. K., Koller, D. C. and Thornton, R.E., 1985. Physiological disorders of potato tubers. (P.H. Li, Editör) **Potato Physiology**, Academic Press, s. 389-455, Orlando, USA.
- Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguera, M., van der Linden, P.J., Xiaosu, D., Maskell, K., and Johnson, C.A., 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. **Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. Cambridge University Press, Cambridge, İngiltere.
- Hussey, G. and Stacey, N.J., 1984. Factors affecting the formation of *in vitro* tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Annals of Botany**, 53:565-578.
- Jackson, S.D., 1999. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. **Plant Physiology**, 119: 1-8.
- Jimenez, E., Ferial, M., Barbon, R., Capote, A., Chavez, M., Quiala, E. and Perz, J.C., 2000. Improvement production of potato microtubers using a temporary immersion system. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 59 (1): 19-23.
- Karadoğan, T., 1999. *In vitro* şartlarda farklı besin ortamlarının patatesin yumru oluşturmaya etkisi. **II. Ulusal Patates Kongresi**, 28-30 Haziran 1999: s.361, Erzurum.
- Khrais, T., Leclerc, Y. and Donnelly DJ., 1998. Relative salinity tolerance of potato cultivars assessed by *in vitro* screening. **American Journal of Potato Research**, 75: 207-210.
- Khuri, S. and Moorby, J., 1995. Investigation into the role of sucrose in potato cv estima microtuber production *in vitro*. **Annals of Botany**, 75(3):295-303.
- Leclerc, Y., Donnelly, D.Y. and Seabook, J.E.A., 1994. Microtuberization of layered shoots and nodal cuttings of potato: The influence of growth regulators and incubation periods. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 37: 113-120.
- Levy, D., 1986. Genotypic variation in the response of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to high ambient temperatures and water deficit. **Field Crops Research**, 15: 85-96.
- Levy, D., and Veilleux, R. E., 2007. Adaptation of potato to high temperatures and salinity-A review. **American Journal of Potato Research**, 84: 487-506.
- Levy, D., Kastenbaum, E., and Itzhak, Y., 1991. Evaluation of parents and selection for heat tolerance in the early generations of a potato (*Solanum tuberosum* L.) breeding program. **Theoretical and Applied Genetics**, 82: 130-136.
- Marinus, J. and Bodlaender, K.B.A., 1975. Response of some potato varieties to temperature. **Potato Research**, 18: 189-204.
- Menzel, C.M., 1983. Tuberization in potato at high temperatures: gibberellin content and transport from buds. **Annals of Botany**, 52: 697-702.
- Menzel, C.M., 1985. Tuberization in potato at high temperatures: responses to exogenous gibberellin, cytokinin and ethylene. **Potato Research**, 28: 263-266.
- Murashige, T. and Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. **Journal of Plant Physiology**, 15: 473-497.
- Nam, K., Kong, F., Matsuura, H., Takahashi, K., Nabeta, K., and Yoshiara, T., 2008. Temperature regulates tuber-inducing lipooxygenase-derived metabolites in potato (*Solanum tuberosum*). **Journal of Plant Physiology**, 165: 233-238.
- Nam, M., 2010. Patates çeşitlerinin yüksek sıcaklık stresine toleranslarının büyüme ve verim parametreleri ile hücre stabilitesi yöntemine göre belirlenmesi. **Yüksek Lisans Tezi** (yayınlanmamış), Mustafa Kemal Üniversitesi, 77 s, Antakya.

- Nowak, J., and Colborne, D., 1989. *In vitro* tuberization and tuber proteins as indicators of heat stress tolerance in potato. **American Potato Journal**, 66: 35-45.
- Ochatt, S.J., Marconi, P.L., Radice, S., Arnozis, P.A. and Caso, O.H., 1999, *In vitro* recurrent selection of potato: production and characterization of salt tolerant cell lines and plants. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 55:1-8.
- Özkaynak, E., Samancı, B., 2002. Patateste (*S. tuberosum* L.) *in vitro* koşullarda farklı besin ortamlarının ve inkübasyon süresinin mikrotuber oluşumuna etkileri. **III. Ulusal Patates Kongresi Bildirileri**, s.439, İzmir.
- Rai, M.K., Kalia R.K., Singh, R., Gangola, M.P. and Dhawan, A.K., 2011. Developing stress tolerant plants through *in vitro* selection-An overview of the recent progress. **Environmental and Experimental Botany**, 71: 89-98.
- Reynolds, M., and Ewing, E.E., 1989. Heat tolerance in tuber bearing *Solanum* species: A protocol for screening. **American Potato Journal**, 66: 63-74.
- Sattelmacher, B., 1983. A rapid screening test for adaptation to high temperatures. **Potato Research**, 26: 133-138.
- Seabrook, J.E.A., Coleman, S. and Levi, D., 1993. Effect of photoperiod on *in vitro* tuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 34:43-51.
- Shaterian, J., Waterer, D.R., de Jong, H. and Tanino, K.K., 2008. **American Journal of Potato Research**, 85: 93-100.
- Silva, J.A.B., Otoni, W.C., Martinez, C.A., Dias, L.M. and Silva, M.A.P., 2001. Microtuberization of Andean potato species (*Solanum* spp.) as affected by salinity. **Scientia Horticulturae**, 89: 91-101.
- Sterret, S. B., Henninger, M. R., and Lee, G. S., 1991. Relationship of internal heat necrosis of potato to time and temperature after planting. **Journal of American Society of Horticultural Science** 116: 697-700.
- Struik, P. C., and Ewing, E. E., 1995. Crop physiology of potato (*Solanum tuberosum*): responses to photoperiod and temperature relevant to crop modelling. **Potato Ecology and Modelling of Crops under Conditions Limiting Growth (A.J. Haverkort and D.K.L. MacKerron, Editors)**. Kluwer Academic Publishers, 19-40, Dordrecht.
- Struik, P. C., Geertsema, J., and Custers, C. H. M. G., 1989. Effect of shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant. I. Development of tubers. **Potato Research**, 32 (2):151-158.
- Svabova L. and Lebeda, A., 2005. *In vitro* selection for improved plant resistance to toxin-production pathogens. **Journal of Phytopathology**, 153: 52-64.
- Van Dam, J., Kooman, P. L., and Struik, P.C., 1996. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum*). **Potato Research**, 39 (1): 51-62.
- Van den Berg, J. H., Struik, P. C. and Ewing, E. E., 1989. One-leaf cutting as a model to study second growth in the potato (*Solanum tuberosum*) plant. **Annals of Botany**, 66: 273-280.
- Vreugdenhil, D., Struik, P. C., 1989. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*). **Physiologia Plantarum**, 75: 525-531.
- Wannamaker, M. J., and Collins, W. W., 1992. Effect of year, location, and harvest on susceptibility of cultivars to internal heat necrosis in North Carolina. **American Journal of Potato Research**, 69: 221-228.

- Xu, X., van Lammeren, A. A. M., Vermeer, E., Vreugdenhill, D., 1998. The role of Gibberellin, Absisic Acid, and sucrose in the regulation of potato tuber formation *in vitro*. **Plant Physiology**, 117: 575-584.
- Yamamoto, T. and Nakata, K., 1997. Effect of CCC and BA on the formation of potato tuber *in vitro*. **Japanese Journal of Crop Science**, 66 (4) : 663-668.
- Yıldırım, Z. ve Tugay, E., 2000. Beş Patates genotipinin *in vitro* koşullarda mikro yumru oluşturmada üzerinde bir araştırma. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 39 (1) :41-45.
- Yıldırım, Z. ve Tugay, E., 2002. Patates Tohumculuğunda Mikro Yumru Kullanım Olanakları. **III. Ulusal Patates Kongresi**, s.393, İzmir.
- Zhang, Y. and Donnelly, D.J., 1997. *In vitro* bioassays for salinity tolerance screening of potato. **Potato Research**, 40: 285-295.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, yol gösteren danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet Emin ÇALIŞKAN'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında değerli yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Faruk Karaca, Mustafa Din ve Yusuf Arık'a teŐekkürlerimi belirtmek isterim. Tezin yürütülebilmesi için gerekli finansal desteği sağlayan Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM) ile tez çalışmalarım sırasında teknik desteğini benden esirgemeyen Niğde Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü idari personel ve çalışanlarına Őükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca, yüksek lisans öğrenimim boyunca manevi destekleriyle bana g veren eŐim ve çocuklarıma sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Hatay'ın Reyhanlı ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Reyhanlı'da tamamladım. 1999 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünden mezun oldum. 2004 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın "Bin Köye Bin Tarım Gönüllüsü" Projesinde Reyhanlı'nın Üçtepe Köyünde Tarım Danışmanı olarak göreve başladım ve 2006 yılı Nisan ayına kadar bu göreve devam ettim. 2006 yılı Mayıs ayında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) bünyesinde faaliyette bulunan Niğde Patates Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne Ziraat Mühendisi olarak atandım. Halen Enstitü'de Doku Kültürü Laboratuvarında Ziraat Mühendisi olarak çalışmaktayım.