SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SELÇUK
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

IN VITRO ŞARTLARDA FARKLI BESİ ORTAMLARININ *Gymnocalycium mihanovichii* KAKTÜS TÜRÜNÜN TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Abdullah KÜÇÜK

YÜKSEK LİSANS

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Mayıs-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Abdullah KÜÇÜK tarafından hazırlanan "*In Vitro* Şartlarda Farklı Besi Ortamlarının *Gymnocalycium mihanovichii* Kaktüs Türünün Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Etkileri" adlı tez çalışması 29/04/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BAHÇE BİTKİLERİ Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Başkan Doç. Dr. Muzaffer İPEK	……..
Danışman Doç. Dr. Şeyma ARIKAN	……..
Üye Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÖZTÜRK ERDEM	……..

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk YÜKSEL

FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Abdullah KÜÇÜK

29.05.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

IN VITRO ŞARTLARDA FARKLI BESİ ORTAMLARININ *Gymnocalycium mihanovichii* KAKTÜS TÜRÜNÜN TOHUMLARININ ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Abdullah KÜÇÜK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şeyma ARIKAN

2024, 45 Sayfa

Jüri
Doç. Dr. Şeyma ARIKAN
Doç. Dr. Muzaffer İPEK
Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÖZTÜRK ERDEM

Gymnocalycium, sadece doğal yaşam alanlarında değil, aynı zamanda peyzaj ve süs bitkisi olarak da çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Evlerde veya ofislerde saksı bitkisi olarak yetiştirildiklerinde, dekoratif özellikleri ve düşük bakım gereksinimi nedeniyle tercih edilirler. *Gymnocalycium*' un nesli, bazı türler için tehlike altındadır ve bu nedenle koruma önlemleri alınmalıdır. *Gymnocalycium* cinsine ait türlerin tohumlarının mikroçoğaltım yöntemiyle çoğaltılması, bu nadir ve ender bulunan bitki türlerinin korunması ve çeşitliliğinin artırılması açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmada *Gymnocalycium mihanovichii* türüne ait tohumların çimlenmesi ve çimlenen bitkilerin gelişmesinde *in vitro* koşullarda en iyi protokolün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla tohumlar MS, QL ve WPM besi ortamlarının %100, %50 ve %25 konsantrasyonlarında kültüre alınmıştır. Denemede çimlenme yüzdesi, çimlenme süresi, oluşan bitki sayısı, oluşan bitki ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde çapı, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlıkları incelenmiştir. Sonuçlara göre MS, QL ve WPM ortamlarının %50 ve %25 azaltılan uygulamaları incelenen parametrelerde ön plana çıkmıştır. Tohumların çimlenme yüzdesinde %91.10 ile en iyi değer WPM besi ortamının %25 azaltılan konsantrasyonundan elde edilmiştir. Gövde uzunluğu ve gövde çapı incelediğinde tam konsantrasyonda kullanılan MS besi ortamı sırasıyla 19.87 mm ve 12.27 mm değerleri ile en iyi sonuçları vermiştir. Oluşan bitkilerdeki kök uzunluklarında ise QL besi ortamının %50 konsantrasyonunda en iyi değer 31.55 mm ile tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme, *Gymnocalycium mihanovichii*, *In vitro*, MS, WPM, QL

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECTS OF DIFFERENT CULTURE MEDIA ON THE GERMINATION OF *Gymnocalycium mihanovichii* CACTUS SPECIES SEEDS UNDER *IN VITRO* CONDITIONS

Abdullah KÜÇÜK

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

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Şeyma ARIKAN

2024, 45 Pages

Jury
Assoc. Prof. Dr. Şeyma ARIKAN
Assoc. Prof. Dr. Muzaffer İPEK
Assist. Prof. Dr. Sinem ÖZTÜRK ERDEM

Gymnocalycium has various uses not only in natural habitats but also as a landscape and ornamental plant. When grown as potted plants in homes or offices, they are preferred due to their decorative properties and low maintenance requirements. *Gymnocalycium* is endangered for some species and therefore conservation measures should be taken. Propagation of seeds of species belonging to the *Gymnocalycium* genus by micropropagation is extremely important in terms of protecting and increasing the diversity of these rare and rare plant species.

In this study, it was aimed to determine the best protocol for the germination of seeds belonging to the *Gymnocalycium mihanovichii* species and the development of germinated plants under *in vitro* conditions. For this purpose, seeds were cultured in MS, QL and WPM media at 100%, 50% and 25% concentrations. In the experiment, germination percentage, germination time, number of plants, plant weight, stem length, stem diameter, stem fresh and dry weights, root length, root fresh and dry weights were examined. According to the results, 50% and 25% reduced applications of MS, QL and WPM environments came to the fore in the examined parameters. The best value of 91.10% in the germination percentage of seeds was obtained from the 25% reduced concentration of WPM medium. When body length and stem diameter were examined, MS medium used at full concentration gave the best results with values of 19.87 mm and 12.27 mm, respectively. As for the root length of the resulting plants, the best value was found to be 31.55 mm at 50% concentration of QL nutrient medium.

Keywords: Germination, *Gymnocalycium mihanovichii, In vitro*, MS, WPM, QL

ÖNSÖZ

Üniversitedeki öğrenim hayatım boyunca bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, her türlü maddi ve manevi desteği sağlayan, bu çalışmanın gerçekleştirilmesi ve yönlendirilmesi konusunda önemli katkılarından dolayı değerli danışmanım Doç. Dr. Şeyma ARIKAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Öğrencilik hayatımın başlangıcından itibaren bilgi ve tecrübesiyle, maddi ve manevi her türlü yardımı esirgemeyen, yalnızca mesleki anlamda değil her türlü konuda yeni şeyler öğreten, her türlü konuda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, değerli hocam Doç. Dr. Muzaffer İPEK' e teşekkürü borç bilirim.

Üniversitedeki öğrencilik hayatım boyunca bilgi birikimi, tecrübesi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Lütfi PIRLAK' a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin değerlendirilmesinde emeği geçen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÖZTÜRK ERDEM' e katılımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmam süresince katkıları, destekleri ve yardımları için bahçe bitkileri bölümü lisans ve lisansüstü arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca beni hep destekleyen aileme ve nişanlıma fedakarlıkları, maddi ve manevi destekleri için teşekkür ederim.

Abdullah KÜÇÜK

KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **viii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

3. MATERYAL VE YÖNTEM **8**

3.1. Materyal **8**
3.1.1. *Gymnocalycium mihanovichii* (Frič and Gürke) Britton and Rose 8
3.1.2. Besi ortamları ve doku kültürü koşulları 8
3.2. Yöntem **10**
3.2.1. Tohumların elde edilmesi ve hazırlanması 10
3.2.2. Yüzey sterilizasyonu 10
3.2.3. İstatistiksel Analiz 11
3.2.4. Çalışmada Yapılan Ölçüm ve Analizler 12

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **17**

4.1. Araştırma Sonuçları **17**
4.1.1. Besi ortamlarının tohumların çimlenmesi üzerine etkisi 17
4.1.2. Besi ortamlarının tohumların çimlenme süresi üzerine etkisi 18
4.1.3. Besi ortamlarının oluşan bitki sayısı üzerine etkisi 19
4.1.4. Besi ortamlarının bitki ağırlığı üzerine etkisi 19
4.1.5. Besi ortamlarının gövde uzunluğu üzerine etkisi 20
4.1.6. Besi ortamlarının gövde çapı üzerine etkisi 21
4.1.7. Besi ortamlarının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi 24
4.1.8. Besi ortamlarının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi 24
4.1.9. Besi ortamlarının kök uzunluğu üzerine etkisi 25
4.1.10. Besi ortamlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi 28
4.1.11. Besi ortamlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi 28
4.2. Bitkilerin Dış Ortama Adaptasyonu **29**
4.2. Tartışma **30**

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **32**

5.1 Sonuçlar **32**
5.2 Öneriler **32**

KAYNAKLAR **34**

ÖZGEÇMİŞ **37**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

% : Yüzde
°C : Santigrat derece
Cm : Santimetre
G : Gram
L : Litre
Mg : Miligram
Mm : Milimetre
N : Normal
pH : Hidrojen iyonlarının negatif logaritması

Kısaltmalar

$MgSO_4$: Magnezyum Sülfat
$Ca\ (NO_3)$: Kalsiyum Nitrat
$Ca\ (NO_3)_2.4H_2O$: Kalsiyum Nitrat Tetrahidrat
$CaCl_2$: Kalsiyum Klorür
$CoCl_2.6H_2O$: Kobalt Klorür Heksahidrat
$CuSO_4.5H_2O$: Bakır Sülfat Pentahidrat
FAO : Food and Agriculture Organization
FeNaEDTA : Demir Sodyum Etilendiamintetraasetik Asit
GA_3 : Giberellik Asit
H_3BO_3 : Borik Asit
HCL : Hidroklorik Asit
$HgCl_2$: Cıva (II) Klorür
K_2SO_4 : Potasyum Sülfat
KH_2PO_4 : Mono Potasyum Fosfat
KI : Potasyum İyodür
KNO_3 : Potasyum Nitrat
$MnSO_4.H_2O$: Mangan Sülfat Monohidrat
MS : Murashige & Skoog Medium
$Na_2MoO_4.2H_2O$: Sodyum Molibden Oksit Dihidrat
NH_4NO_3 : Amonyum Nitrat
QL : Quoirin & Lepoivre Medium
TUIK : Türkiye İstatistik Kurumu
WPM : Mccown Woody Plant Medium
$ZnSO_4.7H_2O$: Çinko Sülfat Heptahidrat

1. GİRİŞ

Kaktüsler (*Cactaceae*), sukkulent bitkiler olarak tanınan bir familyaya aittir. Bu bitkiler, sıcak ve kurak iklimlerde yaygın olarak bulunurlar ve genellikle dikenli yapıları ile tanınırlar. Kaktüslerin çoğu Amerika kıtasında, özellikle Orta ve Güney Amerika'da doğal olarak bulunur, ancak bazı türler Afrika ve Avustralya gibi diğer bölgelerde de bulunabilir. Bu bitkilerin çeşitliliği ve uyum yetenekleri, yıllardır botanikçilerin ve bitki bilimcilerin ilgisini çekmiştir (Anderson, 2001). Kaktüsler, tipik olarak yapraksızdır ve su tutmalarını sağlayan kalın, etli gövdeleri vardır. Gövdelerindeki özelleşmiş hücreler, su depolamalarını kolaylaştırır ve uzun süreli kuraklık dönemlerinde hayatta kalmalarına yardımcı olur. Ayrıca, dikenlerinin varlığı, su kaybını önler ve bitkileri yerel otçullardan korur. Bazı türler, geceleri karbondioksit alıp gündüzleri fotosentez yaparak su kaybını minimize eden CAM fotosentezi mekanizmasını kullanır (Nobel, 2002). Kaktüsler, çeşitli ekosistemlerde önemli rol oynarlar. Bazı türler, çiçeklerini sadece belirli hayvan türleri tarafından tozlaştırılacak şekilde özelleştirmiştir. Örneğin, bazı kaktüs türleri, yalnızca belirli böcek türlerinin etkileşimleri ile çiçek açarlar. Aynı zamanda, kuşlar ve kemirgenler için yiyecek ve barınak sağlamak gibi diğer organizmalara da ev sahipliği yaparlar (Nobel, 2002).

Cactaceae familyası, yaklaşık 175 cins ve 2.000'den fazla tür içerir. Bu türler, farklı boyutlarda ve şekillerde gelişir, çeşitli renklerde çiçeklere sahiptir. Bazıları küçük saksılarda yetiştirilebilen minyatür bitkilerken, 20 metreye kadar yüksek ağaç benzeri yapılar oluşturabilenleri de bulunmaktadır (Nee, 1987).

Gymnocalycium cinsi, *Cactaceae* familyasına ait küçük boyutlu, hoş görünümlü sukkulent bitkilerdir (Anderson, 2001). Bu cinse ait türler Güney Amerika'nın bazı bölgelerinde, özellikle de Arjantin, Uruguay ve Brezilya'nın bazı bölgelerinde doğal olarak yetişirler (Zupichiatti ve ark., 2022). Bu bitkiler, çoğunlukla kumlu, taşlı ve kireçtaşı zeminleri tercih ederler. Her tür, belirli bir coğrafi alanda kendine özgü habitatlarda bulunabilir ve bu bölgelere özgü adaptasyonlara sahip olabilir (Griffith, 2004). Ekolojik açıdan, *Gymnocalycium* türleri, kuru ve yarı kurak iklimlerde yetişme eğilimindedirler (Nee, 1987). Doğal yaşam alanlarının çoğu, düşük yağış miktarları ve sıcak iklim koşullarına sahip platolar ve dağlık bölgelerdir (Demaio ve ark., 2011). Ayrıca, bu türler, topraklarından ve gövdelerinden uzun süre su tutabilme yeteneğine sahip oldukları için, su kıtlığına dayanıklı bitkiler olarak kabul edilirler (Nobel, 2002).

Gymnocalycium, Alman botanikçi Friedrich M. Rebut tarafından 1858 yılında tanımlanmıştır. Cins adı, Latince "çıplak çanak yaprak" anlamına gelir ve çiçeklerinin genellikle dikenli yapraklarla çevrili olmasına atıfta bulunur. Bu cins, Güney Amerika'nın bazı bölgelerinde doğal olarak yayılmıştır ve değişik türler içerir (Anderson, 2001). *Gymnocalycium* türleri, genellikle yuvarlak veya silindir şeklindeki gövdesi ve etrafını saran kalın, renkli dikenleri ile tanınır (Eggli, 2003). Gövde boyutları türden türe değişiklik gösterirken, genellikle 2 ila 10 cm arasında değişen küçük boyutlara sahiptirler (Bauk ve ark., 2017). *Gymnocalycium* türleri, çiçeklenme dönemlerinde gösterdikleri güzellikleri ile de dikkat çekerler (Pilbeam, 1995). Genellikle tek renkli veya kontrastlı çiçekleri, gövde üzerinde belirgin bir konumda açarlar ve çiçeklerinin çapı 5 cm'yi geçmez (Goettsch ve ark., 2015). Çiçekleri, beyaz, pembe, kırmızı veya mor gibi çeşitli renklerde olabilir ve bazı türlerde çiçeklerin üzerinde hafif bir koku da yayılabilir (Bauk ve ark., 2017). *Gymnocalycium* türleri, sadece doğal yaşam alanlarında değil, aynı zamanda peyzaj ve süs bitkisi olarak da çeşitli kullanım alanlarına sahiptir (Butterworth ve Wallace, 2005). Bahçe ve peyzaj düzenlemesinde popüler olan sukkulent bitkilerdir. Küçük boyutları ve ilgi çekici görünümleri, bahçelerde veya taş bahçelerde güzel bir süsleme unsurunu oluşturmaktadır(Butterworth ve Wallace, 2005). Bu türler, kaktüs koleksiyoncuları arasında çok popülerdir. Farklı renk ve desenlere sahip gövdeleri ve çiçekleri, koleksiyoncuların ilgisini çeker ve nadir türleri toplamak koleksiyoncular için bir tutku haline gelmiştir (Martino ve ark., 2018). Kaktüs ve sukkulent sergilerinde sergilenir ve yarışmalara katılırlar. Bu tür etkinlikler, koleksiyoncular arasında bilgi ve tecrübe paylaşımını teşvik eder ve bitkilerin farklı çeşitlerini tanıtmaya yardımcı olur (Martino ve ark., 2018). Aynı zamanda iç mekân bitkisi olarak da kullanılabilmektedirler. Evlerde veya ofislerde saksı bitkisi olarak yetiştirildiklerinde, dekoratif özellikleri ve düşük bakım gereksinimi nedeniyle tercih edilirler (Rauh, 1979). *Gymnocalycium* türleri, botanik araştırmalar için önemli örnek bitkilerdir. Çevresel koşullara uyum sağlama yetenekleri ve adaptasyon mekanizmaları, bitki fizyolojisi ve ekolojisi alanında araştırmacılara bilgi sağlar (Giusti ve ark., 2002).

Gymnocalycium genel olarak yetiştirilmesi kolay olan bitkilerdir. Düzenli olarak her yıl saksıları büyütülürse hızlı bir şekilde çiçeklenme boyutuna gelirler. Bazı türler tohum ekiminden sonra iki yıl gibi kısa bir süre içinde bile çiçek açabilirler (Pilbeam, 1995). Bazı türler tek gövdeli formda ve 10-12 cm'lik bir saksıda değişime ihtiyaç duymadan 20 yıl gibi uzun süreler yaşayabilir, ancak toprağın zaman zaman değiştirilmesi gereklidir. Bazı türler ise hızlı bir şekilde çok başlı kümeler oluşturarak 30

cm'lik bir saksıyı doldurabilirler (Pilbeam, 1995). Saksı karışımının dengeli ve drenajı yeterli olması önemlidir; böylece sulandıktan sonra bitkiler uzun süre aşırı nemli toprakta kalmazlar. Bu dengeyi sağlamak için saksı karışımına 1:3 oranında iri taneli kum eklemek gerekir (Giorgis ve ark., 2015). *Gymnocalycium* türleri, genellikle büyüme hızlarının yavaşladığı gözlemlendiği için sık sık saksı değişikliğine ihtiyaç duyarlar. Bunun temel nedeni, muhtemel besin eksikliği veya toprak pH dengesindeki değişikliklerdir. İdeal koşullar sağlanarak, toprağın nötr veya hafif asidik olması tercih edilir. Ayrıca, köklerin aşırı kurumasını önlemek için saksının alt katmanına su tutucu malzeme kullanılabilir. Bu uygulama, kumlu bir karışımın kullanıldığı durumlarda kış dinlenmesi sırasında toprağın saksının deliklerinden dökülmesini de engeller (Pilbeam, 1995). *Gymnocalycium,* sulama olmadan oldukça uzun bir süre dayanabilirler. Kök çürümeleri genellikle fazla sulamadan kaynaklı olur. Yaz aylarında, sık sık sulama yapılabilir, ancak toprağın neredeyse tamamen kuruması beklenerek sulama yapılması bitki sağlığı için önemlidir (Pilbeam, 1995).

Gymnocalycium türlerinin nesli, bazı türler için tehlike altındadır ve bu nedenle koruma önlemleri alınmalıdır (Zupichiatti ve ark., 2022). Habitat kaybı, tarım faaliyetleri ve yasadışı toplanma gibi insan kaynaklı tehditler, bu bitkilerin doğal yaşam alanlarını tehlikeye sokmaktadır (Ostolaza, 2003). Bilimsel araştırmalar ve koruma projeleri, bu türlerin gelecekteki hayatta kalma şanslarını artırmak için önemlidir (Griffith, 2004). Sonuç olarak, *Gymnocalycium* türleri, hoş görünümleri, çiçeklenme özellikleri ve dayanıklı yapıları ile dikkat çeken ilgi çekici sukkulent bitkilerdir (Smith ve ark., 2013). Ancak, doğal yaşam alanlarının tehdit altında olması, bu türlerin gelecekteki varlığını tehlikeye sokmaktadır (Brundrett ve Kendrick, 1990). Bu nedenle, bilimsel araştırmalar ve koruma çabaları, bu türlerin korunmasında kritik öneme sahiptir (Goettsch ve ark., 2015).

Mikroçoğaltım, süs bitkilerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan önemli bir tekniktir. Süs bitkileri, estetik değerleri ve dekoratif özellikleri nedeniyle peyzaj düzenlemesi ve iç mekan süslemesi gibi alanlarda sıklıkla tercih edilir. Bu nedenle, süs bitkilerinin büyük miktarlarda ve kaliteli olarak üretilmesi büyük öneme sahiptir. Mikroçoğaltım, bu süs bitkilerinin hızlı ve verimli bir şekilde çoğaltılmasına olanak tanır (Bouzroud ve ark., 2022). Mikroçoğaltım, bitki üretiminin önemli bir yöntemidir ve laboratuvar ortamında gerçekleştirilir. Bu yöntem, bitki dokularının veya tohumların steril koşullar altında besin ortamında çoğaltılmasını içerir (Smith ve Jones, 2010).

Kaktüs bitkilerinin mikroçoğaltımı, genetik çeşitliliğin korunması açısından da önemlidir. Mikroçoğaltım yöntemleri, belirli bir kaktüs bitkisinden çok sayıda klon üretme yeteneğine sahiptir. Bu klonlar, aynı genetik materyale sahip olur ve orijinal bitkiyle aynı özelliklere sahip olurlar. Genetik çeşitlilik, bir türün veya popülasyonun sağlık ve dayanıklılığı için kritik bir faktördür. Mikroçoğaltım, genetik olarak önemli bitki materyalinin korunmasına ve gelecek nesiller için genetik çeşitlilik potansiyelinin sürdürülmesine yardımcı olur (Giusti ve ark., 2002).

Mikroçoğaltım, nadir ve tehdit altındaki süs bitkilerinin korunması ve nesillerinin devamının sağlanması açısından da önemlidir. Nadir bitkilerin sınırlı miktardaki materyali laboratuvar ortamında çoğaltılarak, nesillerinin yok olma riski azaltılır. Böylece, nadir ve güzel bitkilerin korunması ve gelecek nesillere aktarılması mümkün olur (Thorpe, 2007). Tohumların mikroçoğaltımı, bitki materyallerini hastalıklardan arındırarak sağlıklı bitkilerin üretilmesine olanak tanır. Hastalıklardan arındırılmış bitki materyali, hastalıkların bitki popülasyonlarına yayılmasını önlemeye ve bitki sağlığını korumaya yardımcı olur. Bu, tarımsal üretimde kaliteyi ve verimliliği artıran önemli bir faktördür (Meiado ve ark., 2016). Tohumların mikroçoğaltımı, bitki çeşitliliğinin korunmasına, endemik ve tehdit altındaki türlerin kurtarılmasına ve tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasına katkı sağlar. Bu yöntem, bitki biliminde ve tarımsal uygulamalarda büyük bir potansiyele sahiptir ve doğal ekosistemlerin korunmasına katkı sağlar (Resende ve ark., 2021).

Gymnocalycium türünün tohumlarının mikroçoğaltım yöntemiyle çimlendirilmesi, bu nadir ve ender bulunan bitki türlerinin korunması ve çeşitliliğinin artırılması açısından son derece önemlidir. Doğal yaşam alanlarında tehdit altında olan *Gymnocalycium* türleri, çeşitli insan kaynaklı faktörler, habitat kaybı ve toplama gibi nedenlerle tehlike altındadır. Mikroçoğaltım yöntemi, doğal popülasyonlardan toplanan tohumların kullanılmasına gerek kalmadan, çoğaltılacak bitkilerin sağlıklı ve genetik olarak uygun olmasını sağlar. Bu sayede nadir türlerin korunması ve sürdürülebilir çoğaltılması mümkün olur (Matos ve Silva, 2020). Bu bağlamda bu çalışmada farklı besi ortamlarında *Gymnocalycium* türüne ait tohumların çimlenme kapasitelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Gymnocalycium cinsi, Avrupa'da 19. yüzyılın başlarında sınıflandırılan ilk kaktüs türlerinden biridir. Haworth, bu bitkiyi 1812'de *Cactus Gibbosus* olarak tanımlamıştır, ki şimdi *Gymnocalycium gibbosum* olarak bilinmektedir. Daha sonra, 1843'te Pfeiffer, *Gymnocalycium* cinsini ilk kez Schelhase kataloğuna dahil etmiştir (Demaio ve ark., 2011).

Gymnocalycium, kaktüsgiller (*Cactaceae*) familyasına ait bir cins olup, Güney Amerika'nın And Dağları bölgesinde doğal olarak bulunur. Bu cins, çeşitli tür ve varyetelerden oluşur ve çeşitli boyutlarda ve şekillerde gelişen gövdeleriyle tanınır (Anderson, 2001). *Gymnocalycium* türleri, genellikle göz alıcı renkli çiçekleriyle bilinir ve botanikçiler ve kaktüs koleksiyoncuları tarafından büyük ilgi görürler. Bazı türleri nesli tehlike altında olan nadir bitkiler arasındadır. Bu sebeple, Gymnocalycium türlerinin korunması ve çoğaltılması büyük önem taşır (Demaio ve ark., 2011).

Kaktüsler, süs bitkisi olarak ev ve bahçe dekorasyonunda popülerdir. Mikroçoğaltım yöntemleri, bu süs bitkilerinin ticari üretimini kolaylaştırır. Hızlı büyüyen ve sağlıklı bitkilerin elde edilmesine olanak tanır. Bu da, talep edilen türlerin daha fazla sayıda ve kaliteli bitkilerle pazara sunulmasını sağlar ve ticari yetiştiricilere önemli ekonomik fırsatlar sunar (Bouzroud ve ark., 2022).

Mikroçoğaltım, bitki üretiminde kullanılan modern bir tekniktir ve bitkilerin laboratuvar ortamında kültüre edilerek, hızlı ve büyük miktarlarda genetik olarak aynı bitki materyalinin üretilmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntem, bitki dokularının veya tohumların steril koşullar altında besin ortamında çoğaltılmasını içerir (George ve ark., 2008). Bitki hücreleri, doku veya organlarının uygun besiyerlerinde kültüre edilmesiyle gerçekleştirilir. Mikroçoğaltım sayesinde bitki üretimi daha hızlı, verimli ve genetik olarak homojen hale gelir (Twaij ve ark., 2020).

Mikroçoğaltım sürecinde, bitkilerin büyümesini ve gelişmesini etkileyen hormonlar ve büyüme düzenleyicileri kullanılır. Farklı bitki türlerine ve dokularına göre farklı hormon kombinasyonları kullanılarak hücre çoğalması ve doku farklılaşması kontrol edilir. Örneğin, sitokininler hücre bölünmesini teşvik ederken, oksinler kök oluşumunu uyarır. Bu hormonlar, bitkilerin laboratuvar ortamında başarılı bir şekilde çoğaltılmasını sağlayan kritik bileşenlerdir (Aremu ve ark., 2012).

Mikroçoğaltım sayesinde, süs bitkileri uygun besiyerlerinde hızla çoğaltılır. Bu yöntem, geleneksel çoğaltma yöntemlerine göre daha hızlı sonuçlar verir. Bitki materyali,

kısa süre içinde büyük miktarlarda çoğaltılarak, üretimin arttırılmasını sağlar (Bouzroud ve ark., 2022).

Tohum çimlenmesi, bitkilerin çoğalmasının doğal bir yolu olup, bitkilerin yeni bireyler oluşturması için temel bir adımdır. Mikroçoğaltımda tohum çimlenmesi, tohumların uygun besin ortamında hızlı ve etkili bir şekilde çimlenmesini sağlar ve sağlıklı fidelerin elde edilmesini kolaylaştırır. Bu yöntem, tohumlardan elde edilen yeni bitkilerin özellikle hastalıklardan arındırılmış ve genetik olarak homojen olmasını sağlayarak bitki üretiminde büyük bir avantaj sunar (Thorpe, 2007).

Tohumların mikroçoğaltımı, bitkilerin genetik materyalinin korunmasında büyük bir avantaj sağlar. Genetik olarak üstün özelliklere sahip bitkiler, mikroçoğaltım yoluyla korunarak, çevre koşullarına uyumlu ve verimli bitki çeşitlerinin elde edilmesine katkı sağlar. Mikroçoğaltım yöntemleri, genetik iyileştirme çalışmaları için önemli bir araçtır ve bitki ıslah çalışmalarında kullanılabilir (Aremu ve ark., 2012).

Mikroçoğaltım, kaktüs bitkileri üzerinde yapılan araştırmalar ve eğitim amaçları için önemli bir kaynaktır. Kaktüslerin moleküler biyolojisi, fizyolojisi ve genetik yapıları üzerine yapılan çalışmalarda, steril ve kontrollü ortamlarda üretilen bitki materyali önemli bir örnek oluşturur. Bu materyaller, bitki fizyolojisi, genetik çeşitlilik ve bitki hastalıkları gibi konularda yapılan eğitim çalışmalarında kullanılır ve bilimsel araştırmalar için temel oluşturur (Resende, 2021).

Yapılan bir çalışmada *Stenocereus queretaroensis* (%84) ve *S. gummosus* (%60) tohumlarının MS besi ortamında yüksek çimlenme oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir (Chávez ve ark., 2006).

S. griseus ve *Hylocereus undatus*'ta çimlenme oranlarında dış ortam koşulları ile bir fark görülmez iken, *Pilosocereus robini*, *Astrophytum asterias* gibi diğer türlerde en iyi çimlenme ortamı olarak ½ MS olduğu bildirilmiştir (Feria ve ark., 2012).

Ariocarpus kotschoubeyanus, *Cereus hildmannianus* türlerinde, *in vitro* koşullarda MS besi ortamında çimlenme oranlarının %70-80'e ulaştığı, *Melocactus coccineus* türünde %94 çimlenme oranlarının görüldüğü bildirilmiştir (Moebius-Goldammer ve ark., 2003).

Oksinlerin sitokininlerle sinerjik etkisi hem Kin hem de NAA eklendiğinde *Opuntia areol* aktivasyonu üzerinde net bir etki göstermemiştir. Ancak, üç aylık kültür süresinden sonra, eksplant başına sürgün sayısı bakımından BA tek başına en verimli olanı olmuştur (Nascimento ve ark., 2018).

Aliyu ve Mustapha (2007), uygulanan besiyerine bakılmaksızın %5 sükroz ve 4.44 µM BA içeren MS veya %3 sükrozlu MS, 5.55 µM BA ve 1,43 µM IAA 30 günlük kültürden sonra belirgin sonuçlar elde etmişlerdir.

Dahanayake ve Ranawake (2011)' nin *Hylocereus undatus* türüne ait tohumlarının *in vitroda* sürgün rejenerasyon potansiyelini inceledikleri çalışmada 4 hafta içinde 2,5 mg/L BA ve 0,01 mg/L NAA ilave edilmiş MS ortamındaki eksplantlarda sürgün oluşumunun başladığını bildirilmişlerdir.

Ghaffari ve ark. (2013) *Opuntia ficus–indica* bitkisinin mikro çoğaltımında yaptıkları bir çalışmada sürgün gelişimi ve uzaması için en iyi sonuçları 5 mg/L ve 0,25 mg/L NAA içeren ortamlarda elde etmişlerdir. En fazla çoğalma oranını (3,9), 5 mg/L BAP ve 2 mg/L NAA ilave edilmiş besi ortamından elde etmişlerdir.

Mammillaria hernandezii, M. dixanthocentron ve *M. lanata* kaktüslerinin en uygun *in vitro* çoğaltma ortamlarının belirlenmesi amaçlanan çalışmada, MS ortamında 0, 0,4, 1,1, 2,2, 4,4 ve 8,9 µM ilave edilmiş BA, KIN, TDZ ve meta-topolinin etkileri incelenmiştir. *M. hernandezii*' de, 2,2 µM meta-topolin bulunan MS ortamından 7,4 sürgün elde edilmiş olup *M. dixanthocentron ve M. lanata*' da 1,1 µM meta-topolin ilave edilmiş MS ortamında 16,7 ve 17,9 sürgün/eksplant oranı sağlanmıştır (Castellanos ve ark. 2018).

Mammillaria herrerae' nın *in vitro* çoğaltımında en yüksek sürgün oranı (%99,2) ve maksimum sürgün uzunluğu (0,83 cm) 2,5 µM KIN ve 1 µM IBA ilave edilmiş MS ortamında elde edilmiştir. En fazla kök sayısı (8,1 adet) ve maksimum ortalama kök uzunluğu (4,2 cm) 0,5 µM IBA içeren köklendirme ortamında tespit edilmiştir (Song ve ark. 2020).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Bitki Doku Kültürü ve Biyoteknoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak bölümümüz seralarında bulunan *Gymnocalycium mihanovichii* türünden elde edilen tohumlar kullanılmıştır.

3.1.1. *Gymnocalycium mihanovichii* (Frič and Gürke) Britton and Rose

Genellikle alçak büyüyen soliter yapıda göbek şekilde veya kısa silindirik gövdeleri vardır. 4 ile 15 arasında değişen kaburga (Ribs) bulunur. Çok çeşitli dikenlere sahiptir. Çiçekleri çan şeklinde beyaz, pembe, sarı veya parkla kırmızı renkte olabilir. Tohumları boyutları çok küçük olup kahverengi veya siyah renkli olabilmektedir (Pilbeam, 1995).



Şekil 3.1.1. *Gymnocalycium mihanovichii*

3.1.2. Besi ortamları ve doku kültürü koşulları

Çalışmada kaktüs tohumlarının çimlenmesi ve çimlenen kaktüslerin gelişmesi için Murashige & Skoog Medium (MS), MCcown Woody Plant Medium (WPM) ve Quoirin & Lepoivre Medium (QL) ortamlarının %100, %50 ve %25 konsantrasyonları

kullanılmıştır (Çizelge 3.1.2.1.). Kullanılan bütün besi ortamlarına %3 sükroz ile 0.5 mgL^{-1} GA_3 ve %7 agar ilave edilmiştir. Kontrol grubu olarak bitki büyüme düzenleyici ve besi ortamı içermeyen yalnızca %3 sükroz ile %7 agar ilave edilen ortamlar hazırlanmıştır. Hazırlanan ortamların pH'ı 1N NaOH veya 1N HCl kullanılarak 5.6-5.8'e ayarlandıktan sonra 1.2 atmosfer basınç altında 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak ortamların sterilizasyonu sağlanmıştır. Hazırlanan kültürler beyaz floresans ışığı altında 16 saat ışık 8 saat karanlık fotoperiyodu ile 25± °C sıcaklığa sahip büyütme odasında tutulmuştur (Resende, 2021).

Çizelge 3.1.2.1. Deneme deseni

1	KONTROL
2	%100 MS + 0.5 MG/L GA_3
3	%50 MS + 0.5 MG/L GA_3
4	%25 MS + 0.5 MG/L GA_3
5	%100 QL + 0.5 MG/L GA_3
6	%50 QL+ 0.5 MG/L GA_3
7	%25 QL + 0.5 MG/L GA_3
8	%100 WPM + 0.5 MG/L GA_3
9	%50 WPM + 0.5 MG/L GA_3
10	%25 WPM + 0.5 MG/L GA_3

Çizelge 3.1.2.2. Besi ortamı içerikleri (Anonim, 2023)

	MS (mgL^{-1})	**WPM (mgL^{-1})**	**QL (mgL^{-1})**
Makro Elementler			
$MgSO_4$	180.54	180.54	175.79
KH_2PO_4	170.00	170.00	270.00
KNO_3	1900.00	-	1800.00
K_2SO_4	-	990.00	-
NH_4NO_3	1650.00	400.00	400.00
$CaCl_2$	332.02	72.50	-
Ca (NO_3)	-	-	578.92
Ca (NO_3)$_2$.4H_2O	-	471.26	-
Mikro Elementler			
H_3BO_3	6.20	6.20	6.20
$MnSO_4.H_2O$	16.90	22.30	0.76
$ZnSO_4.7H_2O$	8.60	8.60	8.60
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25	0.25	0.25
$CuSO_4.5H_2O$	0.025	0.25	0.025
$CoCl_2.6H_2O$	0.025	-	0.025
KI	0.83	-	0.08
FeNaEDTA	36.70	36.70	36.70
Vitaminler			
Myo-inositol	100.00	100.00	100.00
Nikotinik asit	0.50	0.50	-
Piridoksin HCI	0.50	0.50	-
Tiamin HCI	0.10	1.00	0.40
Glisin	2.00	2.00	-

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumların elde edilmesi ve hazırlanması

Bölüm seralarımızda bulunan *Gymnocalycium* kaktüslerimizin çiçekleri 15.04.2023 tarihinde melezlenmiştir. Melezlenen çiçeklerden meydana gelen meyve kapsülleri olgunlaşınca 19.05.2023 tarihinde hasat edilip tohumlar kapsüllerden alınmıştır.

Olgunlaşmış meyve kapsülleri toplanarak laboratuvara getirildikten sonra tohumlar kapsüllerden çıkarılarak çeşme suyu altında yıkanıp kurutma kağıtları üzerinde oda sıcaklığı koşullarında iki gün kurutulmuştur. Kuruyan tohumlar cam şişelerde +4 °C'de beklemeye alınmıştır (Resende, 2021).



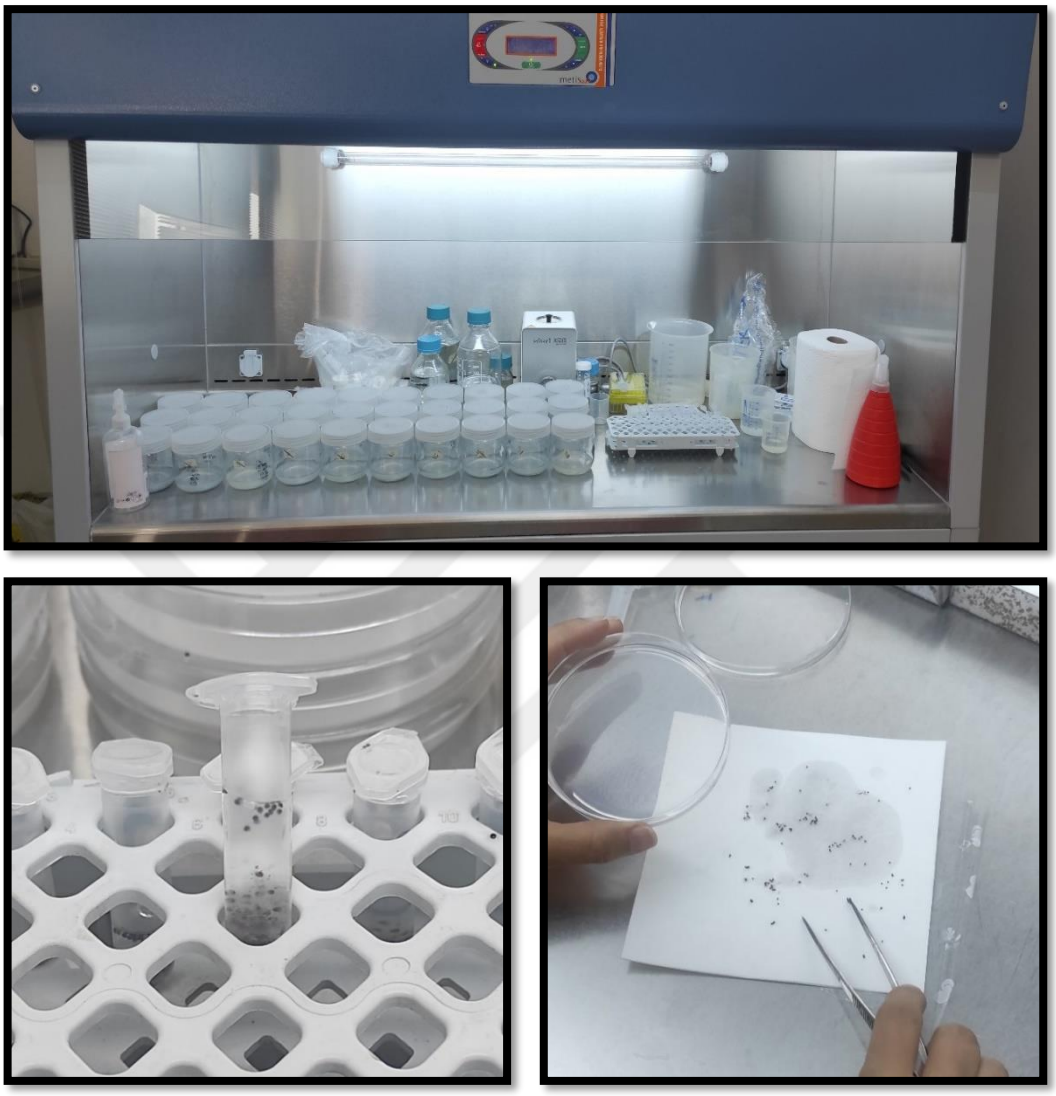
Şekil 3.2.1. *Gymnocalycium mihanovichii* tohumları

3.2.2. Yüzey sterilizasyonu

Tohumlar steril kabin içerisine alınıp yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Bunun için ilk önce %96'lık saf etil alkolde 2 dk çalkalamadan sonra %0.1 $HgCl_2$ içeren 1-2 damla Tween-20 damlatılan %2'lik NaOCl çözeltisinde 10 dk bekletilmiştir. Ardından üç defa steril saf su ile durulanmış ve daha sonra çimlenme başlangıcı için 1.0 mgL^{-1} GA_3' de 2 saat bekletilmiştir. Hazır hale gelen tohumlar besi ortamlarına aktarılmıştır (Resende, 2021).

Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar besi ortamlarına aktarılmıştır. 30 gün bu ortamlarda tutulup çimlenme verileri alındıktan sonra çimlenen bitkicikler aynı şekilde

hazırlanan besi ortamlarına alınarak 120 gün bu ortamlarda tutulmuştur. Deneme sonunda kaktüslerde ölçüm ve gözlemler yapılmıştır. Daha sonra elde edilen köklü kaktüslerin dış koşullara adaptasyonu sağlanmıştır.



Şekil 3.2.1. Tohumların kabin içerisinde sterilizasyonu ve hazırlanması

3.2.3. İstatistiksel Analiz

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü her tekerrürde 3 kültür kapı olacak şekilde kurulmuştur. Her kültür kapında 50 adet tohum kullanılmıştır. Elde edile veriler JMP Statistical Software paket programında varyans analizine tabi tutularak ortalamalar arasındaki farklılıklar TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre %5 önem seviyesinde analiz edilmiştir.

3.2.4. Çalışmada Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.2.4.1. Tohumlarda Çimlenme Oranı (%)

Tohumların besi ortamlarına aktarımından 30 gün sonra çimlenen tohumlar steril kabin içerisinde pens yardımı ile sayılmış yüzde olarak hesaplanmıştır (Bauk ve ark., 2017).

3.2.4.2. Tohumların Çimlenme Süresi (gün)

Tohumların çimlenmesinden 30 gün sonra ortalama çimlenme süresi Ranal ve Santana (2006)'ya göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

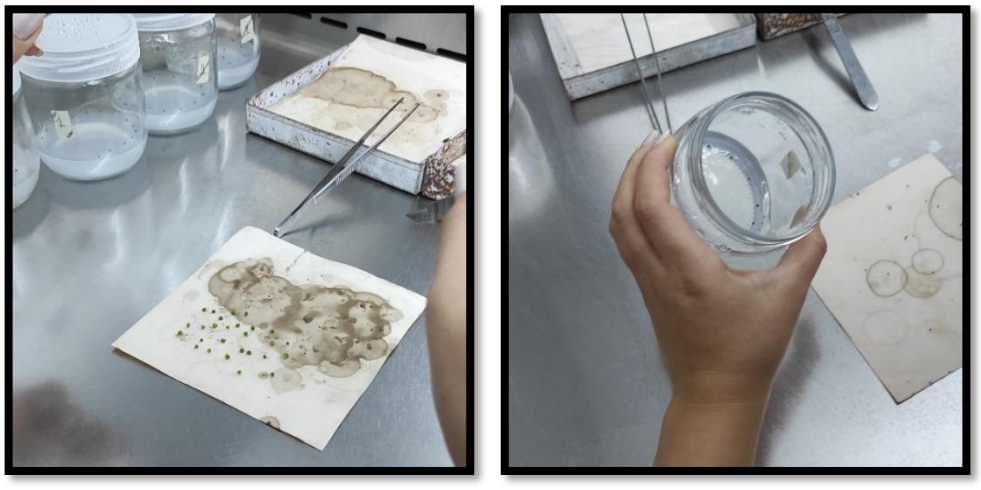
t = Σni.ti/Σni formülüne göre hesaplandı (Meiado ve ark., 2016).

ti=deneme başlangıcından ölçüme kadar gün sayısı,

ni: tohumların sayısı

3.2.4.3. Tohumlardan Gelişen Bitki sayısı (adet)

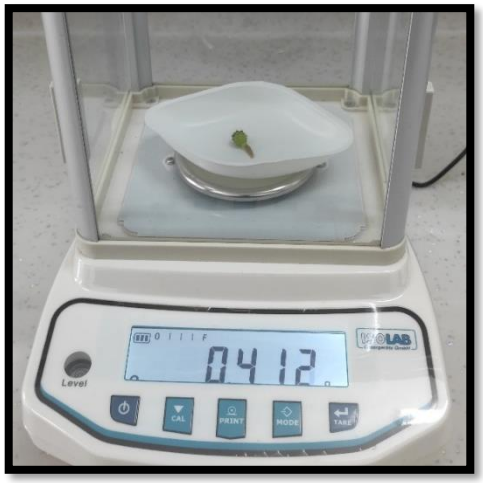
Besi ortamlarına aktarılan tohumlardan, 30 gün sonra büyüyüp gelişenler sayılarak yeni besi ortamlarına aktarılmıştır (Resende, 2021).



Şekil 3.2.4.3. Çimlenen bitkiciklerin sayılarak yeni ortama aktarılması

3.2.4.4. Bitki Ağırlığı (g)

Çimlenen bitkicikler 120 gün sonra hassas terazi ile tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir (Resende ve ark., 2021).



Şekil 3.2.4.4. Bitkilerin ağırlıklarının hassas terazi ile tartımı

3.2.4.5. Gövde Uzunluğu (mm)

Deneme boyunca büyüyen bitkilerin gövde boyu kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Resende, 2021).



Şekil 3.2.4.5. Bitki gövde uzunluğunun kumpas ile ölçülmesi

3.2.4.6. Gövde Çapı (mm)

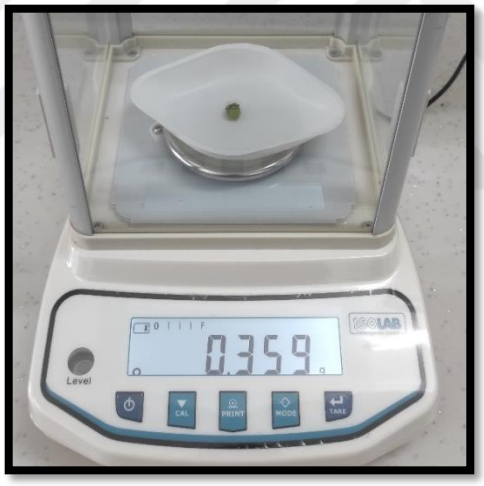
Çalışma süresince, büyüyen bitkilerin gövde kısmı en geniş çapa sahip oldukları yerden kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Oğuz ve ark., 2017).



Şekil 3.2.4.5. Bitki gövde çapının kumpas ile ölçülmesi

3.2.4.7. Gövde Yaş Ağırlık (g)

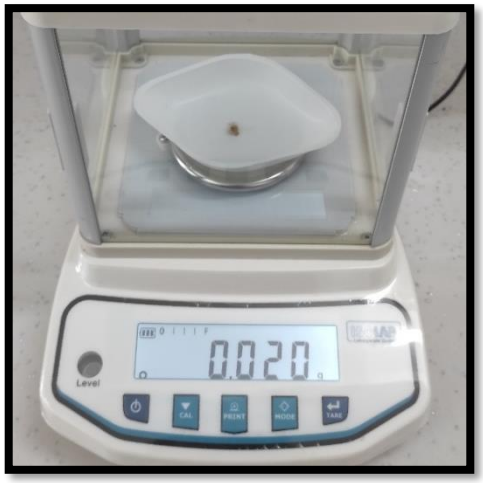
Çalışma süresince büyüyen bitkilerin gövde kısmı kök kısmından ayrılarak hassas terazi ile tartılmıştır (Resende, 2021).



Şekil 3.2.4.5. Bitki gövde yaş ağırlığının hassas terazi ile ölçülmesi

3.2.4.8. Gövde Kuru Ağırlık (g)

Çalışma süresince büyüyen bitkilerin gövde kısmı kök kısmından ayrılarak etüvde 60ºC'de 72 saat kurutulup daha sonra hassas terazi ile tartılarak kuru ağırlıklar belirlenmiştir (Resende, 2021).



Şekil 3.2.4.5. Bitki gövde kuru ağırlığının hassas terazi ile ölçülmesi

3.2.4.9. Kök Uzunluğu (mm)

Deneme sonunda sökülen kaktüslerin köklerinin ulaştığı uzunluk kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Resende, 2021).



Şekil 3.2.4.5. Bitki kök uzunluğunun kumpas ile ölçülmesi

3.2.4.10. Kök Yaş Ağırlığı (g)

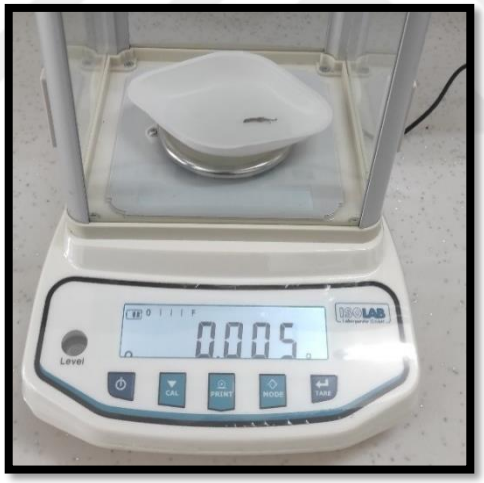
Deneme sonunda sökülen kaktüslerin kök kısımları ayrılarak bitkilerin kök ağırlığı hassas terazi ile tartılmıştır (Resende, 2021).



Şekil 3.2.4.5. Bitki kök yaş ağırlığının hassas terazi ile ölçülmesi

3.2.4.11. Kök Kuru Ağırlık (g)

Deneme sonunda sökülen kaktüslerin kök kısımları etüvde 60ºC'de 72 saat kurutulup daha sonra hassas terazi ile tartılarak kuru ağırlıklar belirlenmiştir (Resende, 2021).



Şekil 3.2.4.5. Bitki kök kuru ağırlığının hassas terazi ile ölçülmesi

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

4.1.1. Besi ortamlarının tohumların çimlenmesi üzerine etkisi

Çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda, besi ortamlarının *Gymnocalycium mihanovichii* kaktüslerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuş olup, en yüksek çimlenme yüzdesi WPM ortamından (%75) elde edilmiştir (Çizelge 4.1.1.).

Araştırmada kullanılan besi ortamlarının yoğunluklarının genel anlamda *Gymnocalycium mihanovichii* kaktüslerinin çimlenme yüzdesi üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuş olup, en yüksek çimlenme yüzdesi %25 yoğunluğa sahip ortamlardan elde edildiği (%86) belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, en yüksek çimlenme yüzdesi (%91) WPM ortamının %25 yoğunluğundan elde edilirken, en düşük çimlenme yüzdesi besi ortamlarının kontrol gruplarından (%51) elde edilmiştir (Çizelge 4.1.1.).

Çizelge 4.1.1. Besi ortamlarının çimlenme yüzdesi (%) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	51 j	71 d	64 f	53 ı	61 c
QL	51 j	88 b	63 g	62 h	66 b
WPM	51 j	**91 a**	83 c	75 e	**75 a**
Ortalama	51 d	**86 a**	70 b	64 c	





Şekil 4.1.1. Çimlenen tohumların mikroskop altında fotoğrafları

4.1.2. Besi ortamlarının tohumların çimlenme süresi üzerine etkisi

Çimlenme süresi üzerine farklı besi ortamlarının ve konsantrasyonlarının etkilerini incelediğimizde, istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Bütün besi ortamlarında aynı çimlenme süresi elde edilmiştir. Besi ortamlarının yoğunluklarının çimlenme sürelerindeki etkilerinde ise en hızlı çimlenme süresinin 8 gün ile MS besi ortamının %25 yoğunluğa; WPM besi ortamının %50 yoğunluğa ve QL besi ortamının %50 ve 25 yoğunluğa sahip ortamlarında tespit edilmiştir. En geç çimlenme süresi 11 gün ile MS, WPM ve QL besi ortamlarının %100 yoğunlukta kullanılan ortamlarından görülmüştür (Çizelge 4.1.2.).

Çizelge 4.1.2. Besi ortamlarının çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	9.00 a	8.00 a	9.00 a	11.00 b	9.25 a
QL	9.00 a	8.00 a	8.00 a	11.00 b	9.00 a
WPM	9.00 a	9.00 a	8.00 a	11.00 b	9.25 a
Ortalama	9.00 a	8.33 a	8.33 a	11.00 b	

4.1.3. Besi ortamlarının oluşan bitki sayısı üzerine etkisi

Gymnocalycium mihanovichii kaktüslerinde oluşan bitki sayısı üzerine kullanılan farklı besi ortamları ve konsantrasyonlarının etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Farklı besi ortamların etkisinde, en fazla oluşan bitki sayısı WPM besi ortamından (57.0 adet) elde edilmiştir. Kullanılan besi ortamlarının yoğunluklarının, kaktüslerin oluşan bitki sayısı üzerine etkileri incelendiğinde %25 yoğunluğa sahip ortamlar 64.0 adet ile en fazla bitki sayısına sahip olmuştur. Besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda ise en fazla oluşan bitki sayısı 71.0 adet ile QL ortamının %25 yoğunluğundan elde edilirken, en düşük oluşan bitki sayısı besi ortamlarının kontrol gruplarından 33 adet ile elde edilmiştir (Çizelge 4.1.3.).

Çizelge 4.1.3. Besi ortamlarının oluşan bitki sayısı (adet) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	33.0 ı	55.0 e	53.0 f	41.0 h	45.5 c
QL	33.0 ı	**71.0 a**	49.0 g	54.0 ef	51.7 b
WPM	33.0 ı	66.0 c	68.0 b	61.0 d	**57.0 a**
Ortalama	33.0 d	**64.0 a**	56.7 b	52.0 c	

4.1.4. Besi ortamlarının bitki ağırlığı üzerine etkisi

Çalışmamızda *Gymnocalycium mihanovichii* kaktüslerinin bitki ağırlığı üzerine besi ortamlarının ve konsantrasyonlarının etkileri istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuş olup denemeye ait veriler Çizelge 4.1.4' de verilmiştir.

Araştırmada kullanılan besi ortamlarının etkisi incelendiğinde QL besi ortamındaki kaktüsler 0.46g ile en fazla bitki ağırlığına sahip olmuştur. Besi ortamlarının

yoğunluklarının bitki ağırlığı üzerine etkilerinde ise, en fazla bitki ağırlığı %25 yoğunluğa sahip besi ortamlarında (0.53g) belirlenmiştir.

Çalışmada besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, en yüksek bitki ağırlığı (0.66g) MS ortamının %25 yoğunluğundan elde edilirken, en düşük bitki ağırlığı besi ortamlarının kontrol gruplarından (0.04) elde edilmiştir.

Çizelge 4.1.4. Besi ortamlarının bitki ağırlığı (g) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	0.04 h	**0.66 a**	0.37 f	0.21 g	0.32 b
QL	0.04 h	0.59 c	0.61 b	0.60 bc	**0.46 a**
WPM	0.04 h	0.35 f	0.47 d	0.40 e	0.31 b
Ortalama	0.04 d	**0.53 a**	0.48 b	0.45 c	

4.1.5. Besi ortamlarının gövde uzunluğu üzerine etkisi

Gymnocalycium mihanovichii kaktüslerinden elde edilen verilere göre, besi ortamlarının gövde uzunluğu üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Diğer besi ortamlarına göre en yüksek gövde uzunluğu 15.56mm ile MS besi ortamında elde edilmiştir (Çizelge 4.1.5).

Araştırmada kullanılan besi ortamlarının yoğunluklarının gövde uzunluğuna etkilerinin istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek gövde uzunluğu, tam yoğunluklu (%100) ortamlarda (18.13mm) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.5).

Besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, en yüksek gövde uzunluğu %100 yoğunluğundaki MS ortamının (19.87mm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.1.5. Besi ortamlarının gövde uzunluğu (mm) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	5.48 ı	19.29 b	17.59 c	**19.87 a**	**15.56 a**
QL	5.48 ı	15.81 f	16.25 e	17.28 d	13.70 b
WPM	5.48 ı	12.69 h	15.74 g	17.24 d	12.79 c
Ortalama	5.48 d	15.93 c	16.53 b	**18.13 a**	

4.1.6. Besi ortamlarının gövde çapı üzerine etkisi

Elde edilen veriler incelendiğinde, besi ortamlarının *Gymnocalycium mihanovichii* kaktüslerinin gövde çapı üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuş olup, gövde çapına ait veriler Çizelge 4.1.6.' da verilmiştir. Buna göre en geniş gövde çapı MS ortamından 8.99mm ile elde edilmiştir.

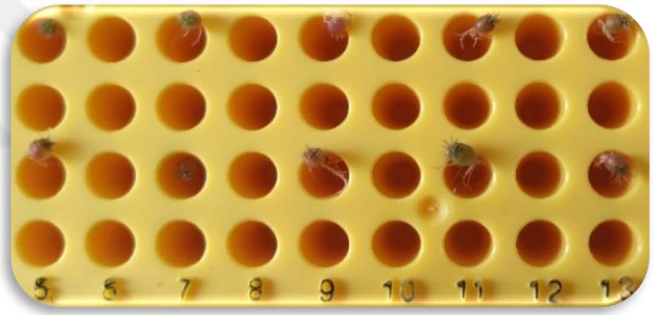
Kaktüs bitkilerinin gövde çapı üzerine besi ortamlarının yoğunluklarının etkileri istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur. En geniş gövde çapının %100 yoğunluğa (11.46mm) sahip ortamlarda bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.6).

Çalışmada kullanılan besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte etkileri incelendiğinde en geniş gövde çapı 12.27mm ile MS ortamının tam yoğunluğundan (%100) elde edilirken, en dar gövde çapı besi ortamlarının kontrol gruplarından 2.27mm ile elde edilmiştir.

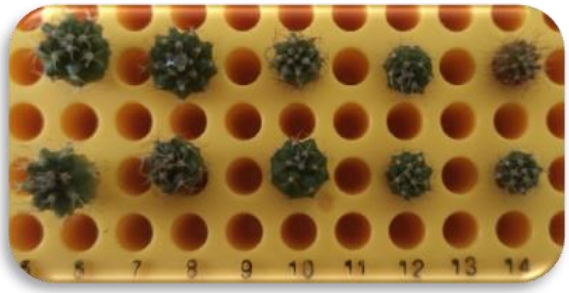
Çizelge 4.1.6. Besi ortamlarının gövde çapı (mm) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	2.27 j	12.19 b	9.21 g	**12.27 a**	**8.99 a**
QL	2.27 j	10.43 e	10.13 f	11.03 d	8.46 b
WPM	2.27 j	7.07 ı	9.18 h	11.09 c	7.40 c
Ortalama	2.27 d	9.51 c	9.89 b	**11.46 a**	

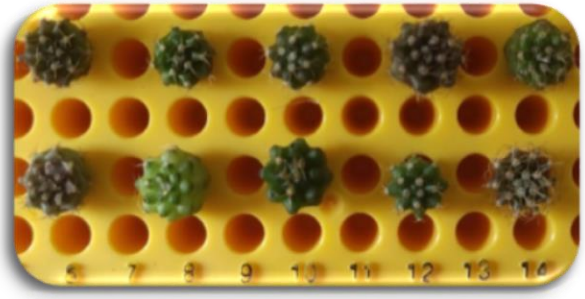
KONTROL



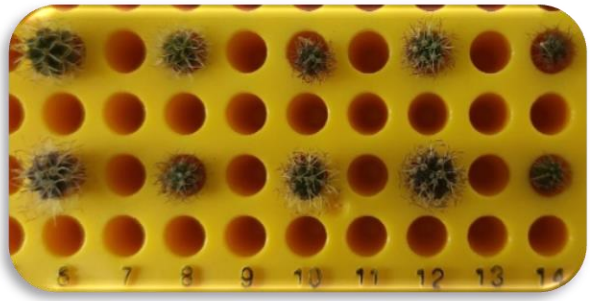
%25 MS



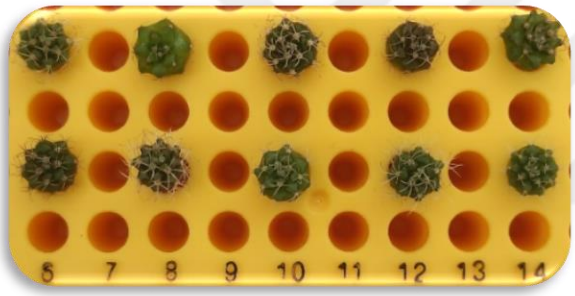
%25 QL



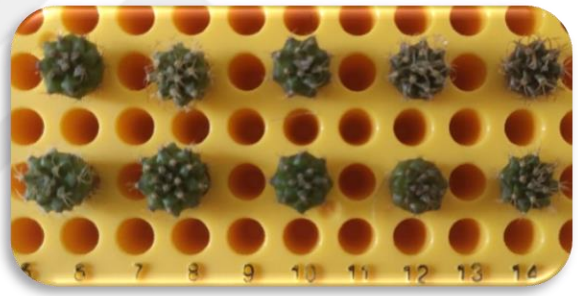
%25 WPM



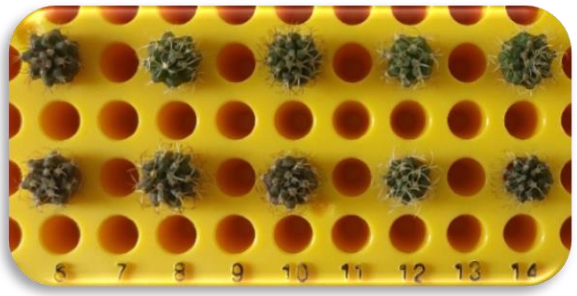
%50 MS



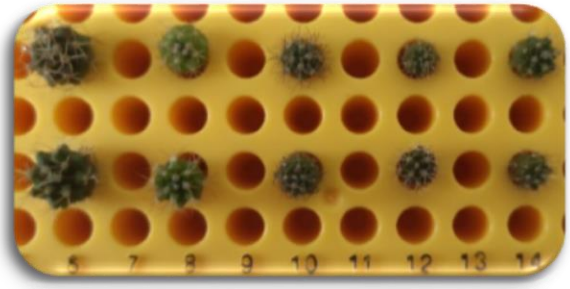
%50 QL



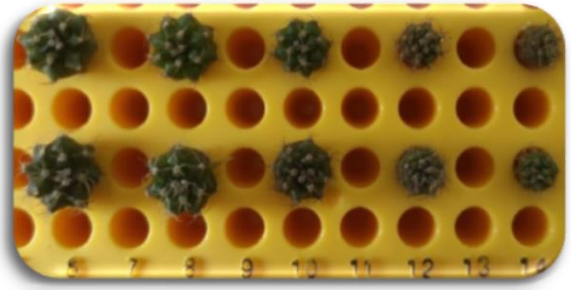
%50 WPM



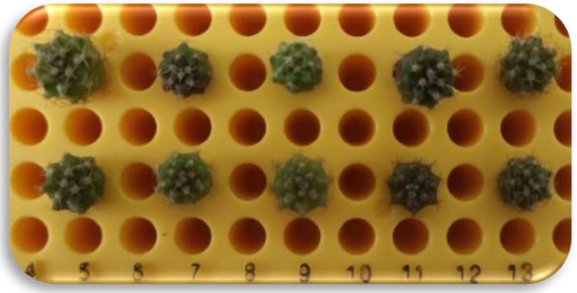
%100 MS



%100 QL



%100 WPM



Şekil 4.1.6. Bitkilerin gövde çap durumları

4.1.7. Besi ortamlarının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi

Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde besi ortamlarının ve yoğunluklarının *Gymnocalycium mihanovichii* kaktüslerinin gövde yaş ağırlığı üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuş olup veriler Çizelge 4.1.7.' de verilmiştir.

Besi ortamlarının gövde yaş ağrılığı üzerine etkisinde, en fazla gövde yaş ağırlığı QL ortamında (0.37g) tespit edilmiştir. Kullanılan besi ortamlarının yoğunluklarının etkileri incelendiğinde ise, en fazla gövde yaş ağırlığı %25 yoğunluğa (0.40 g) sahip ortamlarda olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının gövde yaş ağırlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde en fazla gövde ağırlığı 0.56g ile MS ortamının %25 yoğunluğundan elde edilirken, en düşük gövde yaş ağırlığı besi ortamlarının kontrol gruplarından (0.02 g) elde edilmiştir.

Çizelge 4.1.7. Besi ortamlarının gövde yaş ağırlığı (g) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	0.02 j	**0.56 a**	0.29 f	0.32 e	0.26 b
QL	0.02 j	0.52 b	0.44 d	0.50 c	**0.37 a**
WPM	0.02 j	0.14 ı	0.27 g	0.19 h	0.19 c
Ortalama	0.03 c	**0.40 a**	0.33 b	0.34 b	

4.1.8. Besi ortamlarının gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi

Çalışmadan elde edilen veriler incelendiğinde besi ortamlarının ve yoğunluklarının *Gymnocalycium mihanovichii* kaktüslerinin gövde yaş ağırlığı üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuş olup veriler Çizelge 4.1.8.' de verilmiştir.

Besi ortamlarının gövde yaş ağrılığı üzerine etkisinde, en fazla gövde kuru ağırlığı QL ortamında (0.021g) tespit edilmiştir. Kullanılan besi ortamlarının yoğunluklarının etkileri incelendiğinde ise, en yüksek gövde kuru ağırlığı %25 yoğunluğa (0.026g) sahip ortamlarda olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının gövde kuru ağırlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde en fazla gövde kuru ağırlığı MS ortamının %25

yoğunluğundan (0.029g) ve QL ortamının %25 yoğunluğundan (0.030g) ve %50 yoğunluğundan (0.028g) elde edilmiştir.

Çizelge 4.1.8. Besi ortamlarının gövde kuru ağırlığı (g) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	0.004 f	**0.029 a**	0.017 d	0.013 e	0.016 c
QL	0.004 f	**0.030 a**	**0.028 a**	0.024 b	**0.021 a**
WPM	0.004 f	0.020 c	0.024 b	0.019 c	0.018 b
Ortalama	0.004 d	**0.026 a**	0.023 b	0.019 c	

4.1.9. Besi ortamlarının kök uzunluğu üzerine etkisi

Gymnocalycium mihanovichii kaktüslerinden elde edilen verilere göre, besi ortamlarının kök uzunluğu üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Diğer besi ortamlarına göre en yüksek kök uzunluğu 20.46mm ile MS besi ortamında elde edilmiştir (Çizelge 4.1.9).

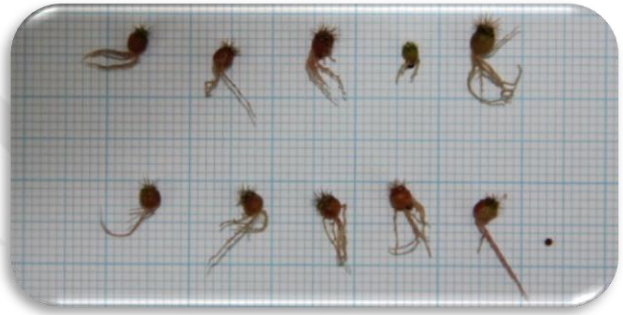
Araştırmada kullanılan besi ortamlarının yoğunluklarının kök uzunluğuna etkilerinin istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kök uzunluğu, %50 yoğunluğa (25.55mm) sahip ortamlardan elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1.9).

Besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte etkilerinin incelenmesi sonucunda, en yüksek kök uzunluğu 31.55mm ile QL ortamının %50 yoğunluğundan elde edilirken, en düşük kök uzunluğu besi ortamlarının kontrol gruplarından 7.39mm ile elde edilmiştir.

Çizelge 4.1.9. Besi ortamlarının kök uzunluğu (mm) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	7.39 j	28.39 b	21.80 e	24.23 c	**20.46 a**
QL	7.39 j	14.38 h	**31.55 a**	18.74 f	18.02 b
WPM	7.39 j	13.05 ı	23.27 d	18.18 g	15.49 c
Ortalama	7.40 d	18.61 c	**25.55 a**	20.40 b	

KONTROL



%25 MS

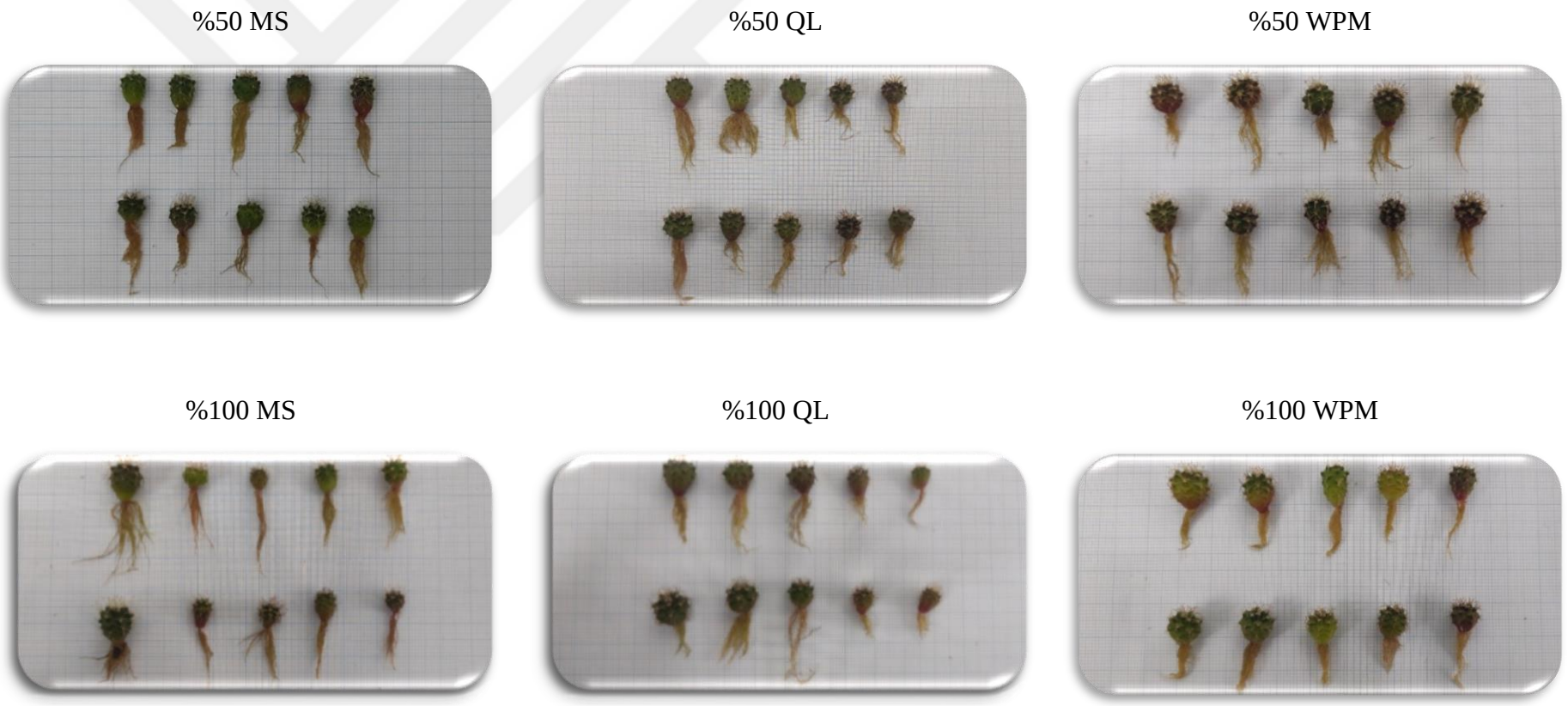


%25 QL



%25 WPM





Şekil 4.1.9. Bitkilerin kök uzunluk durumları

4.1.10. Besi ortamlarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi

Gymnocalycium mihanovichii kaktüslerinin kök yaş ağırlığı üzerine besi ortamlarının ve konsantrasyonlarının etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 4.1.10.' da verilmiştir.

Çalışmada kullanılan besi ortamlarının kaktüslerin kök yaş ağırlığına etkileri incelendiğinde en fazla kök yaş ağırlığı WPM ortamında (0.119g) tespit edilmiştir. Besi ortamlarının yoğunluklarının kök yaş ağırlığına etkisinde ise, en fazla kök yaş ağırlığı 0.144g ile %50 yoğunluğa sahip ortamlardan elde edilmiştir.

Besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, en fazla kök yaş ağırlığı WPM ortamının %25 yoğunluğundan (0.202g) elde edilirken, en düşük kök yaş ağırlığına ise besi ortamlarının kontrol (0.014g) grubu sahip olmuştur.

Çizelge 4.1.10. Besi ortamlarının kök yaş ağırlığı (g) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	0.014 f	0.099 cd	0.072 de	0.017 f	0.051 c
QL	0.014 f	0.064 e	0.167 b	0.102 c	0.087 b
WPM	0.014 f	**0.202 a**	0.194 ab	0.067 e	**0.119 a**
Ortalama	0.014 d	0.122 b	**0.144 a**	0.062 c	

4.1.11. Besi ortamlarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi

Gymnocalycium mihanovichii kaktüslerinin kök yaş ağırlığı üzerine besi ortamlarının ve konsantrasyonlarının etkilerinin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 4.1.11.' de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan besi ortamlarının kaktüslerin kök kuru ağırlığına etkileri incelendiğinde en fazla kök kuru ağırlığı QL ortamında (0.0057g) tespit edilmiştir. Besi ortamlarının yoğunluklarının kök kuru ağırlığına etkisinde ise, en fazla kök kuru ağırlığı 0.0065g ile %50 yoğunluğa sahip ortamlardan elde edilmiştir.

Besi ortamları tipi ve konsantrasyonlarının birlikte değerlendirilmesi sonucunda, en fazla kök kuru ağırlığı MS besi ortamının %25 yoğunluğundan (0.0070 g) ve %50 yoğunluğundan (0.0070 g) ve QL besi ortamının %25 yoğunluğundan (0.0070 g) ve %50 yoğunluğundan (0.0076 g) elde edilmiştir. Kontrol grubu ise 0.0033g ile en düşük kök yaş ağırlığına sahip olmuştur.

Çizelge 4.1.11. Besi ortamlarının kök kuru ağırlığı (g) üzerine etkisi

Konsantrasyon / *Ortam Tipi*	***0***	***%25***	***%50***	***%100***	***Ortalama***
MS	0.0033 c	**0.0070 a**	**0.0070 a**	0.0043 c	0.0054 ab
QL	0.0033 c	**0.0070 a**	**0.0076 a**	0.0050 bc	**0.0057 a**
WPM	0.0033 c	0.0040 c	0.0050 bc	0.0066 ab	0.0047 b
Ortalama	0.0033 c	0.0060 ab	**0.0065 a**	0.0053 b	

4.2. Bitkilerin Dış Ortama Adaptasyonu

Elde edilecek köklü bitkilerin dış koşullara adaptasyon sağlaması için öncelikle kültür kaplarının kapakları kademeli olarak açılarak laboratuvarda ön alıştırma işlemine tabi tutulmuş olup daha sonra iyice temizlenen köklü bitkiler 1:1:1 vermikülit, kum ve toprak içeren viyollere aktarılarak büyütme odasında alınmıştır. Adaptasyon aşamasından sonra 5.5 cm'lik saksılara aktarılarak seraya aktarılmıştır.



Şekil 4.2. Oluşan bitkilerin dış ortam saksı görüntüsü

4.2. Tartışma

Gymnocalycium mihanovichii tohumlarının *in vitro* çoğaltılması, modern botanik araştırmalarında ve bitki endüstrisinde önemli bir yer tutan, son derece değerli bir tekniktir. Bu durum, bitkilerin ticari üretimi ve araştırma alanlarındaki gereksinimleri karşılamak için önem arz etmektedir. Ayrıca, doğal yaşam alanlarının azalması ve insan etkilerinin artması gibi faktörler nedeniyle birçok bitki türünün tehdit altında olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, *Gymnocalycium* gibi türlerin korunması için *in vitro* çoğaltma yöntemi, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesinde ve endemik türlerin korunmasında kritik bir rol oynadığı bildirilmektedir (Cortés-Olmos ve ark., 2023). Çalışmamızda farklı besi ortamlarının farklı konsantrasyon seviyelerinde *Gymnocalycium mihanovichii* tohumlarında çimlenme yüzdesi, çimlenme süresi, oluşan bitki sayısı, oluşan bitki ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde çapı, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Elde ettiğimiz veriler ışığında, farklı besi ortamlarının farklı konsantrasyonlarının tohum çimlenmesi ve gelişmesi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Bugüne kadar yürütülen çalışmalarda farklı etkenler denenmiş olsa da besi ortamlarının etkisi ve tohum üzerine çalışılmalar sınırlı kalmıştır.

Çalışmamızda çimlenme yüzdesi açısından, kontrol grubu ile farklı besi ortamları karşılaştırıldığında en iyi sonuç WPM besi ortamının %25 yoğunluğundaki konsantrasyonundan elde edilmiştir. MS ve QL besi ortamlarının farklı konsantrasyonları, kontrol grubuna göre yüksek çimlenme oranına sahip olmuştur. Yapılan bir çalışmada ½ MS besi ortamında *Lophohora williamsii* ve *Astrophytum asterias* türlerinde erken çimlenme oranları belirlenmiştir (Lemarumińska ve Kulus, 2012; Cortés-Olmos ve ark., 2018). Fakat *Pelecyphora aselliformis, Parodia magnifica syn. Notocactus magnificus* türlerinde *in vitro* çimlenme, doğal ortamda çimlenmeden daha düşük olduğu bildirilmiştir (Santos-Díaz ve ark., 2003). Bir başka çalışmada bu durumun nedeni olarak, tohumun düşük canlılığı ve dezenfektan maddesinin kimyasal stresi, uygun olmayan osmotik potansiyel veya kültür kabında yüksek nem gibi faktörlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Balch ve ark., 1998). Düşük çimlenme oranları, gibberelik asit (GA_3) gibi ek bir madde eklenerek artırılabileceği *Trichocereus terscheckii* ve *Obregonia denegrii* gibi türlerde gözlemlendiği bildirilmiştir (Ortega-Baes ve Rojas-Aréchiga, 2007).

Yapılan daha önceki çalışmalarda, besi ortamı içeriğinin kaktüs bitki boylarının uzaması üzerine etkileri gözlemlenmiş olup özellikle dış ortam şartlarında büyüme hızı

yılda 1 cm gibi düşük seviyede olan türlerde olumlu sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir.(Pérez-Molphe-Balch ve Dávila-Figueroa, 2002) . Bizim çalışmamızda da kontrol grubu ile farklı besi ortamları karşılaştırıldığında bitki gövde uzunluklarının, bitki gövde çaplarından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca farklı besi ortamları ve konsantrasyonları arasında gövde uzunluğu ve gövde çapında en iyi sonuç MS besi ortamından elde edilmiştir. Mikro çoğaltımda genellikle MS bazlı besin ortamlarının kullanıldığı fakat diğer besi ortamlarının da kaktüslerin yan sürgün büyümesini önemli oranda teşvik ettiği bildirilmiştir (Clayton ve ark., 1990). Kaktüslerde, koltuk altı tomurcuklarının gelişimini teşvik etmek için, yüksek düzeyde sitokinin konsantrasyonuna sahip ortamların kullanılmasının etkili olduğu tespit edilmiştir (Pérez-Molphe-Balch ve Dávila-Figueroa, 2002; Aliyu ve Mustapha, 2007). *Opuntia ficus-indica* ve *Sulcorebutia alba* gibi birçok tür için, mikro çoğaltımda BA'nın etkili olduğu, diğer sitokininlerin yalnızca kallus büyümesini teşvik ettiği ayrıca *Opuntia ellisiana'nın* mikro çoğaltımında BA ve IBA kombinasyonlarının etkili olduğu bildirilmiştir (Clayton ve ark., 1990). *Trichocereus spachianus* ve *Astrophytum myriostigma* gibi türlerde, daha yüksek IAA/Kinetin oranı ile daha iyi çoğalma sağlanmıştır. (Clayton ve ark., 1990; Pérez-Molphe-Balch ve Dávila-Figueroa, 2002; Rubluo ve ark., 2002).

Yapılan uygulamaların kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlıklarına etkileri incelendiğinde QL ve WPM besi ortamları ön plana çıkmıştır. Bu besi ortamlarının ise yoğunluğunun %25 ve %50 azaltılan ortamlardaki kaktüslerde daha fazla kök gelişimi meydana gelmiştir. *Melocactus* türünde yapılan bir çalışmada benzer şekilde MS besi ortamının ½ ve ¼ oranında azaltılan konsantrasyonlarında daha fazla kök uzunluğu elde edilmiştir (Resende ve ark., 2021).

In vitro şartlarda kaktüslerin kültürü için tohumların kullanılması, aseptik eksplant elde etmek için geçerli bir alternatiftir. Çünkü dikenler ve/veya kıllar, eksplantların dezenfekte edilmesini zorlaştırabilecek çeşitli mikroorganizmaları barındırmaktadır (Medeiros ve ark., 2006). Ayrıca tohumlardan *in vitro* kültürlerin oluşturulması germplazm bankalarının oluşumu açısından önemlidir. Bunun yanı sıra, *in vitro* kültür, soyu tükenmiş veya kritik tehlike altında olan doğal popülasyonları yeniden canlandırmak için bitkilerin kendi yaşam alanlarına yeniden dahil edilmesi amacıyla bitkilerin *ex situ* korunmasına katkıda bulunabilir (Cortés-Olmos ve ark., 2018).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Farklı konsantrasyonlardaki besin ortamlarının *Gymnocalycium mihanovichii* tohumlarında çimlenme yüzdesi, çimlenme süresi, oluşan bitki sayısı, oluşan bitki ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde çapı, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmamızda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan üç farklı besi ortamı ve bu ortamların yoğunluğunu azaltılması tohum çimlenmesinde ve oluşan bitkilerin gelişiminde istatistiki olarak önemli farklar ortaya çıkarmıştır. Nitekim denemede MS, QL ve WPM ortamlarının %50 ve %25 azaltılan uygulamaları incelenen parametrelerde ön plana çıkmıştır. Genel olarak kullanılan besi ortamlarının seyreltilmesi *Gymnocalycium mihanovichii* tohumlarının çimlenmesi ve oluşan bitkilerin gelişiminde daha iyi sonuçlar vermiştir. Tohumların çimlenme süresinde 8 günlük zaman ile MS, QL ve WPM besi ortamlarının %25 azaltılan ve QL besi ortamının %50 azaltılan konsantrasyonlarında en iyi sonuçları verirken çimlenme yüzdesinde %91.10 ile en iyi değer WPM besi ortamının %25 azaltılan konsantrasyonundan elde edilmiştir. Tohumlardan elde edilen sağlıklı bitkiler hesaplandığında en fazla bitki sayısı QL besi ortamının %25 azaltılan konsantrasyonundan71 adet ile elde edilmiştir. Ancak oluşan bitkilerde gövde uzunluğu ve gövde çapı incelediğinde tam konsantrasyonda kullanılan MS besi ortamı sırasıyla 19.87 mm ve 12.27 mm değerleri ile en iyi sonuçları vermiştir. Oluşan bitkilerdeki kök uzunluklarında ise QL besi ortamının %50 konsantrasyonunda en iyi değer 31.55 mm ile tespit edilmiştir. Tohumlardan elde ettiğimiz ve oluşan bitkilerde incelediğimiz parametrelerdeki farklılar kullanılan besi ortamı içeriklerinden kaynaklandığı söylenebilir.

5.2 Öneriler

Gymnocalycium' un bitki *in vitro* yöntemleri kullanılarak üretilmesine yönelik farklı besin ortamlarının ve bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı, en hızlı üretimi sağlayacak kombinasyonların değerlendirilmesi, en uygun eksplant seçimi ve yüzey sterilizasyon yöntemlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Literatürlerde *Cactaceae* familyasına ait birçok türde çalışma yapılsa da doku kültürü ile yapılan çalışmalar sınırlı kalmıştır. Ayrıca *Cactaceae* familyasında *Gymnocalycium* cinsinde ayrı çok fazla cins ve tür mevcuttur. Bu türlerin ayrı ayrı çalışılıp in vitro şartlarda üretilmesinde uygun

protokoller belirlenmelidir. Böylece iç mekanda popular olarak kullanılan kaktüs türlerinde en hızlı ve sağlıklı bitkilerin elde edilmesine katkı sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

Aliyu ve Mustapha, 2007, Effect of different media on the in vitro growth of cactus (Opuntia ficus-indica) explants, *African Journal of Biotechnology*, 6 (11).

Anderson, 2001, The Cactus Family, Timber Press, p.

Aremu, A. O., Bairu, M. W., Doležal, K., Finnie, J. F. ve Van Staden, J., 2012, Topolins: A panacea to plant tissue culture challenges?, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 108 (1), 1-16.

Balch, E. P. M., Reyes, M. E. P., Amador, E. V., Rangel, E. M., Ruiz, L. d. R. M. ve Viramontes, H. J. L., 1998, Micropropagation of 21 species of Mexican cacti by axillary proliferation, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 34, 131-135.

Bauk, K., Flores, J., Ferrero, C., Pérez-Sánchez, R., Peñas, M. L. L. ve Gurvich, D. E., 2017, Germination characteristics of Gymnocalycium monvillei (Cactaceae) along its entire altitudinal range, *Botany*, 95 (4), 419-428.

Bouzroud, S., El Maaiden, E., Sobeh, M., Devkota, K. P., Boukcim, H., Kouisni, L. ve El Kharrassi, Y., 2022, Micropropagation of Opuntia and Other Cacti Species Through Axillary Shoot Proliferation: A Comprehensive Review, *Frontiers in Plant Science*, 13.

Butterworth, C. ve Wallace, R., 2005, Molecular phylogenetics of the leafy cactus genus Pereskia (Cactaceae), *Systematic Botany*, 30, 800-808.

Chávez, L. C., Rubio, E., Fco, J. ve Neavez, T., 2006, La germinación in vitro una alternativa para obtener explantes en cactáceas, *Zonas áridas*, 10, 129-133.

Clayton, P. W., Hubstenberger, J. F., Phillips, G. C. ve Butler-Nance, S. A., 1990, Micropropagation of members of the Cactaceae subtribe Cactinae, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115 (2), 337-343.

Cortés-Olmos, C., Guerra-Sandoval, V. M., Blanca-Giménez, V. ve Rodríguez-Burruezo, A., 2023, Micropropagation and Acclimatization of Gymnocalycium cv. Fancy (Cactaceae): Developmental Responses to Different Explant Types and Hormone Conditions, *Plants*, 12 (23), 3932.

Demaio, P. H., Barfuss, M. H., Kiesling, R., Till, W. ve Chiapella, J. O., 2011, Molecular phylogeny of Gymnocalycium (Cactaceae): assessment of alternative infrageneric systems, a new subgenus, and trends in the evolution of the genus, *American Journal of Botany*, 98 (11), 1841-1854.

Eggli, U., 2003, Crassulaceae, In: Illustrated Handbook of Succulent Plants: Crassulaceae, Eds: Eggli, U., *Berlin, Heidelberg*: Springer Berlin Heidelberg, p. 5-374.

Feria, M. d., Rojas, D., Chávez, M., Reyna, M., Quiala, E., Solís, J. ve Zurita, F., 2012, In vitro propagation of Hylocereus purpusii Britton & Rose, a Mexican species in danger of extinction.

George, E. F., Hall, M. A. ve Klerk, G.-J. D., 2008, Micropropagation: Uses and Methods, In: Plant Propagation by Tissue Culture: Volume 1. The Background, Eds: George, E. F., Hall, M. A. ve Klerk, G.-J. D., *Dordrecht*: Springer Netherlands, p. 29-64.

Giorgis, M. A., Cingolani, A. M. ve Gurvich, D. E., 2015, Flowering phenology, fruit set and seed mass and number of five coexisting Gymnocalycium (Cactaceae) species from Córdoba mountain, Argentina1, *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 142 (3), 220-230.

Giusti, P., Vitti, D., Fiocchetti, F., Colla, G., Saccardo, F. ve Tucci, M., 2002, In vitro propagation of three endangered cactus species, *Scientia Horticulturae*, 95 (4), 319-332.

Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., Cruz-Piñón, G., Duffy, J. P., Frances, A., Hernández, H. M., Inger, R., Pollock, C., Schipper, J., Superina, M., Taylor, N. P., Tognelli, M., Abba, A. M., Arias, S., Arreola-Nava, H. J., Baker, M. A., Bárcenas, R. T., Barrios, D., Braun, P., Butterworth, C. A., Búrquez, A., Caceres, F., Chazaro-Basañez, M., Corral-Díaz, R., del Valle Perea, M., Demaio, P. H., Duarte de Barros, W. A., Durán, R., Yancas, L. F., Felger, R. S., Fitz-Maurice, B., Fitz-Maurice, W. A., Gann, G., Gómez-Hinostrosa, C., Gonzales-Torres, L. R., Patrick Griffith, M., Guerrero, P. C., Hammel, B., Heil, K. D., Hernández-Oria, J. G., Hoffmann, M., Ishihara, M. I., Kiesling, R., Larocca, J., León-de la Luz, J. L., Loaiza S, C. R., Lowry, M., Machado, M. C., Majure, L. C., Ávalos, J. G. M., Martorell, C., Maschinski, J., Méndez, E., Mittermeier, R. A., Nassar, J. M., Negrón-Ortiz, V., Oakley, L. J., Ortega-Baes, P., Ferreira, A. B. P., Pinkava, D. J., Porter, J. M., Puente-Martinez, R., Gamarra, J. R., Pérez, P. S., Martínez, E. S., Smith, M., Manuel Sotomayor M. del C, J., Stuart, S. N., Muñoz, J. L. T., Terrazas, T., Terry, M., Trevisson, M., Valverde, T., Van Devender, T. R., Véliz-Pérez, M. E., Walter, H. E., Wyatt, S. A., Zappi, D., Alejandro Zavala-Hurtado, J. ve Gaston, K. J., 2015, High proportion of cactus species threatened with extinction, *Nature Plants*, 1 (10), 15142.

Griffith, M. P., 2004, The origins of an important cactus crop, Opuntia ficus-indica (Cactaceae): new molecular evidence, *Am J Bot*, 91 (11), 1915-1921.

Martino, P. A., Bauk, K., Ferrero, M. C., Gurvich, D. E. ve Las Peñas, M. L., 2018, Ecological significance of determinate primary root growth: inter- and intra-specific differences in two species of Gymnocalycium (Cactaceae) along elevation gradients, *Flora*, 248, 70-75.

Meiado, M. V., Rojas-Aréchiga, M., de Siqueira-Filho, J. A. ve Leal, I. R., 2016, Effects of light and temperature on seed germination of cacti of Brazilian ecosystems, *Plant Species Biology*, 31 (2), 87-97.

Moebius-Goldammer, K. G., Mata-Rosas, M. ve Chávez-Avila, V. M., 2003, Organogenesis and somatic embryogenesis in Ariocarpus kotschoubeyanus (Lem.) K. Schum.(Cactaceae), an endemic and endangered Mexican species, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 39, 388-393.

Nascimento, J. P. B., Meiado, M. V. ve Siqueira-Filho, J. A., 2018, Seed germination of three endangered subspecies of Discocactus Pfeiff. (Cactaceae) in response to environmental factors, *Journal of Seed Science*, 40.

Nee, M., 1987, The Cactus Primer, *Brittonia*, 39 (4), 507-507.

Nobel, P. S., 2002, Cacti: Biology and Uses, University of California Press, p.

Oğuz, H. İ., Zorlugenç, B., Zorlugenç, F. K. ve Kafkas, N. E., 2017, Nevşehir İklim Koşullarında Yetiştirilen Bazı Çilek (Fragaria× Ananassa L.) Çeşitlerinin Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Bahçe*, 46 (özel sayı 1), 303-310.

Ortega-Baes, P. ve Rojas-Aréchiga, M., 2007, Seed germination of Trichocereus terscheckii (Cactaceae): Light, temperature and gibberellic acid effects, *Journal of arid environments*, 69 (1), 169-176.

Pérez-Molphe-Balch, E. ve Dávila-Figueroa, C. A., 2002, In vitro propagation of Pelecyphora aselliformis Ehrenberg and P. strobiliformis Werdermann (Cactaceae), *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 38, 73-78.

Pilbeam, J., 1995, Gymnocalycium - a collector's guide, Rotterdam

A.A. Balkema, p.

Resende, S. V. L.-B., Alone Sılva, Gabrıela Torres Santana, José Ranıere Ferreıra De, 2021, In vitro seed germination and plant growth of "cabeça-de-frade"(Cactaceae), *Revista Caatinga*, 34, 1-8.

Rubluo, A., Marín-Hernández, T., Duval, K., Vargas, A. n. ve Márquez-Guzmán, J., 2002, Auxin induced morphogenetic responses in long-term in vitro subcultured Mammillaria san-angelensis Sánchez-Mejorada (Cactaceae), *Scientia Horticulturae*, 95 (4), 341-349.

Santos-Díaz, M. D. S., Méndez-Ontiveros, R., Arredondo-Gómez, A. ve Santos-Diaz, M. D. L., 2003, In vitro organogenesis of Pelecyphora aselliformis Erhenberg (Cactaceae), *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 39, 480-484.

Thorpe, T. A., 2007, History of plant tissue culture, *Molecular biotechnology*, 37, 169-180.

Twaij, B. M., Jazar, Z. H. ve Hasan, M. N., 2020, Trends in the Use of Tissue Culture, Applications and Future Aspects, *International Journal of Plant Biology*, 11 (1), 8385.

Zupichiatti, V., Zeballos, S. R., Whitworth-Hulse, J. I. ve Gurvich, D. E., 2022, Survival and growth of cactus species after a wildfire in central Argentina: Differences among species and the effects of microenvironment characteristics, *Austral Ecology*, 47 (3), 482-490.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı **:** Abdullah KÜÇÜK
Uyruğu **:** T.C

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Mehmet Akif Ersoy Lisesi, Selçuklu, KONYA	2012
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü-KONYA	2018
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü-KONYA	Devam Ediyor
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2018	Ekofen Tarım	Arge Müdürü

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR