

Muscari (*Muscari neglectum*) Soğanlarının *In Vitro* Çoğaltımı

Gülsüm ÖZTÜRK^{1*} (Orcid ID: 0000-0002-8701-790X)

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

*Sorumlu yazar (Corresponding author): gulsum.ozturk@ege.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 05.11.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 08.12.2022

Özet

Çalışma 2020-2021 yıllarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü doku kültürü laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada genetik materyal olarak doğadan toplanan *Muscari neglectum*'un soğanları kullanılmıştır. Bu soğanlar MS (Kontrol); MS+ TDZ (Thidiazuron) ve BAP (6-Benzylaminopurin) 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 mg/l içeren besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde; MS+4.0 mg/l TDZ içeren ortamdan en yüksek sürgün sayısı (8.2) ve sürgün boyu (4.9 cm) elde edilmiştir. MS+1.0 mg/l BAP içeren ortam kök sayısı (7.5) ve kök uzunluğu (3.3 cm) bakımından yüksek bulunmuştur. Bu ortamlardan gelişen sürgünler MS+IBA içeren ortamlarda alt kültüre alınmış ve kök oluşumları belirlenmiştir. MS+2.0 mg/l IBA içeren ortam bitki sayısı (8.3), bitki boyu (8.7 cm) ve kök sayısı (6.0) bakımından en yüksek bulunmuştur. *Muscari neglectum*'un soğanları *in vitro* koşullarda rejenerasyon potansiyeline sahip olup bu teknoloji kullanılarak bu bitkinin süs bitkisi veya tıbbi bitki olarak kullanılmam potansiyeli artırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Muscari, *Muscari neglectum*, *in vitro*, rejenerasyon, mikroklonal çoğaltım

In Vitro Propagation of Muscari (*Muscari neglectum*) Bulbs

Abstract

The study was conducted in the Tissue Culture Laboratory of the Field Crops Department of Agricultural Faculty of the Ege University in 2020-2021. Bulbs of *Muscari neglectum* collected from nature were used as genetic material in the study. These bulbs were cultured in nutrient media containing MS (Control) and MS+ TDZ (Thidiazuron) and BAP (6-Benzylaminopurine) 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 for the regeneration. When the results were estimated; the highest means were obtained in MS+4.0 mg/l TDZ medium in terms of shoot number (8.2), shoot length (4.9 cm). MS+1.0 mg/l BAP medium had the highest means for root number (7.5), root length (3.3 cm). The shoots developed from these media were sub cultured in media containing MS+IBA for rooting. The media containing MS+2.0 mg/l IBA was found to be the highest in terms of plant number (8.3), plant height (8.7 cm) and root number (6.0). *Muscari neglectum*'s bulbs have regeneration potential under *in vitro* conditions. The possibilities of using this plant as an ornamental or medicinal plant can be increased by using this technology

Keywords: Muscari, *Muscari neglectum*, *in vitro*, regeneration, micropropagation

GİRİŞ

Ülkemizde tür zenginliği bakımından geofitler önemli bir yer oluşturmaktadır. Özellikle besin maddelerini depolayan etli pullara sahip çiçek soğanları veya soğanlı bitkiler gurubunu oluşturan geofitler, toprak altı organları dediğimiz besin maddelerinin depo etmek üzere soğan, yumru ve rizom şeklinde değişikliğe uğramış iki ya da çok yıllık otsu bitkileri oluşturmaktadırlar (Topal ve ark., 2022). *Muscari* soğanlı bitkiler olarak adlandırılan daha önceleri zambakgiller (Liliaceae) familyasında değerlendirilirken, günümüzde Hyacinthaceae familyasında incelenmekte olup Ülkemizde yaklaşık 93 tür içermektedir (Dahlgren ve ark.,1985; Dalgıç, 1990; Dane, 2006; Koşanay, 2012). *Muscari* park ve bahçelerde süs bitkisi olarak yetiştirildiği gibi, içerdiği sekonder metabolitler ile tıbbi ve aromatik bir bitki olarak da değerlendirilmektedir. *Muscari* cinsi içinde yer alan *M. neglectum* kromozom sayısı $2n = 18, 36, 45, 54, 63$ ve 72 'kadar değişen geniş bir varyasyona sahiptir (Koşanay, 2012). Ülkemizde daha çok $2n=18$ kromozom içeren türler yer almaktadır (Stuart, 1970; Koşanay, 2012). Çiçek durumu rasemöz olup renkleri mor-mavi olarak değişmektedir. Çiçeklenme dönemi Mart-Mayıs aylarına olmakta ve bitki boyu yaklaşık 10 -25 cm kadar ulaşmaktadır. Yetiştirilme alanı seçici olmayıp ağaç gölgelerinden taşlık alanlara kadar oldukça geniş bir alanda yetişebilmektedir (Davis, 1984; Açıkgöz, 2007). Halk arasında 'arap sümbülü' olarak da adlandırılmaktadır (Uysal, 2002). Doğada kendiliğinden yetişen bu türlerin soğanlarının bilinçsizce sökülmesi, arazi açmak için yok edilmesi gibi çeşitli sebeplerle diğer soğanlı bitkilerde olduğu gibi bu türde için de risk oluşturmaktadır (Gürsoy, 2016; Akyüz, 2018). Ülkemiz geofit

bitkilerin pek çoğunun gen merkezi olması nedeniyle bu bitkilerin ticari üretimleri için de uygundur fakat ne yazık ki bu potansiyel değerlendirilememektedir. *Muscari* türlerinin tohumdan ve soğandan geleneksel olarak çoğalması yaklaşık 3-5 yıl almakta fakat biyoteknolojik yöntemler ile hızlı üretim büyük bir avantaj oluşturmaktadır. Bu teknik aseptik şartlarda yapay besin ortamlarında hızlı bir bitki elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Debergh ve Zimmerman,1993; Babaoğlu ve ark., 2001; Hazarika, 2006). İn vitro teknikler olarak adlandırılan bu teknikle soğan pulu, skapa, yaprak ve olgunlaşmamış embriyo gibi farklı eksplant kaynakları kullanılarak çoğaltım yapılması mümkün olmaktadır (Uranbey ve ark., 2006). Bu türlerin *in vitro*'da hızlı bir şekilde çoğaltılması yanında her mevsim üretim yapılabilmesi; gen kaynaklarının *in vitro* koşullarda uzun yıllar muhafazası da mümkün olmaktadır (Suzuki ve Nakata, 2001; Özel ve ark., 2007). Özellikle *in vitro* doku kültürü ile hastaliksız ana materyal oluşturularak istenilen sayıda kitlesel üretim yapılabilenkte ayrıca bu bitkilerde varyasyon olmaması nedeni ile ticari üretim için önemli bir potansiyel sağlanmaktadır. Elde edilen *in vitro* bitkiler gerek duyulduğunda ıslah programlarında da değerlendirilme olanağına sahiptir (Ozturk, 2021a;b;c). Bu çalışma ile *Muscari neglectum* soğan eksplantlarının *in vitro* koşullarda farklı besin ortamlarında rejenerasyon yeteneklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen köksüz sürgünler farklı oksin içeren besin ortamlarında alt kültüre alınarak tam bir bitki oluşturma potansiyelleri belirlenecektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2020-2021 tarihleri arasında dağ sümbülü olarak adlandırılan *Muscari* soğanlarının *in vitro* koşullarda farklı besin ortamlarında rejenerasyon yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doku Kültürü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada genetik materyal olarak Ege Üniversitesi kampüs alanından toplanan doğal olarak yetişmiş *Muscari* soğanları kullanılmıştır. Doğadan toplanan

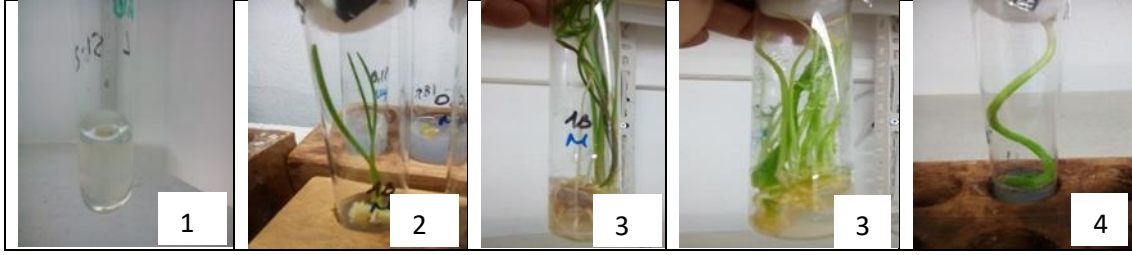
soğanlar önce laboratuvarında, içerisinde dezenfektan bulunan beherlerde 1 gün sürecince steril edilmiş sonra saf su içerisinde bekletilmiştir. Çalışmada MS (Murashige ve Skoog, 1962) temel besin ortamı kontrol olarak kullanılmış ve farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış TDZ (Thidiazuron) ve BAP (6-Benzylaminopurin) 1.0; 2.0; 3.0; 4.0 mg/l içeren besin ortamları modifiye edilerek soğanlar kültüre alınmıştır. Araştırmada kullanılan besin ortamı bileşenleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan MS (1962) temel ortam kimyasal ve vitaminler

Maddeler	MS (1962)’e göre Miktarlar	Stok solüsyon için alınan miktarlar mg/l
NH ₄ NO ₃	1650	33.0
KNO ₃	1900	38.0
MgSO ₄ .7H ₂ O	370	7.4
MnSO ₄ .H ₂ O	22.3	446
ZnSO ₄ .7H ₂ O	8.6	172
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.025	0.5
H ₃ BO ₃	440	8.8
KH ₂ PO ₄	6.2	124
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	170	3.4
CaCl ₂ .2H ₂ O	0.25	0.5
KI	0.83	16.6
CoCl ₂ .6H ₂ O	0.025	0.5
İnositol	100	2
Titriplex	37.3	746
FeSO ₄ .7H ₂ O	27.8	558
Nikotinik asit	0.5	10
Pyridoksin HCl	0.5	10
Thiamin HCl	0.1	2

Muscari soğan eksplantlarının yüzey sterilizasyonu için %2.5 NaClO (Sodyum hipoklorit) ve %70’lik etil alkol içerisinde 10 dakika bekletilmiştir. Distile su ile 3 kez çalkalanmış, fazla suyu kurutma kâğıtları ile alınarak besin ortamlarına yerleştirilmiştir. Kültürler 24-25°C’de 2000-2500 lüks ışık şiddetinde gelişmeye bırakılmıştır. Her bir ortam için 3 tüp olacak şekilde toplam 54 soğan eksplantı 5 Mart 2020 tarihinde Tesadüf Parselleri Deneme

Deseninde kültüre alınmıştır. Buradan gelişen sürgünler MS+ IBA (Indole-3-Butyric acid) 0.1; 0.5; 1.0; 2.0 mg/l konsantrasyonlarda hazırlanmış besin ortamlarında tam bir bitki oluşumu için alt kültüre alınmıştır. Laboratuvar denemesi Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde her bir ortam için 10 eksplant olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. *Muscari* soğanlarının *in vitro* rejenerasyonu ve alt kültür alınması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Muscari (*Muscari neglectum*)'nin in vitro rejenerasyonu, 1-Muscari soğanlarının in vitro kültürü, 2-3) Muscari'nin in vitro rejenerasyonu 4) Sürgünlerin alt kültürü

Rejenerasyon ve köklenme ortamı elde edilen ortalamalar Totemstat (Açıkgöz ve ark., 2004) paket programı kullanılarak analiz edilmiş, kullanılan besin ortamları Steel ve Torrie (1980)'ye göre Asgari Önemli Fark (AÖF) testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Dokuz farklı besin ortamında *Muscari (Muscari neglectum)*'nin soğan

eksplantları kültüre alınmış ve in vitro rejenerasyon yetenekleri belirlenmiştir. Çizelge 2'de *Muscari (Muscari neglectum)* soğan eksplantları kullanılarak yapılan çalışmada MS, MS+TDZ ve MS+BAP ortamlarında elde edilen sürgün sayısı, sürgün boyu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) ortalamaları verilmiştir. Bu özelliklere ait histogramlar da Şekil 2 ile Şekil 5 arasında gösterilmiştir.

Çizelge 2. *Muscari (Muscari neglectum)* soğanlarının farklı besin ortamlarında sürgün sayısı, sürgün boyu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamaları

Ortam No	Ortamlar	Sürgün sayısı	Sürgün boyu (cm)	Kök sayısı	Kök uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	0.0	0.0	0.0	0.0
2	MS+1.0 mg/l TDZ	0.0	0.0	0.0	0.0
3	MS+2.0 mg/l TDZ	0.0	0.0	0.0	0.0
4	MS+3.0 mg/l TDZ	0.0	0.0	0.0	0.0
5	MS+4.0 mg/l TDZ	8.2	4.9	0.0	0.0
6	MS+1.0 mg/l BAP	6.0	4.3	7.5	3.3
7	MS+2.0 mg/l BAP	0.0	0.0	0.0	0.0
8	MS+3.0 mg/l BAP	0.0	0.0	0.0	0.0
9	MS+4.0 mg/l BAP	0.0	0.0	0.0	0.0
	LSD _{0.05}	0.160	0.287	0.533	0.053
	F	4008.778**	508.500**	225.000**	4225.000**

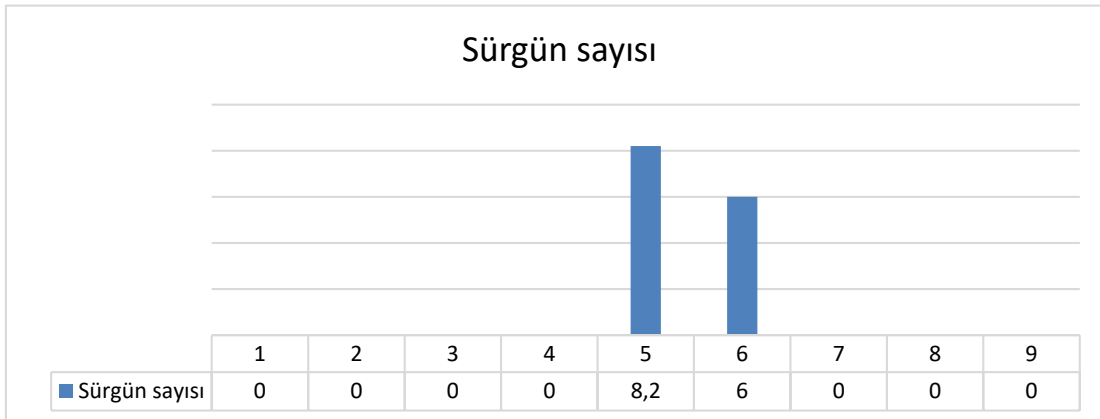
** : $\alpha = 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 2'de 9 farklı besin ortamında elde edilen sürgün sayısı, sürgün boyu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) bakımından arasında $p \leq 0.01$ önem düzeyinde istatistiksel farklılıklar olduğu görülmektedir. Sürgün sayısı bakımından Çizelge 2'deki besin ortamları ortalamaları değerlendirildiğinde litreye 4.0 mg TDZ

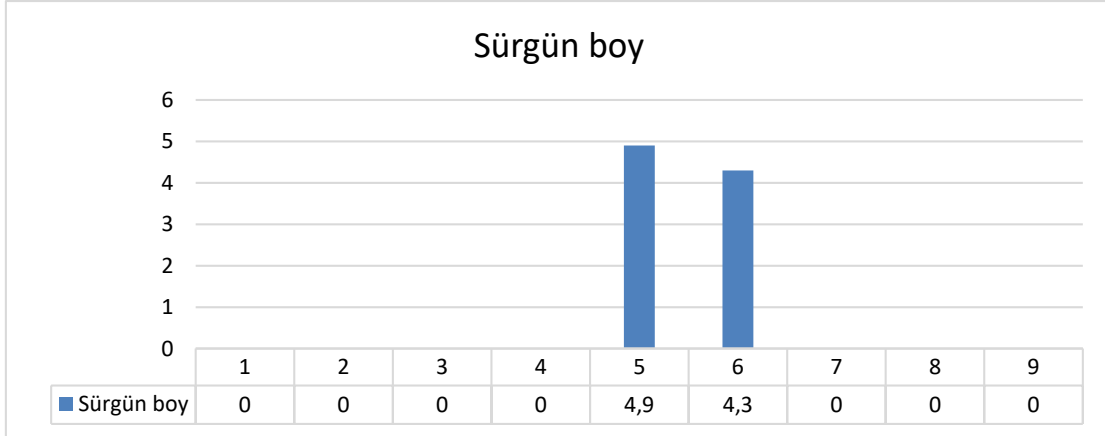
içeren ortamlarda 8.2 adet ile en yüksek sürgün sayısı elde edilmiştir. Bu ortamı 6.0 adet sürgün sayısı ile 1.0 mg/l BAP içeren ortam izlemiştir. Sürgün boyu bakımından MS+4.0 mg TDZ içeren ortam 4.9 cm ile MS+1.0 mg/l BAP içeren ortama göre yüksek bulunmuştur. Kök sayısı ve uzunluğu bakımından yalnızca MS+1.0 mg/l BAP içeren

ortamda gelişme sağlanmış; bu ortamda ise her iki özellik bakımından sırasıyla 7.5 adet ve 3.3 cm ortalama elde edilmiştir. Sürgün sayısı bakımından MS (kontrol) ile TDZ ve BAP içeren diğer ortamlarda rejenerasyon görülmemiştir. Faruq et al. (2018) *Muscari armeniacum* soğanlarının farklı MS ortamında farklı BA içeren ortamlarda kültüre aldıkları çalışmada en iyi sürgün gelişiminin 4.0 μM BA + 2.0 μM NAA ortamlardan elde etmişlerdir. Özel ve Ünal (2016) *Muscari neglectum*'un TDZ+NAA içeren ortamlarda kültüre almışlar ve 8.25 olarak en yüksek oranda soğan elde etmişlerdir. Azad ve Amin (2012) yaptıkları çalışmada *Muscari Armeniacum*'un MS+2.0 - 8.0 μM BAP ve Kinetin içeren ortamlarda kültüre almış ve en iyi rejenerasyonun 4.0 μM BAP içeren ortamlardan elde etmişlerdir. Uranbey (2010) Nitsch & Nitsch ortamında BAP, Kinetin, 2iP ve TDZ içeren ortamlarda *Muscari aucheri* rejenerasyonunda en iyi sonucun 1.0-2.0 mg/l Kinetin içeren ortamlarda olduğunu bildirmiştir. Özel ve Ünal (2021) yaptıkları çalışmada *M. neglectum*

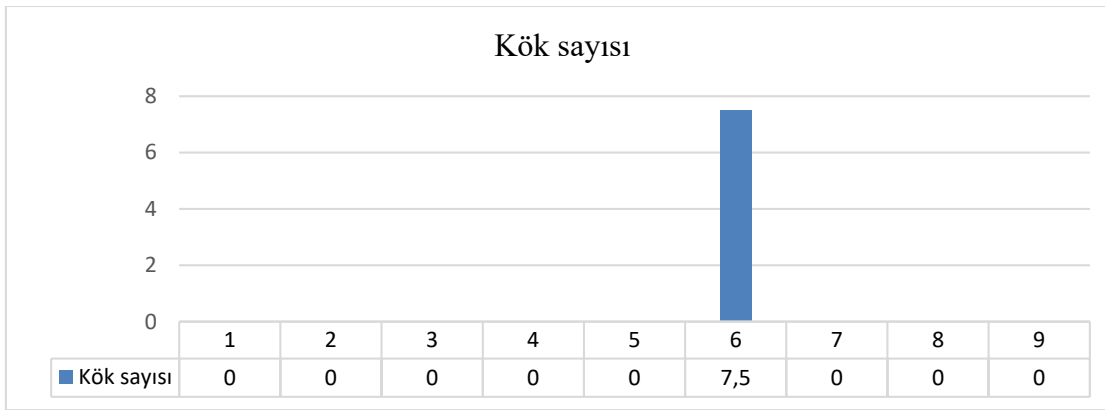
soğanlarının farklı konsantrasyonlarda BAP+NAA içeren ortamlarında kültüre almış ve en iyi sonucun 4 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA içeren ortamlarda elde etmişlerdir. Karaoğlu (2004) *in vitro* koşullarda genotip, besin ortamı içeriği, kültür koşulları ve büyüme düzenleyicileri gibi faktörlerin rejenerasyon yeteneğini etkilediğini bildirmiştir. Bu durum *Muscari neglectum* ve *Muscari* cinsinin diğer türleri arasında yapılan yukarıdaki araştırmaların çalışmalarında da görülmektedir. Nitekim bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar da bu araştırmaların bazılarının sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Çalışmamızda rejenerasyon ortamında oksin içermeyen MS+TDZ ve MS+BAP içeren ortamlar kullanılmış olup, gelişim sağlanan ortamlar hem kolaylık hem de ekonomik olması bakımından *Muscari* bitkisinin *in vitro* çoğaltımı için önerilebilir. Dokuz farklı besin ortamında elde edilen sürgün sayısı, sürgün boyu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) özelliklerine ait histogramları Şekil 2-Şekil 5 arasında sunulmuştur.



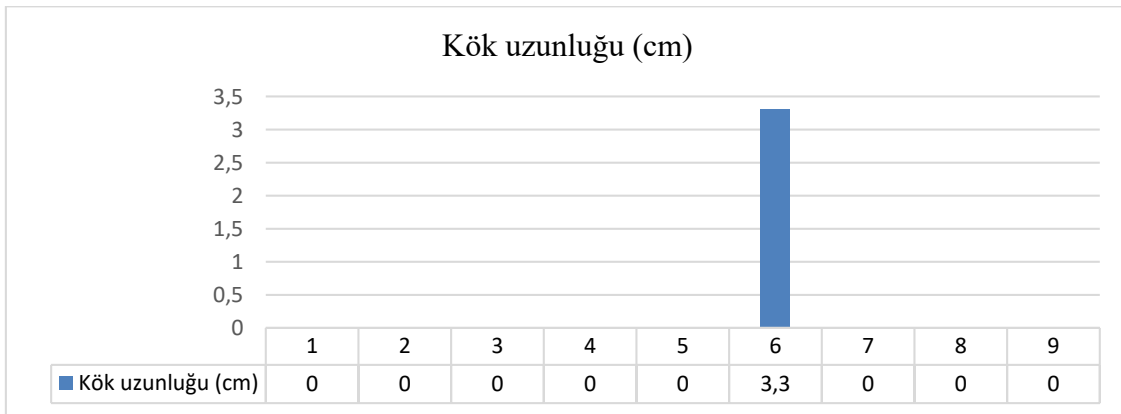
Şekil 2. *Muscari (Muscari neglectum)* 9 farklı besin ortamında sürgün sayısı ortalamaları dağılımı



Şekil 3. Muscari (*Muscari neglectum*) 9 farklı besin ortamında sürgün boyu (cm) ortalamaları dağılımı



Şekil 4. Muscari (*Muscari neglectum*) 9 farklı besin ortamında kök sayısı ortalamaları dağılımı



Şekil 5. Muscari (*Muscari neglectum*) 9 farklı besin ortamında sürgün kök uzunluğu (cm) ortalamaları dağılımı

MS+TDZ ve MS+BAP içeren ortamlarda gelişen sürgünler MS (kontrol) ve MS+IBA içeren 5 farklı ortamda tam bir bitki oluşumu için alt kültüre alınmış, bitki sayısı, bitki boyu

(cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) bakımından değerlendirilmiştir. Bu özelliklere ait ortalamalar Çizelge 3’de; histogramları da Şekil 6;7;8 ve 9’da verilmiştir.

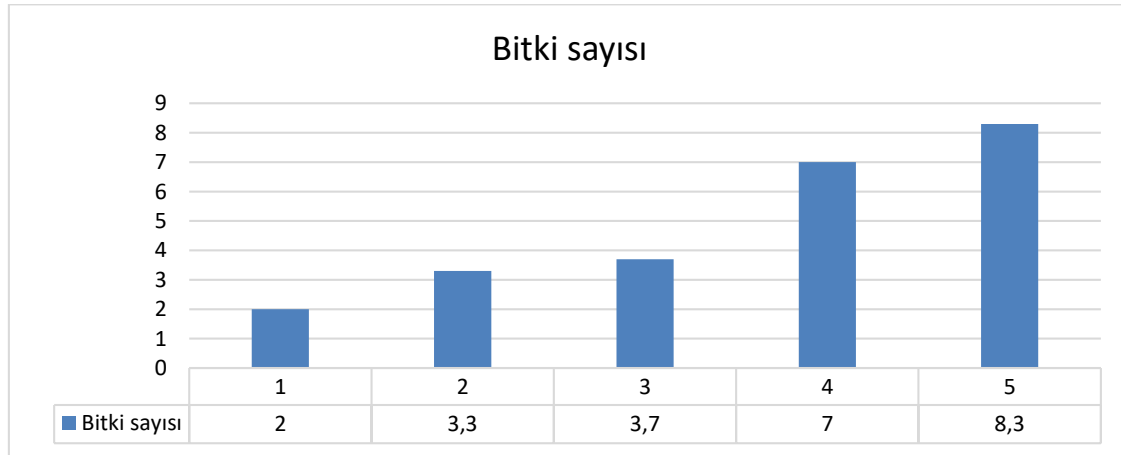
Çizelge 3. *Muscari* (*Muscari neglectum*) soğanlarının rejenerasyonu sonucu elde edilen sürgünlerin alt kültürü ortamlarında bitki sayısı, bitki boyu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamaları

Ortam No	Ortamlar	Bitki sayısı	Bitki boyu (cm)	Kök sayısı	Kök uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	2.0	5.5	2.0	3.1
2	MS+0.1 mg/l IBA	3.3	5.5	2.7	2.9
3	MS+0.5 mg/l IBA	3.7	5.1	3.7	2.9
4	MS+1.0 mg/l IBA	7.0	7.6	3.7	1.8
5	MS+2.0 mg/l IBA	8.3	8.7	6.0	2.1
	LSD _{0.05}	2.441	2.007	1.151	0.880
	F	11.907**	6.249**	17.250**	4.100*

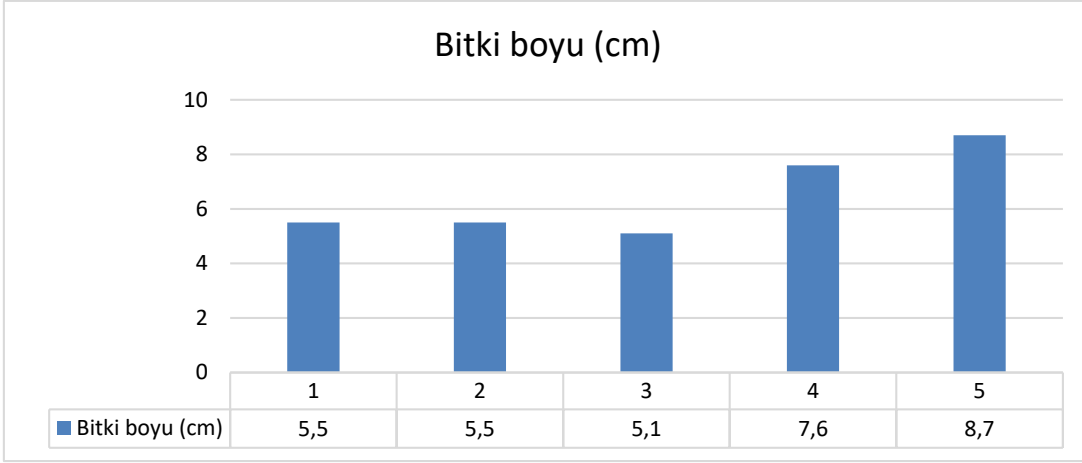
** : $\alpha = 0.01$ düzeyinde önemli, * : $\alpha = 0.05$ düzeyinde önemli

Çizelge 3'deki bitki sayısı, bitki boyu (cm), kök sayısı özellikleri bakımından farklı konsantrasyonlarda IBA içeren ortamlar arasında $p \leq 0.01$ önem düzeyinde, kök uzunluğu özelliği bakımından $p \leq 0.05$ önem düzeyinde istatistiksel farklılıkların olduğu görülmektedir. Bitki sayısı (7.0) ve bitki boyu (7.6 cm) bakımından MS+1.0 mg/l IBA ve 2.0 mg/l IBA (bitki sayısı: 8.3-bitki boyu: 8.7 cm) içeren ortamlar yüksek bulunmuştur. Kök sayısı bakımından litreye 2.0 mg IBA içeren ortam 6.0 adet ile en yüksek bulunurken, kök uzunluğu bakımından IBA içermeyen kontrol ortamı 3.1 cm ile

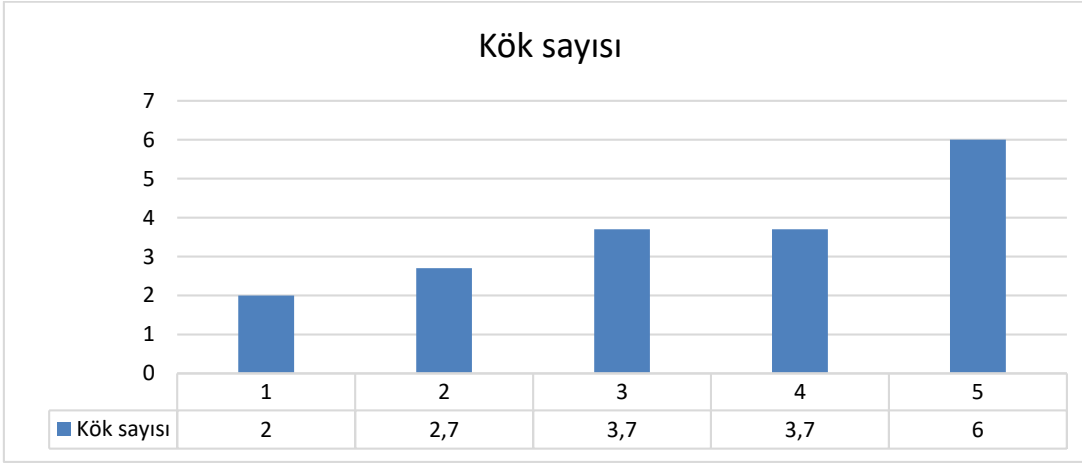
yüksek bulunmuştur. Farklı *Muscari* türlerinde yapılan kök kültürlerinde Faruq et al. (2018) 2.0 μM IBA içeren ortamda; Azad ve Amin (2012) 5.0 - 4.0 μM IBA, NAA ve IAA içeren ortamlarda; Özel ve Ünal (2021) 2.0 mg/l BAP-2 mg/l NAA içeren ortamlarda en iyi kök oluşumu olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Faruq et al. (2018) uyumlu, Azad ve Amin (2012); Özel ve Ünal (2021) ile kısmen uyumlu bulunmuştur. Beş farklı ortamda bitki sayısı, bitki boyu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımı Şekil 6;7;8 ve 9'da verilmiştir.



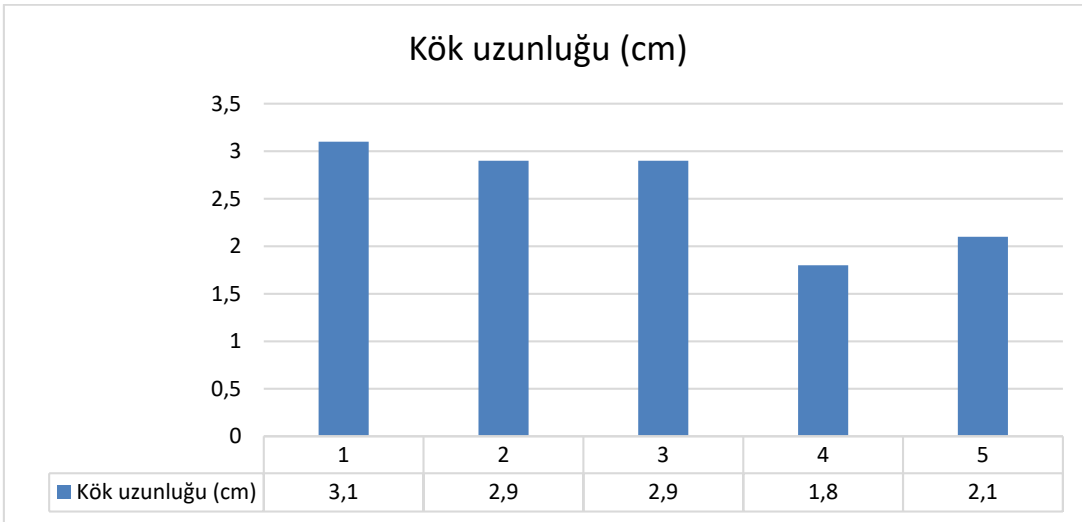
Şekil 6. *Muscari* (*Muscari neglectum*) alt kültür ortamlarında bitki sayısı ortalamaları dağılımı



Şekil 7. *Muscari (Muscari neglectum)* alt kültür ortamlarında bitki boyu (cm) ortalamaları dağılımı



Şekil 8. *Muscari (Muscari neglectum)* alt kültür ortamlarında kök sayısı ortalamaları dağılımı



Şekil 9. *Muscari (Muscari neglectum)* alt kültür ortamlarında kök uzunluğu (cm) ortalamaları dağılımı

SONUÇ ve ÖNERİLER

Muscari neglectum soğanlarının *in vitro* rejenerasyonunun belirlendiği bu çalışmada sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu bakımından MS+ 4.0 mg/l TDZ içeren ortam; kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından MS+ 1.0 mg/l BAP içeren ortam başarılı bulunmuştur. Kontrol ve diğer ortamlarda rejenerasyon sağlanamamıştır. Bu ortamlardan gelişen sürgünler tam bir bitki eldesi için alt kültür ile köklendirme ortamına alınmış ve bitki sayısı, bitki boyu ile kök uzunluğu bakımından MS+ 2.0 mg/l IBA içeren ortam başarılı bulunmuştur. Ekonomiklik ve çalışma kolaylığı göz önüne alındığında *in vitro* koşullarda tam bir bitki oluşum için MS+ 2.0 mg/l IBA içeren ortam hem sürgün hem de kök gelişimi için önerilebilir. Özellikle küçük ebatlardaki atıl ya da yetiştirilmesi uzun yıllar alan *Muscari neglectum* soğanları *in vitro* koşullarda çoğaltım ile için bir avantaja sahip olup; *in vitro*'dan gelişen bu bitkiciklerin dış koşullara alıştırılması ile ticari üretim potansiyeli artırılabilir. Bunun yanında *in vitro* çoğaltım ile hızlı bir bitki üretimi de yapılarak *Muscari neglectum*'un süs bitkisi olarak üretimi yanında tıbbi bitki olarak da tıpta ve eczacılık gibi farklı alanlarda kullanımı için de iyi bir kaynak oluşturulabilir. Elde edilen genetik kaynaklar *in vitro* koşullarda uzun yıllar muhafaza edilerek genetik kaynakların korunması ve gerek duyulduğunda tekrar üretim çemberine alınması ya da ıslah çalışmalarında değerlendirilmek üzere yararlanılabilir. Bu bitkinin biyoteknolojik yöntemlerle ticari üretim potansiyeli iç ve dış pazarda üretiminin yapılmasına da katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Açıkgoz, N., Ilker, E., Gokcol, A. 2004. Evaluation of biological research in computer. E.U. TOTEM, Publication No:2, Izmir.
- Açıkgoz, R. 2007. Türkiye'de Yayılış Gösteren Endemik *Muscari Aucheri* (Boiss.) Baker Ve *Muscari Discolor* Boiss. & Hausskn Türlerinin Anatomik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Konya.
- Akyüz, E. 2018. Bazı *Fritillaria* türlerinde *in vitro* soğancık üretimi ve dış koşullara alıştırma çalışmaları. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Azad, M.A.K., Amin, M.N. 2012. Effects of Hormonal and Basal Nutrient Medium on In vitro Regeneration of an Ornamental Plant – *Muscari armeniacum* Leichtlin. ex Baker, Plant Tissue Cult. & Biotech. 22(2): 113-126.
- Babaoğlu. M.. Yorgancılar. M.. Akbudak. M.A. 2001. Doku kültürü: temel laboratuvar teknikleri. Bitki Biyoteknolojisi I. (çev: Özcan. S.. Gürel. E.. Babaoğlu. M.). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları. Konya.
- Dane, F. 2006. Cytological and Histological Studies on Reproductive System of Hexaploid *Bellevalia edirnensis* Özhatay&Mathew (Hyacinthaceae), Acta Biologica Hungarica 57 (3): 339-354.
- Dahlgren, R.M., Clifford, H.T., Yeo, P.F. 1985. The Families of The Monocotyledons; Structure, Evolution and Taxonomy (Academic Press: London). Doryanthaceae Liliaceae Lilidae Phormiaceae Thismiaceae Magnoliopsida.

- Dalgıç, G. 1990. Edirne ve Kırklareli Bölgesi Hyacinthaceae Familyası Üzerinde Sitotaksonomik Araştırmalar Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Edirne.
- Davis, P.H. 1984. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 8. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
- Davis, P.H., Stuart, D.C. 1984. Muscari, In Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Ed.: Davis, P.H. Edinburgh, 8: 227-245.
- Debergh. P.C., Zimmerman. R.H. 1993. Micropropagation technology and application. Kluwer Academic Publishers. Natherlands. 484.
- Faruq, M. O., Shahinozzaman, M., Azad, M.A.K., Amin M.N. 2018. In vitro propagation of a cut flower variety Muscari armeniacum Leichtlin ex Baker through direct bulblet proliferation pathways, GSC Biological and Pharmaceutical Sciences, 5(1):67–75.
- Gürsoy, M. 2016. Muscari Mirum Speta (Asparagaceae) ve Yakın Akrabaları (Muscari Massayanum Grunert, Muscari Tenuiflorum Tausch ve Muscari Latifolium Kirk)'nin Morfolojik, Anatomik ve Ekolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Manisa.
- Hazarika. B.N. 2006. Morphophysiological disorders in in vitro culture of plants. Scientia Horticulturae 108 (2006): 105–120.
- Karaoğlu C. 2004. Göl Soğanı (*Leucojum aestivum* L.)'nin In Vitro Koşullarında Hızlı Çoğaltımı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara.
- Koşanay, G. 2012. Farklı Populasyonlarda Yetişen Muscari Neglectum Guss. Türü Üzerinde Morfolojik, Anatomik ve Karyolojik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Edirne.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures, *Physiol. Plant.*, 15:473-479.
- Özel, Ç.A., Khawar, K.M., Ünal, F. 2007. In vitro axillary bulblet regeneration of Turkish yellow grape Hyacinth, (*Muscari macrocarpum* Sweet) from twin scale explants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3: 924-929.
- Özel, Ç.A., Ünal F. 2016. Efficient in vitro Clonal Propagation of Muscari neglectum Guss. Ex. Ten Using Thidiazuron- α Naphthalene Acetic Acid, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(12):1173-1178.
- Özel, Ç.A., Ünal, F. 2021. In vitro mass propagation of Muscari neglectum Guss. Ex. Ten., *MAS Journal of Applied Sciences* 6 (Özel Sayı): 1091–1102.
- Ozturk, G. 2021a. In Vitro Propagation of *Allium Neapolitanum*, 29th of October symposium on scientific researches, Ankara, 293-296.
- Ozturk, G. 2021b. In Vitro Regeneration of Snowdrop (*Galanthus woronowii*), *MAS Journal of Applied Sciences* 6(4): 1027–1033.

- Ozturk, G. 2021c. In Vitro Regeneration of Tulip (*Tulipa L.*), Astana International Conference On Scientific Research October 23-24, Nur-Sultan, Kazakhstan, 164-168.
- Steel, R.G.D., J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics, McGaw-Hill Book Company, Inc. N.Y.
- Stuart, D.C. 1970. Chromosome numbers in the genus *Muscari* Mill. Notes Roy. Bot. Garden Edinb. 30(1): 189-196.
- Suzuki, S., Nakano, M. 2001. Organogenesis and somatic embryogenesis from callus cultures in *Muscari armeniacum* Leichtl. Ex. Bak. In Vitro Cellular and Developmental Biology, 37: 382-387.
- Uranbey, S., Parmaksız, İ., Çöçü, S., Özcan, S., Mirici, S., Sancak, C., Sarıhan, E.O., İpek, A., Kaya, D., Gürbüz, B., Arslan, N., Khawar, K.M. 2006. In vitro micropropagation of endemic and endangered *Muscari muscarimi*. Agricultural Constraints in the Soil-Plant Atmosphere Continuum Proceedings of the International Symposium, Ghent, Belgium, 297- 300.
- Uranbey, S. 2010. Stimulating effects of different basal media and cytokinin types on regeneration of endemic and endangered *Muscari aucheri*, Arch. Biol. Sci., Belgrade, 62(3): 663-667.
- Uysal, İ. 2002. *Stachys cretica* L. subsp. *smyrnaea* Rech Fil. endemik taksonunun morfolojisi, anatomisi ve ekolojisi üzerinde araştırmalar. Ekoloji Dergisi, 11(42):16-20.
- Topal, A., Palabaş Uzun, S., Uzun, A. 2022. Mersin ili geofit bitki zenginliği. Turkish Journal of Forest Science, 6(1): 229.254.