

## *Ornithogalum umbellatum*'un *In Vitro* Çoğaltımı

Gülşüm ÖZTÜRK<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir

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

### Özet

Bu çalışmanın amacı Ülkemiz geofitleri içerisinde yer alan *Ornithogalum umbellatum*'un doku kültürü ile çoğaltım performansının belirlenmesidir. Çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü doku kültürü laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada genetik materyal olarak *Ornithogalum umbellatum*'un soğan eksplantları kullanılmıştır. Soğan eksplantları *in vitro*'da farklı sitokinlerin içeren ortamlarda kültüre alınmıştır. *Ornithogalum umbellatum*'un rejenerasyonu için MS+Z (Zeatin) (0.5; 1.0 ve 2.0 mg l<sup>-1</sup>), MS +TDZ (Thidazuron) (3.0 ve 4.0 mg l<sup>-1</sup>) ve MS+BAP (6-Benzilaminopurin) (4.0 mg l<sup>-1</sup>) ortamları kullanılmıştır. Sürgün sayısı bakımından Z, TDZ ve BAP içeren ortamlarda fark bulunmamıştır. Sürgün uzunluğu bakımından 0.5 mg l<sup>-1</sup> Z içeren ortam 10.2 cm ile en yüksek bulunmuştur. Kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından 0.5 mg l<sup>-1</sup> ve 1.0 mg l<sup>-1</sup> Z içeren ortamlar başarılı bulunmuş olup, diğer ortamlarda kök oluşumu sağlanmamıştır. *In vitro*'dan gelişen sürgünler kök oluşumu için farklı oranlarda IBA içeren ortamlarda alt kültüre alınmıştır. Kök sayısı bakımından ortamlar arasında fark bulunmazken; kök uzunluğu bakımından 0.5 mg l<sup>-1</sup> ve 1.0 mg l<sup>-1</sup> IBA içeren ortamlar başarılı bulunmuştur. Sonuç olarak *Ornithogalum umbellatum*'un soğan eksplantları *in vitro* koşullarda çoğaltıma uygun bulunmuştur. Bu nedenle bu türün *in vitro* çoğaltımı ile hızlı ve hastaliksız çoğaltımın başarılı bir şekilde uygulanabileceği ve ticari üretim başta olmak üzere farklı alanlarda *in vitro* kültürlerden yararlanacağı önerilir.

## *In Vitro* Propagation of *Ornothogalum umbellatum*

### Abstract

The objective of this study is to determine the propagation performance of *Ornithogalum umbellatum*, which is among the geophytes of our country, by tissue culture. The study was conducted in the tissue culture laboratory of the Field Crops Department of Agricultural Faculty of the Ege University. Bulbs explants of *Ornithogalum umbellatum* were used as genetic material in the study. Bulb explants were cultured in different cytokinins for the regeneration *in vitro* conditions. The media of different levels of MS+Z (Zeatin) (0.5; 1.0 ve 2.0 mg L<sup>-1</sup>), MS +TDZ (Thidazuron) (3.0 ve 4.0 mg L<sup>-1</sup>) ve MS+BAP (6-Benzilaminopurin) (4.0 mg L<sup>-1</sup>) were used for *in vitro* propagation. There was no difference in media of Z, TDZ and BAP for the number of shoots. The medium of 0.5 mg L<sup>-1</sup> Z had the highest mean in terms of shoot length as 10.2 cm. For root number and root length were found to be successful in 0.5 mg L<sup>-1</sup> and 1.0 mg L<sup>-1</sup> Z but root formation was not achieved in the other media. Developing shoots were sub cultured in different amounts of IBA for root formation. While there was no difference in the IBA media for root number, 0.5 mg L<sup>-1</sup> and 1.0 mg L<sup>-1</sup> IBA had the highest mean in terms of root length. Bulbs explants of *Ornithogalum umbellatum* were found to be suitable for propagation under *in vitro*. Therefore, it can be used in a rapid and disease-free plantlet by *in vitro* culture and can be evaluated in various area, just as commercial production.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi :18.07.2023  
Kabul Tarihi :28.08.2023

### Anahtar Kelimeler

*Ornithogalum umbellatum*  
*in vitro* çoğaltım  
alt kültür

### Research Article

### Article History

Received :18.07.2023  
Accepted :28.08.2023

### Keywords

*Ornithogalum umbellatum*  
*in vitro* propagation  
rooting

## 1.Giriş

*Ornithogalum* türleri *Liliacea* familyasında (Van Scheepen, 1991) ve *umbellatum* türü yerel adı ile 'akyıldız soğanı' olarak bilinmektedir. Bu tür 10-30 cm kadar boylanabilen, soğanlı çok yıllık bir bitkidir. Yaprakları şeritsi ve tüysüzdür. Çiçek durumu yalancı şemsiye ve beyaz hoş çiçekli, çanak ve taç yapraklardan oluşmaktadır. Meyve kapsül şeklinde 50-90 mm uzunlukta olup, soğanlarının içerdiği müsilaj, kıvam verici olarak kullanılmaktadır (Heves, 2008; Corominas ve ark., 2017; Kaynak, 2017). *Ornithogalum umbellatum*'un çoğaltımı vegetatif olarak soğanları ile yapılmaktadır (Hutchinson, 2004). Çoğaltım aşamasında virüs, bakteri ve fungus gibi birçok hastalık etmeni soğanlara zarar vermektedir. Bunun yanında soğanlarının çoğaltım hızı da yavaş olup ancak birkaç yılda bir soğandan en fazla 6 yeni soğan oluşmaktadır (Wabule ve ark., 1991; Arslan ve Sarihan, 2002; Hutchinson, 2004). Bu nedenle bu türlerin doku kültürü ile çoğaltımı hem hızlı bir üretim sağlamakta aynı zamanda da hastaliksız ürün elde edilmesi açısından bir avantaj oluşturmaktadır. Bu teknik ile aseptik şartlarda hızlı bir bitki elde edilmesine olanak sağlandığı gibi, her mevsim üretim de yapılabilir. Bu da doku kültürünü klasik üretime göre bir alternatif ve avantaj olarak öne çıkarmaktadır (Debergh ve Zimmerman, 1993; Hartman, 1997; Babaoğlu ve ark., 2001; Hazarika, 2006; Öztürk, 2021a; 2021b). *Tulipa* (Öztürk, 2021b), *Narcissus poeticus* (Lilien-Kipnis ve ark., 1994), *Gladiolus grandiflorus* (Ziv, 1979), *Galanthus Woronowoi* (Öztürk, 2021c) ve *Ornithogalum* gibi türlerde (Hutchinson, 2004) besin ortamı ya da eksplant seçimi ile ilgili *in vitro* çalışmalar yapılmaktadır (González ve ark., 1997; 1999; Sánchez ve ark., 2002). Sürgün uçları ile soğan pullarından yapılan *in vitro* çalışmalar ile oksin ve sitokin dengesi ile rejenerasyon bitkicikler elde edilmiştir (Skoog ve Miller,

1957; Hutchinson, 2004). Bu türün doku kültürü çalışmaları ile farklı besin ortamı ve farklı büyüme maddelerini içeren protokoller mevcut olup, bitki türüne göre protokoller değişiklik göstermektedir. Bu nedenle farklı *Ornithogalum* türlerine göre yeni protokoller geliştirilmelidir. Özellikle kallus oluşmadan *in vitro* rejenerasyonu sağlanan eksplantların alt kültürlerinin yapılması ile sürgün ve kök oluşumu ile tam bitkilerin elde edilmesi protokollerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada tıbbi veya gıda alanında kullanılan *Ornithogalum umbellatum*'un doğal soğanlarının farklı sitokin ve 0.50 mg l<sup>-1</sup> NAA içeren besin ortamlarında *in vitro* rejenerasyonun sağlanması ve elde edilen bitkilerin alt kültürünün yapılması ile tam bir bitki elde edilmesi amaçlanmıştır.

## 2.Materyal ve Yöntem

### 2.1.Besin ortamları ve sterilizasyon

Çalışma Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Doku Kültürü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada genetik materyal olarak Ege Üniversitesi kampüs alından toplanan doğal *Ornithogalum umbellatum* soğanları kullanılmıştır. Araştırmada Murashige ve Skoog (1962) temel besin ortamı kontrol olarak kullanılmış, MS+ 0.5 mg l<sup>-1</sup> NAA içeren besin ortamında farklı oranlarda Zeatin (0.5; 1; 2 mg l<sup>-1</sup>), TDZ (3 ve 4 mg l<sup>-1</sup>) ve BAP (4 mg l<sup>-1</sup>) içeren ortamlarda kültür işlemi gerçekleştirilmiştir.

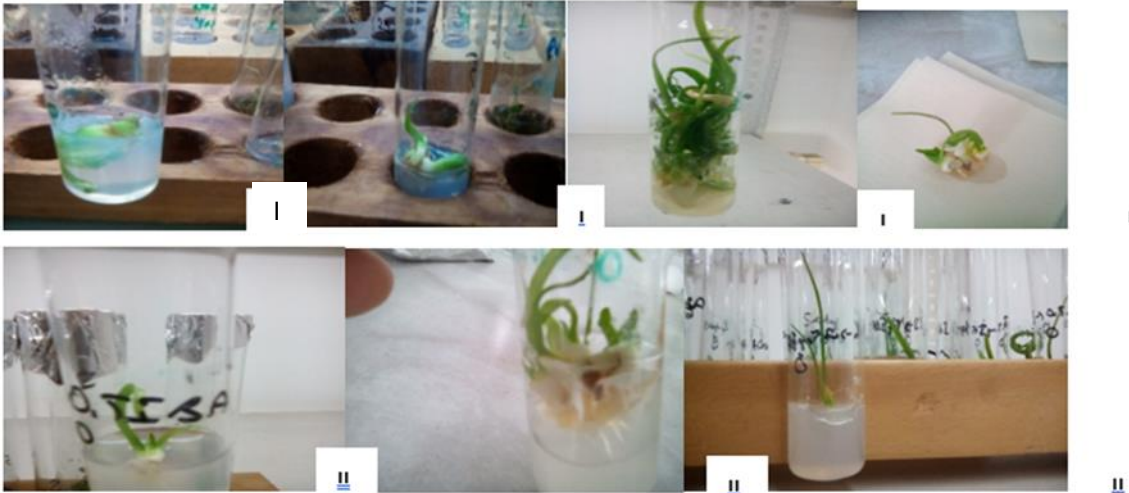
*Ornithogalum umbellatum* soğanları kültür öncesi ön sterilizasyona alınmış, % 5'lik çamaşır suyunda 30-35 dakika bekletilmiş, yıkanarak temizlenmiş ve kültür işlemine geçilmiştir. *Ornithogalum umbellatum* soğanları yüzey sterilizasyonu için % 70'lik etil alkolde ve % 2.5'lük sodyum hipokloritte (NaOCl) 12 dakika tutulmuş ve 3 kez distile su ile yıkanmıştır. Yüzey sterilizasyonu sonrası her soğanın bazal kısımları 4 parçaya bölünerek besin

ortamı içerisinde kültüre alınmıştır. Eksplant parçaları Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 2 tekerrürlü olarak *in vitro* kültür ortamında gelişmeye bırakılmıştır. Her bir besin ortamı için 4, toplam 56 eksplant ile kültür işlemi gerçekleştirilmiştir.

## 2.2.Kültür koşulları ve istatistik değerlendirmeler

Eksplantlar gelişimleri için  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 16 saat beyaz floresan ışık ( $30 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) ve 8 saat karanlık fotoperiyotta kültüre alınmıştır. Gelişen köklü ve köksüz sürgünler yaklaşık 12 hafta sonra alt kültüre alınarak *in vitro* köklü bitkiciklerin gelişmesi sağlanmıştır. Alt kültür için MS

(kontrol) ve MS + 0.1; 0.5 ve  $1.0 \text{ mg l}^{-1}$  IBA içeren besin ortamları kullanılmıştır. Köksüz sürgünler Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak *in vitro* denemeye alınmış ve kültür işlemi gerçekleştirilmiştir. Rejenerasyon ve köklenme ortamında gelişen ve ölçümleri yapılan sürgünlerin ortalamaları Totemstat (Açıkgöz ve ark., 2004) paket programı kullanılarak analiz edilmiş, özelliklere ait ortalamalar Steel ve Torrie (1980)'ye göre Asgari Önemli Fark (AÖF) testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. *Ornithogalum umbellatum*'un *in vitro* rejenerasyon ve alt kültür aşamaları Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** *Ornithogalum umbellatum*'nin *in vitro* kültür aşamaları (1. *Ornithogalum umbellatum*'un *in vitro* rejenerasyonu 11. *Ornithogalum umbellatum*'un alt kültürü ve köklü bitkilerin elde edilmesi)

## 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada *Ornithogalum umbellatum*'un soğanlarından *in vitro* koşullarda sürgün ve kök rejenerasyonları incelenmiştir. Tablo 1'de *Ornithogalum umbellatum*'un kontrol ve altı farklı besin ortamındaki sürgün gelişim durumları; Şekil 2'de ise sürgün sayısı, sürgün

uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımı verilmiştir. Tablo 2'de ise gelişen sürgünlerin alt kültürleri ile elde edilen sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) özelliklerine ait ortalamalar LSD ve F değerleri verilmiş, bu ortalamalara ait histogramlar ise Şekil 3'de sunulmuştur.

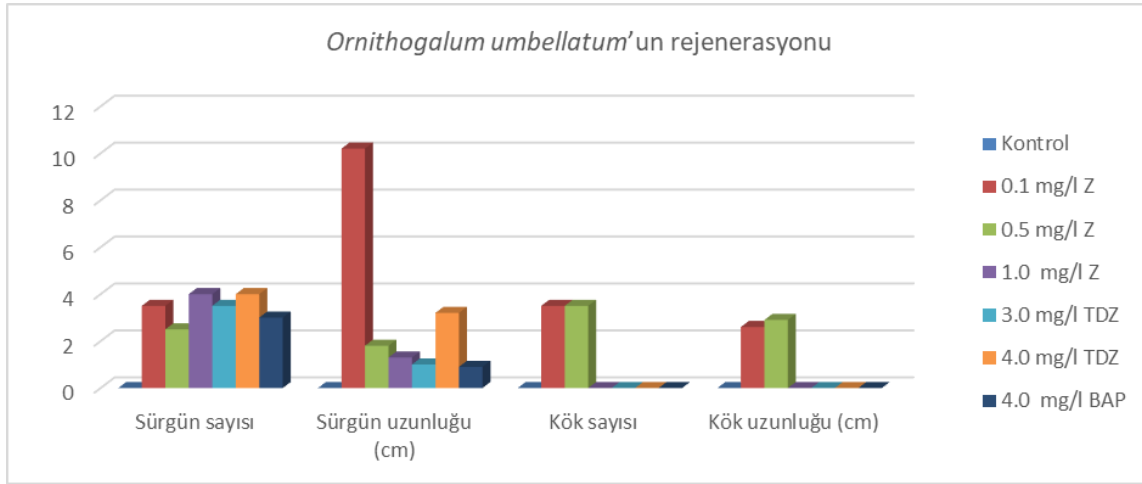
**Tablo 1.** *Ornithogalum umbellatum* soğanlarının farklı besin ortamlardaki gelişme durumları

Ortam no	Ortam	Sürgün sayısı	Sürgün uzunluğu (cm)	Kök sayısı	Kök uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.5 mg l <sup>-1</sup> Z	<b>3.5</b>	<b>10.2</b>	<b>3.5</b>	<b>2.6</b>
3	1.0 mg l <sup>-1</sup> Z	<b>2.5</b>	1.8	<b>3.5</b>	<b>2.9</b>
4	2.0 mg l <sup>-1</sup> Z	<b>4.0</b>	1.3	0.0	0.0
5	3.0 mg l <sup>-1</sup> TDZ	<b>3.5</b>	1.0	0.0	0.0
6	4.0 mg l <sup>-1</sup> TDZ	<b>4.0</b>	3.2	0.0	0.0
7	4.0 mg l <sup>-1</sup> BAP	<b>3.0</b>	0.9	0.0	0.0
LSD(0.05)		1.672	1.621	0.894	0.744
F		7.810**	51.109**	4.833**	4.684**

Tablo 1’de 7 farklı besin ortamında elde edilen sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) özellikleri için  $p \leq 0.01$  düzeyinde istatistiksel farklılıkların olduğu görülmektedir. Sürgün sayısı bakımından Tablo 1’deki besin ortamları değerlendirildiğinde Z, TDZ ve BAP içeren ortamlarda sürgün sayısı bakımından fark olmadığı ve sürgün sayısının 2.5 ile 4.0 adet arasında değiştiği görülmüştür. Sürgün uzunluğu bakımından ise MS+0.5 mg l<sup>-1</sup> Z içeren ortam 10.2 cm ile en yüksek bulunmuştur. Kök sayısı bakımından litreye 0.5 mg l<sup>-1</sup> ve 1.0 mg l<sup>-1</sup> Z içeren ortamlar 3.5 adet ile en yüksek ortalama vermiştir. Kök uzunluğu bakımından yine aynı ortamlarda sırasıyla 2.6 cm ve 2.9 cm olarak en yüksek ortalamalar elde edilmiştir. MS (kontrol) ortamında incelenen tüm özellikler bakımından gelişim sağlanmamış; kök sayısı ve kök uzunluğu özellikleri için 2 mg l<sup>-1</sup> Z, 3 mg l<sup>-1</sup> TDZ 4 mg l<sup>-1</sup> TDZ ile 4 mg l<sup>-1</sup> BAP içeren ortamlarda gelişim olmamıştır. Nayak and Sen (1995a) 0.5 mg l<sup>-1</sup> BAP ve 2 mg l<sup>-1</sup> NAA içeren ortamlarda uzun bir kallus kültürü sonrası rejenerasyon sağlandığı bildirilmiştir. Hutchinson (2004) yaptığı çalışmada yüksek konsantrasyonda TDZ içeren ortamların rejenerasyonda daha başarılı olduğunu vurgulamıştır. Aynı araştırmacı düşük sitokin konsantrasyonu ile NAA kombinasyonunun daha etkili olduğunu belirtmiştir. Malabadi and Van Staden (2004) *Ornithogalum longibracteatum* türünün soğanlarını

Kinetin, Kinetin ve 2.4 D içeren ortamlarda kültüre almış ve oksin ilave edilen ortamda embriyogenik kallusların oluştuğu bildirmişlerdir. Naik and Nayak (2005), *Ornithogalum virens*’te rejenerasyon için soğan pullarını kullanarak sürgün tomurcukları ve kallus yolu ile indirekt organogenesis gerçekleştirmiştir. *Ornithogalum virens*’te *in vitro* rejenerasyon için 1 mg l<sup>-1</sup> (5.4mM) NAA ve 2 mg l<sup>-1</sup> (4.4mM) BA içeren ortamların başarılı olduğunu bildirmiştir. Soğan çap artışı MS ortamı tuz konsantrasyonunun ½ oranında azaltılmasıyla sağlanmış ve elde edilen soğanlar başarılı bir şekilde dış ortama aktarılmıştır. Yüksek oranda şeker, soğancıklarda karbonhidrat birikimini ve dolayısıyla çap artmasına yardımcı olmuştur (Sesiz, 2014). López- Marín ve ark. (2009) farklı *Ornithogalum* türlerinin *in vitro* rejenerasyonu için 1.5 mg l<sup>-1</sup> BA içeren besin ortamlarının uygun olduğunu bildirmiştir. Karaguzel ve ark. (2012) *Ornithogalum* türlerinin 4 mg l<sup>-1</sup> BAP içeren ortamda eksplant başına 4.97 olarak en yüksek soğancık elde etmişlerdir. Çalışmamızda farklı sitokin içeren tüm ortamlarda rejenerasyon sağlanmış olup, düşük oksin-sitokin kombinasyonunun (0.5-1.0 mg l<sup>-1</sup> Z) *Ornithogalum umbellatum*’un sürgün-kök rejenerasyonu için önerilmiştir. Çalışmamızda sürgün rejenerasyonu bakımından kallus oluşmadan direkt organogenesis sağlanmış olup buda mikro çoğaltım için bir avantaj olarak öne çıkmaktadır. *Ornithogalum*

*umbellatum*'un sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımları Şekil 2'de verilmiştir.



**Şekil 2.** *Ornithogalum umbellatum*'un farklı besin ortamlarında elde edilen sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımları

*Ornithogalum umbellatum*'un farklı sitokinin ve 0.50 mg l<sup>-1</sup> NAA kombinasyonunda elde edilen köksüz sürgünler kök oluşumu için farklı IBA (0.1; 0.5 ve 1.0 mg l<sup>-1</sup>) içeren ortamlarda alt kültüre alınmış, sürgün sayısı, sürgün

uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından değerlendirilmiştir. Alt kültür koşullarındaki gelişim durumları Tablo 2'de özelliklerin dağılımı Şekil 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** *Ornithogalum umbellatum*'un *in vitro*'da gelişen sürgünlerinin farklı IBA içeren ortamlarda alt kültürü

Ortam no	Ortam	Sürgün sayısı	Sürgün uzunluğu (cm)	Kök sayısı	Kök uzunluğu (cm)
1	MS (Kontrol)	1.0	2.1	0.0	0.0
2	0.1 mg l <sup>-1</sup> IBA	2.0	1.5	2.5	2.0
3	0.5 mg l <sup>-1</sup> IBA	3.8	5.8	2.5	3.2
4	1.0 mg l <sup>-1</sup> IBA	5.0	6.4	2.8	3.0
LSD <sub>(0.05)</sub>		1.097	0.240	1.097	0.416
F		40.733**	1637.556**	21.533**	193.259**

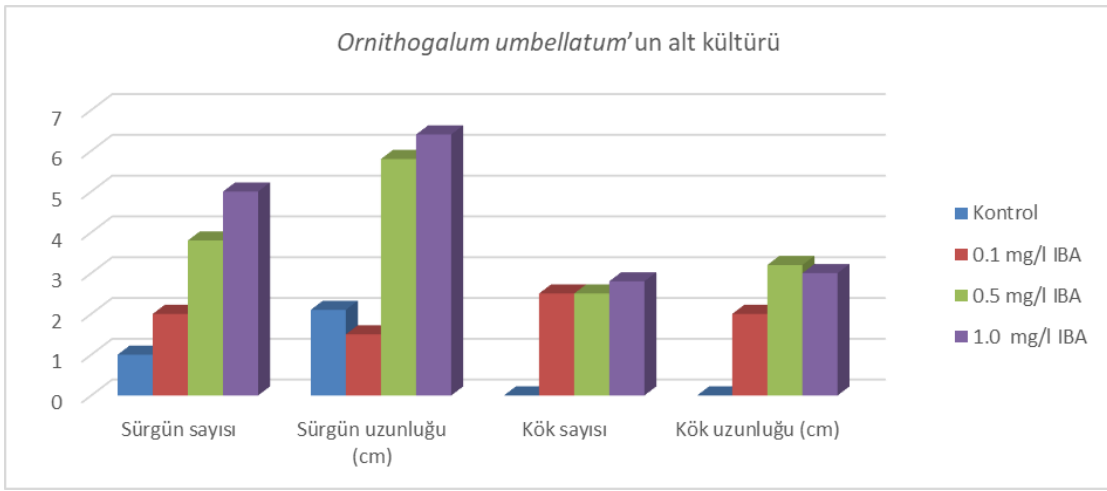
Sürgün sayısı, sürgün uzunluğu (cm), kök sayısı ve kök uzunluğu (cm) özellikleri bakımından ortamlar arasında p≤0.01 düzeyinde, istatistiksel farklılıkların olduğu Tablo 2'de görülmektedir. Sürgün sayısı (5.0) ve sürgün boyu (6.4 cm) bakımından MS+1.0 mg l<sup>-1</sup> IBA içeren ortam en yüksek bulunmuştur. Kök sayısı bakımından IBA içeren ortamlarda fark bulunmamıştır. Kök

uzunluğu bakımından ise litreye 0.5 mg l<sup>-1</sup> ve 1.0 mg l<sup>-1</sup> IBA içeren ortamlar sırasıyla 3.2 cm ve 3.0 cm ile yüksek bulunmuştur.

Nayak and Sen (1995b) kültür ortamında tek başına TDZ kullanıldığında kök oluşumunun olumsuz etkileneceğini ya da oluşumunun çok uzun süre alabileceğini bildirmiştir. Özellikle TDZ ve BAP'in oksinlerle düşük kombinasyonlardaki

miktarlarının kök oluşumunu tetiklediği ve daha başarılı sonuçlar verdiği Hutchinson ve ark. (1996) tarafından bildirilmiştir. Nitekim çalışmamızda da bu sonuçları destekler şekilde düşük miktarlarda kullanılan sitokin (0.5-1.0 mg l<sup>-1</sup> Z) NAA kombinasyonunda sürgün-kök oluşumunun gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuçlar Nayak ve Sen (1995b) ile Hutchinson ve ark. (1996) ile uyumlu bulunmuştur. Farklı araştırmacıların yaptığı *in vitro* çalışmalarda alt kültür işlemleri ile doğrudan IBA içeren

ortamlar kullanılmamıştır. Dolayısıyla *Ornithogalum umbellatum*'un ticari üretiminde köksüz sürgünlerin alt kültür ile köklü fideler elde edilebilir. *Ornithogalum umbellatum*'un farklı oranlarda IBA içeren alt kültürlerinde kök sayıları arasında fark olmasa da kök gelişimi bakımından 0.5 mg l<sup>-1</sup> ve 1.0 mg l<sup>-1</sup> IBA içeren ortamlar başarılı bulunmuştur. Alt kültür koşullarındaki sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımları Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. *Ornithogalum umbellatum*'un farklı IBA ortamlarındaki sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu ortalamalarının dağılımları

#### 4. Sonuçlar

*Ornithogalum umbellatum*'un soğan eksplantlarından tam bir bitki elde edilme potansiyelinin araştırıldığı bu çalışmada; sürgün rejenerasyonu bakımından 0.50 mg l<sup>-1</sup> NAA kombinasyonunda Zeatin (0.5-1.0 mg l<sup>-1</sup>) içeren ortamlar, sürgün ve kök oluşumu bakımından uygun bulunmuştur. Bu ortamlardan gelişen köksüz sürgünler farklı konsantrasyonlarda IBA içeren ortamlarda alt kültürlere alınmış ve kök sayısı ve kök uzunluğu bakımından 1.0 mg l<sup>-1</sup> IBA içeren ortam uygun bulunmuştur. Bu çalışma ile Ülkemiz geofitleri içerisinde yer alan *Ornithogalum umbellatum*'un doku kültürü ile çoğaltıma uygun olduğu

görülmektedir. *Ornithogalum* türlerinin *in vitro* rejenerasyonu sonrası alt kültürü ile tam bir bitki oluşumu da sağlanabilir. Bilindiği gibi doğal koşullarda *Ornithogalum* türlerinin çoğaltımı için uzun zamana gerek duyulmaktadır, fakat *in vitro* teknikler ile *Ornithogalum* türlerinin hızlı ve aynı zamanda hastaliksız üretiminin mümkün olabileceği bu çalışma ile önerilebilir. Böylece bu türler farklı alanlarda değerlendirilmek üzere çoğaltıma alınabilir ve ülke ekonomisine kazandırılabilir.

**Kaynaklar**

- Arslan, N., Sarihan, E.O., 2002. Türkiye'nin *Fritillaria* türleri ve bunlarla ilgili yapılan çalışmalar. II. Süs Bitkileri Kongresi, Kongre Bildiriler Kitabı, 22-24 Ekim, Antalya.
- Babaoğlu, M., Yorgancılar, M., Akbudak, M.A., 2001. Doku Kültürü: Temel Laboratuvar Teknikleri, Bitki Biyoteknolojisi I. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya.
- Corominas, M.G., Azorín, M.M., Crespo M.B., 2017. Confirmation of the presence of *Ornithogalum umbellatum* (*Hyacinthaceae*) in the Iberian Peninsula. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 74(1): e049.
- Debergh, P.C., Zimmerman, R.H., 1993. Micropropagation Technology And Application. Kluwer Academic Publishers, Natherlands.
- González, A., Ochoa, J., Casanova, E., Bañón, S., Fernández, J.A., Franco, J.A., 1999. Comportamiento agronómico para flor cortada de *Ornithogalum saundersiae* desarrollado en diversos sustratos de cultivo. *Acta Horticulturae*, 26: 71-76.
- González, A., Sastre, P., Fernández, J.A., Bañón, S., Franco, J.A., Casas, J.L., 1997. Influencia de la temperatura y del calibre del bulbo en la floración de *Ornithogalum thyrsoides*. *Acta Horticulturae*, 17:37-42.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., 1997. Geneve. Hartmann & Kester's Plant Propagation Principles and Practices, Upper Saddle River (Nueva Jersey, Estados Unidos).
- Hazarika, B.N., 2006. Morphophysiological disorders in in vitro culture of plants. *Scientia Horticulturae*, 108: 105-120.
- Heves, D.M., 2008. Antioxidant activity of akyıldız (*Ornithogalum umbellatum* Freyn Et Sint.). Master Thesis, Istanbul University, Institute of Science, Istanbul.
- Hutchinson, M.J., Murch, S.J., Saxena, P.K., 1996. Morphoregulator role of thidiazuran: evidence of the involvement of endogenous auxin in thidiazuron induced somatic embryogenesis of geranium (*Pelargonium x hortoeum* Bailey). *Journal of Plant Physiology*, 149: 573-579.
- Hutchinson, M.J., Onamu, R., Obukosia, S.D., 2004. *In vitro* propagation *Ornithogalum saundersiae*: potential of Thidiazuronas a chemical of choice. *JAGST*, 6(1): 60-68.
- Karaguzel, O., Kaya, A., Biner, B., Aydınsakir, K., 2012. *In vitro* propagation of native *Ornithogalum* species in west mediterranean region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 7: 2669-2673.
- Kaynak, B., 2017. Investigation of in vitro amoebicidal activities of *Ornithogalum umbellatum* and *trachystemon orientalis* on *acanthamoeba castellanii* cysts and trophozoites. Master thesis, Ordu University, Institute of Science, Ordu.
- López-Marina, J., González, A., Cos, J., 2009. *In vitro* multiplication of four species of the Genus *Ornithogalum*. *Acta Horticulturae*.
- Malabadi, R.B., Van Staden, J., 2004. Regeneration of *Ornithogalum* *in vitro*. *African Journal of Botany*, 70(4): 618-621.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco cultures. *Journal of Plant Physiology*, 15: 473-479.

- Naik, P.K., Nayak, S., 2005. Different modes of plant regeneration and factors affecting in vitro bulblet production in *Ornithogalum virens*. *ScienceAsia*, 31: 409-414.
- Nayak, S., Sen, S., 1995a. *In vitro* propagation of *Ornithogalum umbellatum* through direct organogenesis. *Indian Journal of Experimental Biology*, 33(2): 144-146.
- Nayak, S., Sen, S., 1995b. Rapid and stable propagation of *Ornithogalum umbellatum* L. in long term culture. *Applied Sciences*, 6(4): 1027–1033.
- Ozturk, G., 2021a. *In Vitro* Regeneration of Snowdrop (*Galanthus woronowoi*), *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(4): 1027–1033.
- Ozturk, G., 2021b. *In Vitro* Regeneration of Tulip (*Tulipa* L.). *Astana International Conference On Scientific Research*, October 23-24, Nur-Sultan, Kazakhstan, p. 164-168.
- Ozturk, G., 2022. *In Vitro* Propagation of Muscari (*Muscari neglectum*) Bulbs. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7: 1160–1170.
- Sánchez, P., Carrión, M.A., Hernández, A., Guerra, J., 2002. Libro rojo de la flora silvestre protegida de la Región de Murcia. Consejería de Agricultura, Agua Medio Ambiente. Murcia.
- Skoog, F., Miller, C.O., 1957. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue cultured in vitro. *Symposium of the Society of Experimental Biology*, 11: 118.140.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics, McGraw-Hill Book Company, Inc. N.Y.
- Van Scheepen, J., 1991. International checklist for Hyacinthus and miscellaneous bulbs. Royal general bulb growers association. Hillegom the Netherlands.
- Wabule, M., Fungoh, W., Njoroga, I.N., 1991. National Horticultural Programs Review Workshop. Kari, Kenya.

---

**Atıf Şekli** Öztürk, G., 2023. *Ornithogalum Umbellatum*'un *In Vitro* Çoğaltımı. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(4): 825-832.  
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10225471>.

---

**To Cite** Öztürk, G., 2023. *In Vitro* Propagation of *Ornithogalum Umbellatum*. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(4): 825-832.  
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10225471>.

---