



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FOTOPERYOT, EKSPANT BÜYÜKLÜĞÜ VE BİTKİ
BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİN KARDELENDE *IN VITRO*
SOĞANCIK OLUŞUMUNA ETKİSİ**

BETÜL BAŞELİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ORDU 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Betül BAŞELİ

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün B-2011 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

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

ÖZET

FOTOPERYOT, EKSPLOANT BÜYÜKLÜĞÜ VE BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİN KARDELENDE *IN VITRO* SOĞANCİK OLUŞUMUNA ETKİSİ

BETÜL BAŞELİ

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 65 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ŞEVKET METİN KARA)

Geofit olarak adlandırılan soğanlı ve yumru lu bitkilerin hızlı, kolay ve seri üretiminde bitki doku kültürü teknikleri çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araştırma, fotoperyot (16/8 saat aydınlık/karanlık ve 24 saat karanlık), eksplant büyüklüğü ve bitki büyüme düzenleyicilerin kardelen (*Galanthus woronowii*)’de *in vitro* soğancık oluşumu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Eksplant kaynağı olarak kullanılan çift soğan pulları BAP’ın farklı dozlarda NAA, IAA ve IBA ile oluşturduğu hormon kombinasyonları ilave edilen MS ortamında kültüre alınmıştır. Bitki büyüme düzenleyicilerin soğancık sayısı, soğancık çapı, çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı, soğancık ağırlığı, sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu üzerine etkileri önemli bulunurken, kök sayısı ve kök uzunluğuna etkisi önemsiz olmuştur. Karanlık uygulaması soğancık oluşumu ile sürgün ve kök gelişmesinde, aydınlık uygulamasına göre, çok önemli artışlara yol açmıştır. En yüksek soğancık sayısı (4.83) 24 saat karanlıkta tutulan ve 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA ilave edilen MS ortamındaki dört parçalı eksplantlardan alınmıştır. Karanlık uygulaması çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısında %57.33’lük bir artışa yol açmıştır. Eksplant büyüklüğü çalışmada incelenen hiçbir özelli kte önemli farklılık oluşturmamıştır. Sonuç olarak, bu çalışma 24 saat karanlık uygulamasının kardelende *in vitro* soğancık oluşumunda çok önemli olumlu etki yaptığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Doku kültürü, *Galanthus*, Geofit, Soğanlı Bitkiler.

ABSTRACT

EFFECT OF PHOTOPERIOD, EXPLANT SIZE AND PLANT GROWTH REGULATORS ON *IN VITRO* BULBLET FORMATION IN SNOWDROP

BETÜL BAŞELİ

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

FIELD CROPS

MASTER THESIS, 65 PAGES

(SUPERVISOR: PROF.DR. ŞEVKET METİN KARA)

Plant tissue culture techniques have a widespread usage in rapid, easy and continuous propagation of bulbous and tuberous plants, called geophytes. This present study was undertaken to determine the effect of photoperiod (12/8 h light/dark and 24 h dark), explant size and plant growth regulators on *in vitro* bulblet formation in snowdrop (*Galanthus woronowii*). Bulb twin scale explants were cultured on MS medium containing different combinations of BAP with various concentrations of NAA, IAA and IBA. Effect of plant growth regulators was significant on the number of bulblets, bulblet diameter, bulblet weight, the number of shoots, and shoot length. Dark application resulted in highly significant increases in bulblet formation along with shoot and root development, as compared to light treatment. The maximum number of bulblets (4.83) was recorded from 4-piece explants treated with 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA hormone combination kept in 24 h dark condition. Dark treatment resulted in an increase of %57.33 in the number of bulblets bigger than 5 mm in diameter. Explant size showed no effect on any of the attributes studied. In conclusion, this study revealed that 24 h dark treatment has a very important positive effect on *in vitro* bulblet formation in snowdrop.

Keywords: Bulbous Plants, *Galanthus*, Geophyte, Tissue Culture.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim sürecinde her türlü bilgi ve deneyimiyle bana yol gösteren, desteğini eksik etmeyen kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Şevket Metin KARA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmamın uygulama ve yürütülme kısmında, elde edilen verilerin düzenlenmesi ve analizlerinin yapılmasında benden yardımlarını esirgemeyen Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma görevlisi Sayın Mehmet Muharrem Özcan'a ve anlayışlı eşine çok teşekkür ederim.

Aynı zamanda, maddi ve manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim babam, annem, kardeşim, manevi babaannem ve dedem olan Ayten-Baki MUSABAŞOĞLU ve desteğini her zaman hissettiren Kübra BAŞELİ'ye sonsuz sevgimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmama B-2011 numaralı proje ile destek sağlayan Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	IX
EKLER LİSTESİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1 Materyal.....	13
3.2 Metot.....	14
3.2.1 Ekspantların Ön Hazırlığı.....	14
3.2.2 Alet ve Ekipmanların Hazırlığı.....	14
3.2.3 Soğanların Sterilizasyonu.....	14
3.2.4 Besin Ortamı.....	15
3.2.5 <i>In Vitro</i> Çoğaltım.....	16
3.2.5.1 Soğan Ekspantlarının Hazırlanması ve Kültürü.....	16
3.2.5.2 Yaprak Ekspantlarının Hazırlanması ve Kültürü.....	18
3.2.6 Kültür Koşulları.....	19
3.2.7 Araştırmada İncelenen Özellikler.....	20
3.2.8 Verilerin Değerlendirilmesi.....	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	22
4.1 Soğan Ekspantı.....	22
4.1.1 Soğancık Sayısı.....	22
4.1.2 Soğancık Çapı.....	24
4.1.3 Çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı.....	27
4.1.4 Soğancık Ağırlığı.....	29
4.1.5 Sürgün Sayısı.....	32
4.1.6 Sürgün Uzunluğu.....	34
4.1.7 Kök Sayısı.....	37
4.1.8 Kök Uzunluğu.....	39
4.2 Yaprak Ekspantı.....	42
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	43
5.1. Tartışma.....	43
5.2 Sonuç ve Öneriler.....	47
6. KAYNAKLAR	49
EKLER	55
ÖZGEÇMİŞ	65

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1 Karadeniz Kardeleni soğanları	13
Şekil 3.2 Dış kabuğu soyulmuş kardelen soğanı ve çift pul soğan parçası.....	16
Şekil 3.3 İki parçaya ayrılmış kardelen soğanı	17
Şekil 3.4 Dört parçaya ayrılmış kardelen soğanı	17
Şekil 3.5 <i>In vitro</i> koşullarda elde edilen yapraklar	18
Şekil 3.6 5 mm lik yaprak eksplantları	18
Şekil 3.7 16 saat aydınlık/8 saat karanlık ortam için hazırlanmış kültürler.....	19
Şekil 3.8 Karanlık ortam için hazırlanan kültürler.....	20

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1	MS besin ortamı içeriği	15
Çizelge 3.2	Çalışmada kullanılan büyüme düzenleyicilerin çözücüleri ve stok solüsyonların saklama koşulları	16
Çizelge 3.3	Soğan eksplantları için MS ortamına ilave edilen BAP'ın NAA, IBA ve IAA'nın farklı dozlarıyla oluşturduğu kombinasyonlar	17
Çizelge 3.4	Yaprak eksplantları için MS ortamına ilave edilen BAP'ın NAA, IBA ve IAA ile oluşturduğu kombinasyonlar	19
Çizelge 4.1	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık sayısının varyans analizi	22
Çizelge 4.2	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık sayıları	23
Çizelge 4.3	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık sayıları	24
Çizelge 4.4	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık çapının varyans analizi	25
Çizelge 4.5	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık çapları	25
Çizelge 4.6	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık çapları	26
Çizelge 4.7	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısının varyans analizi.....	27
Çizelge 4.8	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzeri olan soğancık sayıları	28
Çizelge 4.9	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzeri olan soğancık sayıları.....	29
Çizelge 4.10	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık ağırlığının varyans analizi	30
Çizelge 4.11	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık ağırlıkları	30
Çizelge 4.12	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık ağırlıkları	31
Çizelge 4.13	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün sayısının varyans analizi	32
Çizelge 4.14	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün sayıları	33
Çizelge 4.15	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün sayıları.....	34

Çizelge 4.16	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün uzunluğunun varyans analizi	35
Çizelge 4.17	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün uzunlukları .	35
Çizelge 4.18	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün uzunlukları	36
Çizelge 4.19	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök sayısının varyans analizi	37
Çizelge 4.20	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök sayıları	38
Çizelge 4.21	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök sayıları	39
Çizelge 4.22	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen eksplantlarında kök uzunluğunun varyans analizi	40
Çizelge 4.23	Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök uzunlukları (mm)	40
Çizelge 4.24	Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök uzunlukları	41
Çizelge 4.25	Karadeniz kardeleni yaprak eksplantlarında kallus oluşumu ve soğancık rejenerasyonu	42

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
2,4-D	: 2-4 Diklorofenoksi Asetik Asit
BAP	: 6-Benzilaminopürin
BD	: Bitki Büyüme Düzenleyicileri
Ca	: Kalsiyum
CCC	: 2- Kloroetil Trimetil Amonyum Klorit
cm	: Santimetre
CR	: Çok Tehlikede (Kritik)
Cu	: Bakır
DMS	: Daminozid
EB	: Ekspant Büyüklüğü
EN	: Tehlikede
F	: Fotoperyot
GA₃	: Gibberellik asit
HCL	: Hidroklorik Asit
IAA	: İndol 3 Asetik Asit
IBA	: İndol Bütirik Asit
K	: Potasyum
KIN	: Kinetin
l	: Litre
m	: Metre
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
mm	: Milimetre
Mn	: Manganez
MS	: Murashige ve Skoog Besin Ortamı
N	: Normal
NAA	: Naftalen Asetik Asit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
P	: Fosfor
PBZ	: Paklobutrazol
ROM	: Rugini Olive Medium Besin Ortamı
S	: Kükürt
TDZ	: Thidiazuron
UV	: Ultraviyole
VU	: Zarar görebilir
WPM	: Woody Plant Medium Besin Ortamı

EKLER LİSTESİ

Sayfa

Ek 1: Çalışmadan elde edilen bazı görseller.....	56
---	----

1. GİRİŞ

Türkiye, üç fitocoğrafik bölgenin (İran-Turan, Akdeniz ve Avrupa-Sibirya) kesişme noktasında yer alması, Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında doğal köprü konumunda olması ve çok farklı iklim ve toprak tiplerini barındırması sebebiyle bitki çeşitliliği açısından oldukça zengin bir floraya sahiptir (Ekim ve ark., 2000; Özhatay ve ark., 2005a). Türkiye florasında 12.000 civarında bitki türünün yer aldığı ve endemizm oranının oldukça yüksek (%34.5) olduğu bilinmektedir (Özhatay, 2002; Uyanık ve ark., 2013). Ülkenin sahip olduğu zengin bitki çeşitliliğinde yılın büyük bölümünü soğan, rizom ve yumru gibi organlarıyla toprak altında geçiren ve geofit olarak adlandırılan soğanlı, yumrulu ve rizomlu bitkilerin oldukça önemli bir yeri vardır (Entwistle ve ark., 2002; Yüzbaşıoğlu, 2012). Bazı kaynaklarda Türkiye’de 1.056 soğanlı, rizomlu, yumrulu bitki türünün yer aldığı ve bunların yaklaşık %40’ının endemik olduğu ileri sürülmektedir (Özhatay ve ark., 2013; Kahraman, 2020). Dünya genelindeki geofit sayısının 4300 civarında olduğu göz önüne alındığında, ülkemizin bu bitkiler bakımından ne kadar zengin bir floraya sahip olduğu çok açık bir şekilde görülmektedir (Şekeroğlu ve ark., 2013).

Geofitler; toprak üstü organları (gövde, yaprak, çiçek) gelişme mevsimini tamamladıktan sonra kuruyarak ölen ve yaz aylarında yaşamlarını toprak altında soğan, soğanımsı gövde (korm), yumru ve rizom şeklindeki depo organları ile devam ettiren bitkilerdir (Baktır ve ark., 1997; Zencirkıran, 2002). Ülkemizde ekonomik yönden oldukça önemli olan geofitler yaygın bir şekilde “Doğal Çiçek Soğanları” olarak adlandırılırlar (Altan, 1985). Geofitler, genellikle güzel kokulu ve gösterişli çiçekleriyle süs bitkisi olarak kullanılmakla birlikte, içerdikleri çok çeşitli biyoaktif kimyasallardan dolayı tıbbi amaçlı kullanım potansiyelleri yüksek olan bitkilerdir (Ekim ve ark., 1991). *Amaryllidaceae* (Nergisgiller), *Liliaceae* (Zambakgiller), *Iridaceae* (Süsengiller), *Orchidaceae* (Orkidegiller) ve *Araceae* (Yılanyastığıgiller) dünya genelinde önemli geofit familyaları olarak dikkati çekmektedir (Zencirkıran, 2002; Seyidoğlu, 2009). *Amaryllidaceae* familyası, 75 cins, 1100 türden oluşan büyük bir familya olup, genellikle çok yıllık, otsu ve soğanlı bitkilerden oluşur (Özhatay, 2002). Bu familyaya ait olan önemli cinsler arasında *Galanthus* (kardelen), *Narcissus* (nergis) ve *Leucojum* (göl soğanı) yer almaktadır.

Galanthus cinsi, ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren ve ekonomik olarak büyük önem taşıyan geofitlerden birisidir. *Galanthus* türleri çok yıllık, otsu, soğanlı bitkiler olup Avrupa, Balkanlar, Kafkasya, Yakın Doğu ülkeleri ve Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde doğal yayılış gösterirler (Smith, 2008; Kikodze, 2008). Anadolu'daki genel yayılış alanları ise; Kuzeybatı, Kuzeydoğu, Batı, Güneybatı, Güney ve İç Anadolu'dur (Aksu ve ark., 2002; Özhatay ve ark., 2005b; Ay, 2019). Dünyada 19 türü bulunan kardelenler, 3 alt tür ve varyete olarak 23 taksonla temsil edilirken, Anadolu florasında 7'si endemik olan 13 tür ve 16 takson yer almaktadır (Demir, 2010). *Galanthus* türlerine verilen genel isim "kardelen" olmakla birlikte, ülkemizin farklı yörelerinde nergis, karçiçeği, kargasoğanı, domuzsoğanı ve garipçe gibi birçok yöresel isimle anılmaktadır (Ekim ve ark., 1991; Baytop, 1997). Ülkemizde *Galanthus* cinsinin çok sayıda taksonu yetişmekle birlikte bunlardan yalnız Toros dağlarında yetişen Toros Kardeleni (*Galanthus elwesii*) ve Doğu Karadeniz dağlarında yetişen Karadeniz Kardeleni (*Galanthus woronowii*) türlerinin soğanları doğadan toplanarak yurt dışına ihraç edilmektedir (Ay, 2019).

Kardelenler, özellikle serin, nemli ve humusça zengin topraklarda yetişirler, ocak ve mart ayları arasındaki dönemde çiçeklenirler (Atay, 1996; Davis, 2000; Özhatay ve ark., 2005a) ve bu yüzden baharın yaklaşmakta olduğunun müjdesini verdikleri kabul edilir (Arslan ve ark., 2002). Kardelen, kış aylarında ve erken ilkbaharda verdikleri beyaz, zarif ve gösterişli çiçekleri nedeniyle Avrupa ve diğer birçok ülkede beğenilen ve tercih edilen bir süs bitkisi olup, geniş ölçüde botanik bahçelerinde, park ve taş bahçelerinde peyzaj uygulamalarında ve özel bahçelerde süs bitkisi olarak değerlendirilmektedir (Tıprıdamaz ve ark., 1999; Yüzbaşıoğlu, 2012). Kardelenin diğer önemli özelliği ise nivalin, galantamin, likorenin ve tazettin gibi sayısı 150'yi bulan değerli alkaloidleri içermesidir (Bores ve Kosley, 1996; Ay ve ark., 2018). Bu alkaloidlerin sentetik olarak elde edilemiyor olması ve Alzheimer başta olmak üzere çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan ilaçların etken maddelerini içermesi nedeniyle tıbbi açıdan da tercih edilmektedirler (Heinrich ve Teoh, 2004; Bach ve ark., 2010; Ay, 2019).

Başta kardelen olmak üzere yumrulu ve soğanlı bitkiler gerek içerdikleri kimyasal bileşikler ve gerekse gösterişli çiçekleri nedeniyle ülkemizde yıllardan beri doğal floradan sökülerek iç ve dış piyasada satışa sunulmaktadırlar. Soğanlı bitkilerin doğadan toplanması yapraklar henüz yeşilken ve genellikle tohum oluşumundan önce bitkinin tamamı uzaklaştırılarak yapılmakta ve geride vejetatif büyümeyi sağlayacak bitki aksamı bırakılmamaktadır (Entwistle ve ark., 2002). Bu yüzden, doğadan yapılan sökümlerin özellikle soğanlı ve yumrulu bitkilerdeki etkisi çok daha olumsuz olmuş, bu değerli bitkilerin popülasyonlarının giderek azalmasına ve birçoğunun neslinin tehlikeye girmesine yol açmıştır (Koyuncu ve Ekim, 1984; Altan ve ark., 1990). Zamansız ve aşırı toplanmalara engel olmak için ilki 1989 yılında yayımlanan yönetmeliklerle soğanlı, yumrulu bitkilerin doğadan toplanması ve ihracatına ilişkin usul ve koşullar belirlenerek uygulamaya konulmuştur (Ekim ve ark., 1992; Anonim, 2004; Yüzbaşıoğlu, 2008). *Galanthus* cinsindeki bazı türler Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'nda nesli çok tehlikede, tehlike altında ve zarar görebilir (CR, EN ve VU) kategorilerinde yer alırken, Karadeniz kardeleni ‘‘hassas’’ kategorisi içinde değerlendirilmektedir (Ekim ve ark., 2000; Yüzbaşıoğlu, 2008).

Ülkemizde doğal çiçek soğanlarının her türlü toplanması, üretimi ve ihracatı her yıl için Resmi Gazete’de yayınlanan ‘‘Doğal Çiçek Soğanlarının Sökümü, Üretimi ve Ticaretine İlişkin Yönetmelik’’ ile düzenlenmektedir (Resmi Gazete, 2021). Her yıl yaklaşık 6 milyon adet kardelen soğanı kotaya tabi olarak ihraç edilmektedir. Çevre büyüklüğü 4 cm üzerinde olan kardelen soğanlarının ihracatına izin verilmekte olup, soğan temininin büyük bir çoğunluğu doğadan toplama, bir kısmı büyütme (çevresi 4 cm’nin altında olan elek altı soğanların yetiştirilmesi) ve çok az bir miktarı da üretim (farklı çoğaltma yöntemlerinden elde edilen soğanların yetiştirilmesi) yoluyla sağlanmaktadır (Çakırlar ve ark., 1994; Arslan ve ark., 2002).

Kardelen, tohumlarıyla ya da yeni soğancık oluşumu yoluyla çoğalabilen bir bitkidir. Kardelenin, tohumdan itibaren çiçek açacak büyüklükte bir soğan haline gelebilmesi için 4-5 yıl gibi uzun bir süreye gerek vardır (Atay, 1996; Baktır, 1996; Tıprıdamaz, 2003). Kardelenin hayat döngüsünün uzun ve çoğalma hızının düşük olmasının yanı sıra aşırı sökümlerle doğadaki varlığı giderek azaldığı için, doğadan bitki sökümlerini yerine kültür şartlarında kolay, hızlı ve seri üretim sağlayacak bazı uygulamaların geliştirilmesi önerilmektedir (De Klerk, 2012; Kahraman ve

Özzambak, 2015; Kahraman, 2020). Bu bağlamda, tohumla çoğaltılmasında sorun yaşanan ve nesli tehlike altında olan bitkilerin hızlı ve seri üretiminde doku kültürü tekniklerine yaygın olarak başvurulmaktadır (Karaoğlu, 2010; Matskiv ve ark., 2014; Açıkgöz ve ark., 2019).

Doku kültürü; steril şartlarda, yapay bir besin ortamında, bütün bitki, hücre (kallus hücreleri, meristematik hücreler vb.), doku (yaprak, çiçek, tohum vb.) veya organ gibi bitki kısımlarından yeni doku, bitki veya bitkisel ürünlerin (metabolitler) elde edilmesidir (Baboğlu ve ark, 2001). Yeni çeşit geliştirmek ve mevcut çeşitlerde genetik çeşitlilik oluşturmak gibi temel amaçları olan doku kültürü, genetiksel iyileştirme çalışmalarında da önemli rol oynamaktadır. Ayrıca nesli tehlike altında olan türlerin korunmasında ve çoğaltılmasında sorun yaşanan türlerin çoğaltımında farklı doku kültürü teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Ulus ve Seydioğlu, 2006; Gürsan, 2014; Uzun ve ark., 2016).

Eğer bitkilerin uygun besin maddesi ihtiyacı, hormon ve kültür istekleri yeterince biliniyorsa, farklı doku kültürü yöntemleriyle tüm bitki türlerinin elde edilmesi mümkündür (Hartman ve Kester, 1975; Baboğlu ve ark., 2001). Bitki rejenerasyonu uyarımında bitki büyüme düzenleyicileri çok önemli rol oynamaktadır (Küplemez ve Yıldırım, 2020). Oksinler esas olarak hücre genişlemesi ve büyümesinde etkili olup, doku gelişimi, hücre uzaması ve kök oluşumunu da teşvik etmektedirler (Tilly-Mandy ve ark., 2006; Grunewald ve ark., 2009). Sitokininler, oksinlerin aksine sürgün oluşumu, organ oluşumu ve gelişimini teşvik ederler, ayrıca dormansinin kırılmasında rol oynarlar (Güleryüz, 1982; Westwood, 1993; Kaynak ve Ersoy, 1997). Bitki türleri ve kültür şartlarına göre değişmekle birlikte, bazı oksin ve sitokinin kombinasyonlarından daha olumlu sonuçlar elde edilebilmektedir (Resetár ve ark., 2014; Khonakdari ve ark., 2020). Doku kültürü çalışmalarında çoğunlukla bitki materyali olarak tepe ve koltuk altı tomurcuklar kullanılmakla birlikte; kök, gövde, çiçek sapı, yaprak, soğan gibi bitki parçaları da kullanılmaktadır (Ulus ve Seyidoğlu, 2006). Bitki materyalinin genotipi, yetiştirme koşulları (ışık, beslenme, sıcaklık, yetiştirme mevsimi) ve sterilite şartları başarıyı etkilemektedir (Omamor ve ark., 2007; Özdemir ve ark., 2016).

Ülkemizdeki tür çeşitliliğinin içinde ayrı bir öneme sahip olan kardelen, bitki gen kaynakları ve gen potansiyeli bakımından önemli bir yere sahiptir. Gen kaynaklarının kullanımı yönüyle değerlendirildiğinde hem biyolojik ve endemik kaynakların bir bileşeni olarak modern biyoteknolojinin ham maddesini oluşturması hem de ülkeye ekonomik girdi sağlaması açısından üzerinde önemle durulması gereken bir bitki olduğu görülmektedir (Zencirkıran, 2002; Yüzbaşıoğlu, 2012). Bununla birlikte kardelerde farklı doku kültürü tekniklerinin kullanımına yönelik çalışmaların nispeten yetersiz ve sınırlı olduğu görülmektedir (Tıprıdamaz, 2003; Yüzbaşıoğlu ve Dalyan, 2017). Kardelerde yürütülen doku kültürü çalışmalarında eksplant kaynağı olarak olgunlaşmamış embriyo, ovaryum, yaprak, çiçek sapı ve ikili soğan pulları yaprakları kullanılabilirlikle birlikte, daha yaygın olarak ikili soğan pulları tercih edilmektedir (Çakırlar ve ark., 1994; Tıprıdamaz ve ark., 1999; Nasırcılar ve Karagüzel, 2006). Kardelerde doku kültürü çalışmalarında benzil amino purin (BAP) ve naftalen asetik asit (NAA) hormonlarının farklı dozlardaki kombinasyonlarının kullanıldığı buna karşılık indol-3-asetik asit (IAA) hormonunun incelendiği çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir (Zencirkıran ve Mengüç, 2004; Staikidou ve ark., 2006; Staikidou ve Selby, 2012). Diğer taraftan literatürde kardelerdeki doku kültürü çalışmalarının tamamen 16/8 saat fotoperiyot şartlarında yürütüldüğü fakat sürekli karanlık uygulamasında soğancık oluşumu konusunda yapılan herhangi bir çalışmanın olmadığı dikkati çekmektedir.

Bu gerekçelere uygun olarak, bu tez çalışması fotoperiyot, eksplant büyüklüğü ve bitki büyüme düzenleyicilerin kardelerde *in vitro* şartlarda soğancık oluşumu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. GENEL BİLGİLER

Çakırlar ve ark. (1994), ülkemizde ilk olarak *Galanthus elwesii* ve *Galanthus ikariae* Baker türlerinin soğan, yaprak ve çiçek sapını eksplant kaynağı olarak kullanarak soğancık üretimini gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, en uygun eksplant kaynağının soğan pul yaprakları olduğu sonucuna varmışlardır.

Kardelenin (*Galanthus ikariae* Baker) doku kültürü yöntemiyle çoğaltımında eksplant tipi, ortam pH'sı ve karbonhidrat kaynağının soğancık oluşumuna etkisini araştıran Tıyrıdamaz ve ark. (1999), soğancık oluşumu için en uygun ortam pH'sını 5.5 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıca eksplant tipinin soğancık oluşumuna etkisini incelemek amacıyla dörde bölünmüş soğan parçaları, soğan pul yapraklarının tek tek ayrılmasıyla elde edilmiş 5 mm genişlik, 8-10 mm uzunlukta ve 2 mm bazal kısım içeren soğan parçaları, çift soğan pulları ve pul yaprakların üst kısmından hazırlanan ve bazal doku içermeyen soğan parçaları gibi eksplantlar hazırlanmıştır. Çalışma sonucunda en uygun eksplant tipinin bazal dokuya sahip soğan parçaları ve ikili soğan pulları olduğu tespit edilmiştir.

Galanthus elwesii Hook'un mikroçoğaltımı konusunda çalışmalar yapan Savona ve ark. (2002), farklı oksin ve sitokin kombinasyonlarını yumurtalık, soğan pulu ve olgunlaşmamış embriyo eksplantları üzerinde test etmişlerdir. En yüksek soğancık rejenerasyonu ve kallus oluşumu 10 mm BA+1 mm NAA hormon kombinasyonundan elde edilmiştir. Daha sonra, soğancık boyutunu artırmak için 3 ay süreyle 20 °C'den 6 °C'ye kadar azalan sıcaklık şartlarında tutulmuştur. Sonuç olarak çapı 1 cm'den büyük olan soğancıklar dış ortama başarıyla aktarılmıştır.

Başka bir araştırmada, Tıyrıdamaz (2003) *Galanthus ikariae*'nin soğan pul yapraklarından *in vitro* koşullarda elde edilen adventif soğancıkların köklendirilmesi ve dış ortama aktarılması konusu üzerinde çalışmıştır. Sonuç olarak, uygulamalar içerisinde en yüksek yaşama oranı 0.5 mg l⁻¹ NAA, %0.5 aktif kömür ve 30 mg l⁻¹ sukroz içeren MS ortamda kültüre alınan soğancıklarda %28 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, NAA konsantrasyonunun kök oluşumunda çok önemli olduğu bildirilmiştir.

Nasırcılar ve Karagüzel (2006) Antalya ilinin Akseki ilçesi civarından toplanan *Galanthus elwesii* Hook f. bitkisinin meyvelerinden *in vitro* koşullarda soğan üretimi üzerine çalışmışlardır. En yüksek soğancık oluşumunun 7.7 adet ile 1 mg l⁻¹ BAP + 0.5 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Staikidou ve ark., (2006) *Galanthus* türlerinin mikroçoğaltımında en uygun koşulları sağlayabilmek için *Galanthus nivalis*, *Galanthus nivalis* 'Flore Pleno' ve *Galanthus elwesii* soğanlarının mineral analizlerine dayanarak bazal bir ortam (G) geliştirmişlerdir. MS ortamı ile karşılaştırıldığında, G ortamının artan Cu (x 30.4), P (x 3.6), Ca (x 1.9), Mg (x 1.3) ve S (x 1.2) ve azaltılmış Mn (x 0.07), Zn (x 0.59) ve K (x 0.65) seviyelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Soğanların gelişiminde, G ortamı (30 g l⁻¹ sakkaroz, 1.0 mg l⁻¹ BA ve 0.1 mg l⁻¹ NAA ile desteklenmiş ortam) ve (60 g l⁻¹ sakkaroz ve 5 g l⁻¹ aktif kömür içeren bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen ortam ve farklı yoğunluklardaki (tam, ½, ¼, ve ⅛)) MS ortamı karşılaştırılmıştır. Soğancık oluşumunda G ortamı *G. nivalis* ve *G. nivalis* "Flore Pleno" türlerinde daha üstün durumdayken, *Galanthus elwesii* türünde daha düşük olmuştur. Bazal ortam seçimi, 1/8 kuvvetine seyreltilmiş MS ortamında çoğalmanın azalmasına rağmen, soğancık çoğaltımını etkilememiştir. Sonuç olarak, G ortamının soğancık büyümesi ve köklenmeyi MS ortamından daha iyi desteklediği ve ortam seyreltilmesinin soğancık büyümesini ve köklenmeyi azalttığı tespit edilmiştir.

Tulipa sintenisii Baker ve *Tulipa armena*'nın olgunlaşmamış embriyolarından ilk kez *in vitro* soğancık üretimi yapan Kalyoncu (2007), çalışmada olgunlaşmamış embriyoları farklı oranlarda oksin ve sitokinin içeren MS ve N6 besin ortamlarında kültüre almıştır. Denemede 16 ay sonunda N6 besin ortamından *T. sintenisii* türünde eksplant başına 22.67, *T. armena*'da ise 16.42 adet soğancık üretimi tespit edilmiştir. *Tulipa sintenisii* ve *Tulipa armena* türlerinde *in vitro* çoğaltım için en uygun eksplant kaynağının olgunlaşmamış embriyolar olduğu sonucuna varılmıştır.

Karaoğlu (2008) *Sternbergia* cinsine ait *Sternbergia candida*, *S. fischeriana*, *S. clusiana* ve *S. lutea* türlerinde *in vitro* soğancık üretimi üzerine çalışmalar yapmıştır. Çalışmada, *S. candida*'nın olgunlaşmamış embriyolarından ve ikili soğan pul yapraklarından yüksek oranda soğancık elde edilmiştir. *S. fischeriana*'nın ikili soğan pul yapraklarından en yüksek soğancık sayısı 10 adet ile 1 mg l⁻¹ BAP+ 0.5 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamından elde edilmiştir. Olgunlaşmamış embriyolarda en yüksek soğancık sayısı eksplant başına 2.9 adet ile 4 mg l⁻¹ BAP+1 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamından tespit edilmiştir. *S. clusiana*'nın ikili soğan pullarından 2.1 ve olgunlaşmamış embriyolarından 2.2 soğancık ile en yüksek değerler 2 mg l⁻¹ BAP+1 mg l⁻¹ NAA içeren hormon kombinasyonlarından elde edilmiştir. *S. lutea* türünde ise ikili soğan pullarından en yüksek soğan sayısı 15 adet ile 4 mg l⁻¹ BAP+0.5 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamından alınmıştır.

Gürlek (2011) *Fritillaria imperialis* ve *Fritillaria persica* (Siverek ve Mersin kökenli) türlerinin *in vitro* soğancık üretimi üzerine yaptığı çalışmasında, farklı oranlarda oksin ve sitokin içeren MS ve N6 besin ortamlarında olgunlaşmamış embriyoları kültüre almıştır. On dört ay sonunda Mersin kökenli *F. persica* ve *F. imperialis* türlerinde eksplant başına en fazla soğancık sayısı 30.85 adet ile 0.5 mg l⁻¹ TDZ ve 7.22 adet ile 0.5 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamından elde edilmiştir. Siverek kökenli *F. persica* türünde eksplant başına en fazla soğancık sayısı 12.62 adet ile 2 mg l⁻¹ kinetin içeren MS ortamından elde edilmiştir. N6 ortamında eksplant başına en fazla soğancık sayısı 23.70 adet ile karanlık ortamda Mersin kökenli *F. persica*'dan elde edilmiştir. Siverek kökenli *F. persica*'nın yaprak ve yaprak saplarının *in vitro* kültüründe en fazla soğancık sayısı (21 adet) yaprak sapı eksplantından alınmıştır. Siverek kökenli *F. persica* tohumlarının *in vitro*da çimlendirilmesiyle elde edilen soğancıklar 22.86 adet ile 2 mg l⁻¹ TDZ içeren MS ortamından elde edilmiştir.

Staikidou ve Selby (2012) *G. nivalis*, *G. Nivalis* "Flore Pleno" ve *G. elwesii* türleri ile yaptıkları doku kültürü çalışmasında, çift soğan pullarından 1 mg l⁻¹ BA ve 0.1 mg l⁻¹ NAA hormonları içeren MS ortamında soğancık elde etmişlerdir. Ayrıca aktif kömür içeren MS ortamında soğancık büyümesinde, kök sayısında ve uzamasında artış olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kızıl ve ark., (2013) endemik bir tür olan *Fritillaria aurea* bitkisinin *in vitro* çoğaltım potansiyelini araştırmışlardır. Dikey olarak (1/2 soğan) kesilen soğanlar 0.1 mg l⁻¹ TDZ ve 0.1 NAA mg l⁻¹ içeren MS besin ortamında kültüre alınmış ve fazla sayıda somatik embriyo oluştuğu tespit edilmiş ve bitkinin *in vitro*da başarılı bir şekilde çoğaltımının yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Daneshvar-Royandazagh ve ark. (2014), uyguladıkları *in vitro* mikroçoğaltım yöntemi ile 1-1.5 yıl olan akzambak soğancık üretim süresini çok önemli oranda kısaltarak, 1 yılda 3 dönem soğan üretimi sağladıklarını bildirmektedirler. Çalışmada en yüksek soğancık oluşumu 0.6 mg l⁻¹ TDZ, 0.2 mg l⁻¹ NAA ve 0.3 g l⁻¹ aktif karbon içeren ortamdan elde edilmiştir.

Sternbergia fischeriana (Herbert) Rupr. bitkisinin uzun süren üretim süresini kısaltmayı amaçlayan Altuntaş (2014) çalışmasında farklı büyüklüklerde (0.5, 1 ve 1.5 cm) ve farklı sayıda (2, 3, 4 ve 5) soğan pulları olan ve ayrıca taban meristematik dokuyu içeren 12 adet eksplant kullanmıştır. Eksplantlar, soğan oluşturmak için 2,4-D (1, 2, 3, 4 ve 5 mg l⁻¹) ve BAP (0.5, 2.5, 4.5, 6.5 ve 8.5 mg l⁻¹), köklendirme için 0.2 mg l⁻¹ NAA içeren ve içermeyen iki sıcaklık ortamında (15 ve 24 °C) kültüre alınmıştır. Çalışmada, 2,4-D'nin bütün eksplantlarda ve her iki sıcaklık ortamında soğancık oluşturmadığı tespit edilmiştir. En yüksek soğancık sayısı (4.97) 0.5 cm uzunluğunda ve iki soğan pulu içeren eksplantların 8.5 mg l⁻¹ BAP ve 0.2 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamından, eksplant başına en yüksek kök sayısı (4.33) ise 0.47 cm çapındaki soğancıklardan elde edilmiştir.

Gürsan (2014) yaptığı çalışmada iki zambak türünün (*Lilium candidum* L. ve *Lilium martagon* L.) embriyo kültürü ile *in vitro* koşullarda çoğaltımına yetiştirme ortamlarının etkisini araştırmıştır. Araştırma sonunda çimlenme, embriyo gelişimi ve köklenme oranları *L. candidum* L. türünde %100 ile MS+0.1 mg l⁻¹ NAA, *L. martagon* L. türünde %92 ile 1/2 MS+0.02 mg l⁻¹ IAA yetiştirme ortamından elde edilmiştir. Yetiştirme ortamları; *L. candidum* L. türünde morfolojik gelişmeler üzerine olumlu etki gösterirken, *L. martagon* L. türünde farklı etkiler göstermiştir.

Galanthus transcaucasicus Fomin'de farklı eksplant tipi, farklı şeker miktarı ve oksinin farklı konsantrasyonlarının soğancık oluşumuna etkisini araştıran Babashpour-Asl ve ark., (2016) çalışmada 3 farklı eksplant tipi kullanmışlardır. Soğancık sayısının şeker oranının artmasıyla beraber azaldığı ancak boyutunun arttığı sonucuna varılmıştır. En yüksek soğancık sayısı 2.0 mg l⁻¹ BA ve 2.0 mg l⁻¹ IBA içeren hormon kombinasyonlarından elde edilmiştir. Elde edilen soğancıkların, %27'sinin 5 mm ve üzerinde çapa sahip olduğu bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada Babashpour-Asl ve ark., (2016) tıbbi açıdan önemli olan *Galanthus transcaucasicus* Fomin türünde *in vitro* kaynaklı eksplantlarda alkaloid bileşiklerinin analizini yapmışlardır. Üretilen soğanlarda homolikorin alkaloidi tespit edilirken, galantamin alkaloidi tespit edilememiştir. *Galanthus transcaucasicus* türünde yapılan ilk mikroçoğaltım çalışması olan bu araştırma homolikorin alkaloidinin tanımlanmasına yol açmıştır. Sonuç olarak *Galanthus transcaucasicus* soğanlarının *Amaryllidaceae* alkaloidlerini ürettiğini ve farmasötik uygulamalar için yeni bir biyoaktif bileşik kaynağı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yüzbaşıoğlu ve Dalyan (2017) *in vitro* koşullarda kardelende soğancık oluşumu üzerine farklı bitki büyüme düzenleyicileri ve aktif kömürün etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, 1 mg l⁻¹ BAP ve 0.1 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamında 3.67 adet soğancık elde edilmiş olup, en yüksek soğancık sayısı 5 g l⁻¹ aktif kömür içeren MS ortamında eksplant başına ortalama 5.95 adet bulunmuştur. Elde edilen soğancıklar 1 g l⁻¹ ve 5 g l⁻¹ aktif kömür içeren MS ortamında köklendirilmiş ve dış ortama aktarımı gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Karadeniz kardeleni soğanlarının *in vitro* koşullarda üretilmesinde tüm ortamlar arasında aktif kömür uygulamasının en yüksek soğancık oluşumunu teşvik ettiğini ortaya konulmuştur.

Şahinalp (2017) safran bitkisinin soğanlarından elde edilen sürgün uçlarını kullanarak somatik embriyo üretimi için yaptığı çalışmada, besin ortamlarına farklı kombinasyon ve konsantrasyonlarda bitki büyüme düzenleyicileri eklemiş ve bunların somatik embriyo oluşumu üzerine etkilerini incelemiştir. Sürgünlerden somatik embriyo üretiminde en iyi sonuç 1 mg l⁻¹ BAP içeren ortamlardan alınmıştır. En iyi sonuç veren büyüme düzenleyici konsantrasyonu 1 mg l⁻¹ BAP+0.5 mg l⁻¹

NAA ve rejenerasyon edilen somatik embriyo sayısı 104 olarak tespit edilmiştir. Bu hormon kombinasyonunun haricinde iyi sonuç verenler 1 mg l⁻¹ BAP+0.25 mg l⁻¹ P (77) ve 1 mg l⁻¹ BAP+0.25 mg l⁻¹ IBA (79) içeren ortamlar olmuştur. Çalışmada, IAA ve 2,4-D içeren ortamlarda somatik embriyo gelişimi gözlenmemiştir.

Fritillaria imperialis ve *Fritillaria persica*'nın hızlı çoğaltımına yönelik, olgun tohumlardan ve çiçek saplarından *in vitro* ortamda soğancık oluşturma, çoğaltma ve soğancıkların dış koşullara aktarılmasında bazı uygulamaların etkisini araştıran Akyüz (2018) bazı ön işlemlerden sonra soğancıkları 0.5 mg l⁻¹ IBA içeren ½ MS besin ortamında 4 ay süreyle kültüre almıştır. *Fritillaria imperialis* türünün tohumlarında çimlenme oranı %73 ve çimlenen tohumların soğancık oluşturma oranı %76 iken *Fritillaria persica* türünün tohumlarında çimlenme oranı %82.1, soğancık oluşturma oranı ise %82 olarak tespit edilmiştir. Sukrozun soğancık gelişiminde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Köklendirme ortamında *F. imperialis* ve *F. persica* soğanlarının sırasıyla %40 ve %35.8'inin köklendiği görülmüştür.

Cyclamen coum ve *Cyclamen persicum* türlerinde yaprak, yaprak sapı ve yumru eksplantlarını kullanan Cengiz (2019), kallus ve sürgün elde edebilmek için farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarda GA3, prolin, spermin, NAA, IBA, BA ve kinetin gibi bitki büyüme düzenleyiciler içeren MS, B5, ROM ve WPM ortamları üzerinde çalışmıştır. GA3, prolin, spermin, NAA ve kinetin içeren ortamlarda kallus ve sürgün oluşumu görülürken, IBA ve BA içeren ortamlarda sürgün oluşumu görülmemiştir. *C. persicum* türünde kallus oluşumu açısından en iyi sonuçlar MS ortamındaki yumru eksplantından (%39.6), sürgün oluşumunda WPM ortamındaki yaprak sapı eksplantından (%14.58), kök oluşumunda ise WPM ortamındaki yaprak sapı eksplantından (%12.5) elde edilmiştir. Çalışmadaki her iki türde de 0.5 mg l⁻¹ GA3, 1 mg l⁻¹ prolin, 0.05 mg l⁻¹ spermin, 3 mg l⁻¹ kinetin ve 1 mg l⁻¹ NAA içeren 1/2 MS ortamında kallus oluşumu tespit edilmiştir.

Kandemir (2020) *Narcissus tazetta subsp. tazetta*, *Narcissus tazetta subsp. Italicus* ve *Narcissus papyraceus* türlerinde *in vitro* soğancık oluşumu için yaptığı çalışmada, 4 farklı konsantrasyonlarda (30, 60, 90 ve 120 g l⁻¹) sükröz ve 0.5, 1.0 ve 2.0 mg l⁻¹ konsantrasyonlarında büyüme geciktiricileri (Klorokolin Klorit-CCC, Paklobutrazol-PBZ ve Daminozid-DMZ) içeren MS besin ortamlarını kullanmıştır.

Eksplant başına en yüksek *in vitro* soğancık sayısı 4.47 adet ile 1.0 mg l⁻¹ BAP, 1.0 mg l⁻¹ IBA, 1.0 mg l⁻¹ CCC ve 30 g l⁻¹ sükröz içeren MS ortamından elde edilmiştir. Ayrıca, en yüksek soğancık çapı *Narcissus tazetta subsp. tazetta* türünde 7.17 mm ile 0.5 mg l⁻¹ PBZ içeren MS ortamından alınmıştır. Soğan dormansisinin kırılması için +4 °C'de 90 gün karanlık koşullarda depolanan soğanlarda depolama sonrası en fazla sağkalım oranı *Narcissus tazetta subsp. tazetta* türünde kaydedilmiştir. Depolama sonrası aklimatize edilen soğanlarda en yüksek başarı oranı %86.96 ile *Narcissus tazetta subsp. tazetta* türünden elde edilmiştir.

Asadi ve ark., (2021) eksplant kaynağı olarak *Galanthus transcaucasicus*'un ikiz soğan pullarını kullandıkları çalışmada 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 ve 10 mg l⁻¹ NAA ve 0.5, 1, 2, 3, ve 4 mg l⁻¹ BA olmak üzere farklı konsantrasyonlardaki bitki büyüme düzenleyicilerini kullanmışlardır. En yüksek kallus oranı 4 mg l⁻¹ NAA veya 8 mg l⁻¹ NAA ile 1 mg l⁻¹ BA içeren hormon kombinasyonundan elde edilmiştir. En yüksek soğancık sayısını veren kombinasyon 6 mg l⁻¹ NAA ve 2 mg l⁻¹ BA olarak tespit edilmiştir. En yüksek soğancık çapı 9.4 mm ile 4 mg l⁻¹ NAA uygulamasından, en düşük soğancık çapı 1.83 mm ile 0.5 mg l⁻¹ BA hormon kombinasyonundan elde edilmiştir. Genetik varyasyon analizi, BA ve düşük NAA seviyesinden elde edilmiş bitkiler arasında somaklonal varyasyon olmadığını, ancak yüksek NAA dozlarında önemli somaklonal varyasyon olduğunu ortaya koymuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada bitki materyali olarak Nergisgiller familyasına ait olan ve ülkemiz florasında doğal olarak bulunan Karadeniz Kardeleni (*Galanthus woronowii*) türünün soğanları kullanılmıştır (Şekil 3.1). Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Doku Kültürü Laboratuvarında *in vitro* şartlarda yürütülen çalışmada kullanılan soğanlar ticari bir firmadan temin edilmiştir. Eksplant kaynağı olarak bazı sitokin ve oksin tipi bitki büyüme düzenleyicileri ilave edilen MS besin ortamında kültüre alınan çift pul soğan parçaları ve *in vitro* ortamda soğanlardan elde edilen yapraklar kullanılmıştır. Soğan eksplantları iki farklı ortamda (16 saat aydınlık/8 saat karanlık ve 24 saat karanlık), iki ve dört parçalı eksplantlar halinde kültüre alınmıştır.



Şekil 3.1 Karadeniz Kardeleni soğanları

Kardelen, Kuzeydoğu Anadolu'dan Batı ve Orta Kafkaslara (Gürcistan ve Rusya) kadar yayılım göstermektedir. Alçak ve orta rakımlarda, genellikle 20 m'den 1500 m'ye kadar olan yüksekliklerde doğal olarak bulunmaktadır. Yaprğını döken kayın, gürgen ve meşe ağaçlarının bulunduğu karışık ormanlarda yaygındır. Ayrıca fazla yağış alan bölgelerde büyük kayaların tepesinde, falez çıkıntılarında ve hatta yosun kaplı ağaçların üstünde epifit olarak yaşayabilir.

Kardelen; geniş, yeşil renkli ve parlak yaprakları olan soğanlı ve otsu bir bitkidir. Yapraklarının üst yüzeyinde genellikle sayıları iki ile dört arasında değişen ince, uzunlamasına çizgiler yer alır. Doğada ilkbahar mevsimi boyunca (ocak'tan nisan'a kadar) çiçek açar. Tipik kar tanesi şeklinde olan beyaz çiçekler 4-19 cm uzunluğunda yeşil bir sapın tepesinden aşağıya doğru sarkmaktadır. Meyveleri küremsi kapsüldür, boyutları 1-1.5 cm'dir ve kahverengi tohumları yaklaşık 0.5 cm uzunluğundadır.

3.2 Metot

3.2.1 Ekspantların Ön Hazırlığı

Araştırmada, çapı 1-1.5 cm ve uzunluğu 1.5-3 cm arasında olan, hastaliksız ve üzerinde yara-bere izi olmayan soğanlar kullanılmış ve sterilizasyon öncesinde soğanların kabukları temizlenmiştir. Çalışmada kullanılacak en uygun sterilizasyon yönteminin belirlenmesi için farklı sodyum hipoklorit dozlarıyla (%1, %2.5, %5, %10 ve %20) ön denemeler yürütülmüştür. Bunların sonucunda, kontaminasyon oranı en düşük olan %2.5'lük sodyum hipoklorit dozunun kardelen soğanlarının yüzey sterilizasyonunda kullanılması uygun bulunmuştur. Çalışmamızda kullanılan yaprak eksplantları 1 mg l⁻¹ BAP + 1 mg l⁻¹ GA3 ilave edilmiş MS besi ortamında *in vitro* koşullarda kültüre alınan soğanlardan elde edilmiştir.

3.2.2 Alet ve Ekipmanların Hazırlığı

Araştırmanın yürütülmesi sürecinde steril kabin içerisinde kullanılacak olan pens, bistüri, kurutma kâğıdı, magenta kapları ve sterilizasyonda kullanılacak saf su otoklavda 121 °C'de 1.2 atmosfer basınç altında 20 dakika süreyle sterilizasyona tabii tutulmuştur. Steril kabin, işlemlere başlanmadan önce %70 lik ethanol ile silinmiş ve yüzey sterilizasyonu için 15 dakika süreyle UV ışığına maruz bırakılmıştır.

3.2.3 Soğanların Sterilizasyonu

Kabukları temizlendikten sonra 30 dakika süreyle musluk suyu altında tutulan kardelen soğanları 1 gece kurutma kâğıdı üzerinde bekletilmiş ve akabinde magenta kapları içerisinde 2 dakika süreyle %70'lik ethanol ile muamele edilmiştir. Ayrı ayrı magenta kaplarına alınan soğanlar %2.5 sodyum hipoklorit ve 2-3 damla Tween-20 eklenerek 30 dakika süreyle 140 rpm çalkalayıcıda tutulmuştur. Bu sürenin sonunda magenta kapları steril kabin içerisine alınarak 3 kez steril su ile temizlenmiştir.

3.2.4 Besin Ortamı

Çalışmada kullanılan eksplantlar, özellikleri Çizelge 3.1’de verilen MS besin ortamında (Murashige ve Skoog, 1962) kültüre alınmıştır. Çalışmada besin ortamının yanı sıra, karbon kaynağı olarak sukroz (şeker) ve ortam yarı katılaştırıcı olarak agar kullanılmıştır. Her 1 litrelik ortam için %3’lük sukroz çözeltisi ve 4.4 gr MS besi ortamı manyetik karıştırıcıda karıştırılarak iyice çözünmesi sağlanmıştır.

Çizelge 3.1 MS besin ortamı içeriği

Bileşenler	mg l⁻¹
Amonyum nitrat (NH₄NO₃)	1650.00
Borik asit (H₃BO₃)	6.200
Kalsiyum klorit, Anhidrit (CaCl₂)	332.20
Kobalt klorit (CoCl₂ · 6H₂O)	0.025
Bakır sülfat, Pentahidrat (CuSO₄ · 5H₂O)	0.025
EDTA, Disodyum, Dihidrat (C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈ · 2H₂O)	37.26
Demir sülfat, Heptahidrat (FeSO₄ · 7H₂O)	27.80
Glisin (C₂H₅NO₂)	2.00
Magnezyum sülfat, Anhidrat (MgSO₄)	180.70
Manganez sülfat, Monohidrat (MnSO₄ · H₂O)	16.900
Sodyum molibdat, Dihidrat (Na₂MoO₄ · 2H₂O)	0.250
Myo-inositol (C₆H₁₂O₆)	100.00
Nikotinik asit (C₆H₅NO₂)	0.500
Potasyum iyodür (KI)	0.830
Potasyum nitrat (KNO₃)	1900.00
Potasyum fosfat, Monobazik, Anhidrit (KH₂PO₄)	170.00
Pridoksin, Hidroklorit (C₈H₁₁NO₃ · HCl)	0.500
Tiamin, Hidroklorit (C₁₂H₁₇ClN₄OS · HCl)	0.100
Çinko sülfat, Heptahidrat (ZnSO₄ · 7H₂O)	8.600

Bitki büyüme düzenleyicilerinden sitokinin olarak BAP (Benzil Amino Purin) ve oksin olarak NAA (Naftalen Asetik Asit), IAA (Indol-3-Asetik Asit) ve IBA (Indol Bütirik Asit) kullanılmıştır. Besi ortamında kullanılmak üzere stok solüsyonlar hazırlanmış ve farklı kombinasyonlarda ortama ilave edilmiştir (Çizelge 3.2). Daha sonra pH’yı yükseltmek için 1 N NaOH (sodyum hidroksit) veya düşürmek için 1 N HCL (hidroklorik asit) kullanılarak ortam pH’sı 5.6-5.8 olacak şekilde ayarlanmıştır. Her 1 litrelik ortam için 0.8 gr agar ilave edilmiştir. Hazırlanan ortamlar otoklavda

1.2 atmosfer basınç altında 121 °C'de 20 dakika tutularak sterilize edilmiştir. Her birine eşit miktarda (36 ml) sterilize edilmiş besi ortamı konulan petriler steril kabin içine yerleştirilmiştir.

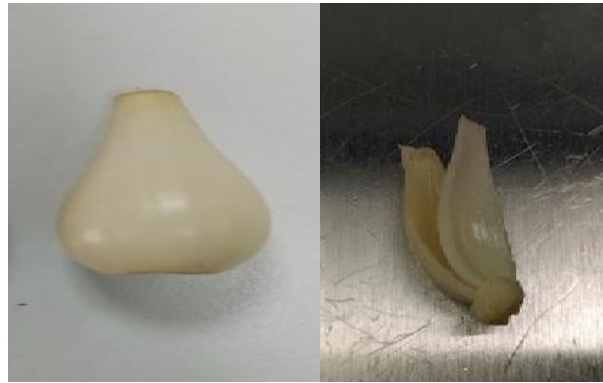
Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan büyüme düzenleyicilerin çözücüleri ve stok solüsyonların saklama koşulları

Büyüme Düzenleyicileri	Çözücü	Saklama Koşulları (°C) (Stok solüsyon)
BAP	1 N NaOH	+4
NAA	1 N NaOH	+4
IBA	Ethanol	0
IAA	1 N NaOH	0
GA₃	Su	0

3.2.5 *In Vitro* Çoğaltım

3.2.5.1 Soğan Eksplantlarının Hazırlanması ve Kültürü

Yüzey sterilizasyonu uygulanan soğanların dış pul yaprakları pens ve bistüri ile soyularak geride kalan çift soğan pulları steril kabin içerisinde kültüre alınmıştır (Şekil 3.2). Kardelen soğanları dikey olarak iki ve dört parçaya bölünmüş ve ayrı ayrı kültüre alınmışlardır (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.2 Dış kabuğu soyulmuş kardelen soğanı ve çift pul soğan parçası



Şekil 3.3 İki parçaya ayrılmış kardelen soğanı



Şekil 3.4 Dört parçaya ayrılmış kardelen soğanı

Soğan eksplantlarında bitki rejenerasyonu için Çizelge 3.3'te isim ve dozları verilen bitki büyüme düzenleyicilerinin oluşturduğu 12 farklı kombinasyon kullanılmıştır. Soğanların dış kısmı besin ortamına gelecek şekilde petrilere yerleştirildikten sonra petrilere kapağı kapatılarak streç film ile sarılmıştır. Her bir petriye dört eksplant konulmuş ve eksplantlar 3 tekerrürlü olacak şekilde kültüre alınmıştır. Eksplantlar her iki ayda bir olmak üzere aynı ortam şartlarında alt kültüre alınmışlar ve ilk kültüre alındıktan altı ay sonra soğancık oluşumuna ilişkin veriler elde edilmiştir.

Çizelge 3.3 Soğan eksplantları için MS ortamına ilave edilen BAP'ın NAA, IBA ve IAA'nın farklı dozlarıyla oluşturduğu kombinasyonlar

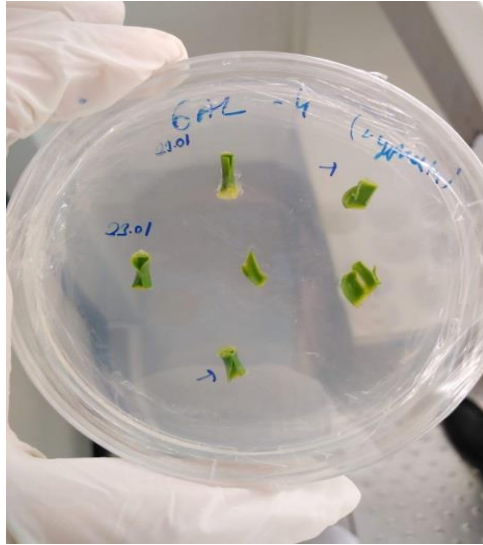
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (Sitokinin-Oksin)	BAP (1 mg l ⁻¹)		BAP (2 mg l ⁻¹)	
	0.1 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹	0.1 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹
NAA	0.1 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹	0.1 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹
IBA	0.05 mg l ⁻¹	2 mg l ⁻¹	0.05 mg l ⁻¹	2 mg l ⁻¹
IAA	0.1 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹	0.1 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹

3.2.5.2 Yaprak Eksplantlarının Hazırlanması ve Kültürü

Yaprak eksplantları önceden sterilize edilmiş soğanlardan *in vitro* koşullarda elde edildiği için kültüre alınmadan önce ayrı bir sterilizasyon işlemi yapılmamıştır (Şekil 3.5). *In vitro* koşullarda elde edilen yapraklar, steril kabin içerisinde pens ve bistüri yardımı ile soğanlardan ayrılmış ve 5 mm'lik parçalara bölünmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.5 *In vitro* koşullarda elde edilen yapraklar



Şekil 3.6 5 mm lik yaprak eksplantları

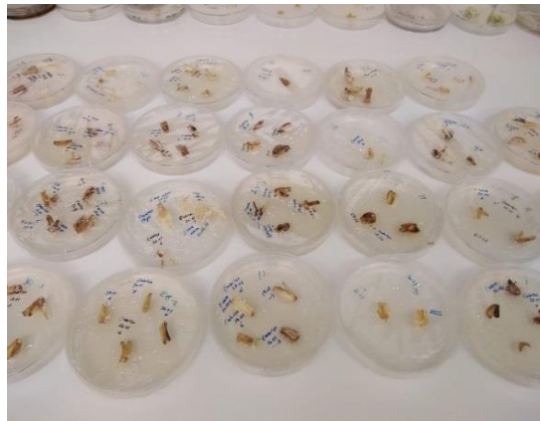
Yaprak eksplantlarının bitki rejenerasyonu için Çizelge 3.4’de isimleri verilen bitki büyüme düzenleyicileri ve belirtilen dozları kullanılmıştır. Yaprakların alt kısmı besin ortamına gelecek şekilde petrilere yerleştirilmiş ve petrilerin kapağı kapatılarak streç film ile sarılmıştır. Her petri için 6 eksplant kullanılmış ve bütün uygulamalar 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Eksplantlar her iki ayda bir olmak üzere aynı ortam şartlarında alt kültüre alınmışlar ve ilk kültüre alındıktan sekiz ay sonra soğancık oluşumuna ilişkin veriler elde edilmiştir.

Çizelge 3.4 Yaprak eksplantları için MS ortamına ilave edilen BAP’ın NAA, IBA ve IAA ile oluşturduğu kombinasyonlar

Bitki Büyüme Düzenleyicileri (Sitokinin-Oksin)	BAP (1 mg l ⁻¹)		
	0.1 mg l ⁻¹	0.5 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹
NAA	0.1 mg l ⁻¹	0.5 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹
IAA	0.1 mg l ⁻¹	0.5 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹
IBA	0.1 mg l ⁻¹	0.5 mg l ⁻¹	1 mg l ⁻¹

3.2.6 Kültür Koşulları

Besin ortamına konulan soğan eksplantları beyaz floresan ışığı altında 22±1 °C de 16 saat aydınlık/8 saat karanlık (Şekil 3.7) ve tamamen karanlık (Şekil 3.8) olacak şekilde 2 farklı fotoperiyotta kültüre alınmıştır. Buna karşılık, yaprak eksplantları 22±1 °C de 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyotta kültüre alınmıştır. Karanlık ortamdaki uygulamalarda petriler alüminyum folyo ile sarılmıştır.



Şekil 3.7 16 saat aydınlık/8 saat karanlık ortam için hazırlanmış kültürler



Şekil 3.8 Karanlık ortam için hazırlanan kültürler

3.2.7 Araştırmada İncelenen Özellikler

1. Soğancık sayısı: Soğan ve yaprak eksplantlarında oluşan soğancıklar sayılmıştır.

2. Soğancık çapı (mm): Soğan eksplantlarında oluşan soğancıkların çapı kumpas yardımıyla ölçülerek mm cinsinden ifade edilmiştir. Yaprak eksplantlarından elde edilen soğancıklar çok küçük olduğu için çap ölçümü yapılamamıştır.

3. Çapı 5 mm ve üzeri olan soğancık sayısı: Soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzeri olan soğancıklar sayılarak belirlenmiştir.

4. Soğancık ağırlığı (mg): Soğan eksplantlarında oluşan soğancıklar hassas terazi ile tartılarak ağırlıkları mg cinsinden ifade edilmiştir. Yaprak eksplantlarında oluşan soğancıklar çok küçük olduğu için tartım yapılamamıştır.

5. Sürgün sayısı: Soğan eksplantlarında oluşan sürgünler sayılarak belirlenmiştir. Yaprak eksplantlarında sürgün gelişimi olmadığı için veri alınamamıştır.

6. Sürgün uzunluğu (mm): Soğan eksplantlarında oluşan sürgünler cetvel yardımıyla ölçülerek mm cinsinden ifade edilmiştir.

7. Kök sayısı: Soğan eksplantlarında oluşan kökler sayılmış, buna karşılık yaprak eksplantlarında kök oluşumu görülmemiştir.

8. Kök Uzunluğu (mm): Soğan eksplantlarında oluşan kök uzunluğu cetvel ile ölçülerek mm cinsinden ifade edilmiştir.

9. Kallus Oluşumu (%): Yaprak eksplantlarında kallus oluşumu görülen soğancıklar yüzde (%) cinsinden ifade edilmiştir.

10. Soğancık Oluşum Yüzdesi (%): Yaprak eksplantında soğancık oluşumu görülen soğanlar yüzde cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.8 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak, varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile ortaya konulmuştur. Varyans analizinden önce, veriler arasında sıfır değerleri yer aldığı için, tüm veriler $\sqrt{X+1}$ transformasyonuna tabi tutulmuştur (Yurtsever, 1984). İstatistiksel analizler ve değerlendirmeler JUMP paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışma esas olarak eksplant büyüklüğü, fotoperyot ve bitki büyüme düzenleyicilerin kardelen çift soğan pul yapraklarında *in vitro* soğancık oluşumu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bunun yanı sıra, *in vitro* elde edilen yaprak eksplantlarında bazı bitki büyüme düzenleyicilerin soğancık oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen veriler soğan eksplantında her özellik için ayrı başlıklar altında ele alınmış, yaprak eksplantında ise sadece kallus ve soğancık oluşumuna ilişkin veriler değerlendirilmiştir.

4.1 Soğan Eksplantı

4.1.1 Soğancık Sayısı

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicilerle muamele edilen iki ve dört parçalı soğan eksplantlarında soğancık sayısına ilişkin verilerin varyans analizi Çizelge 4.1’de, ortalama soğancık sayıları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’te verilmiştir. Soğancık sayısı üzerine büyüme düzenleyicileri (BD) ve fotoperyot (F) etkisi önemli, eksplant büyüklüğü (EB) etkisi önemsizdir. Ayrıca $BD \times F$, $BD \times EB$, $F \times EB$ ve $BD \times F \times EB$ etkileşimleri önemli bulunmuştur. Farklı uygulamalar arasındaki etkileşimlerin önemli olması, bunların etkilerinin birbirinden bağımsız olmadığını göstermektedir. Önemli $BD \times F$ etkileşimi, büyüme düzenleyicilerin etkisinin aydınlık veya karanlık ortama göre farklı olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.1 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık sayısının varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	4.637	0.422	5.71*
Fotoperyot (F)	1	0.582	0.582	7.86*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	0.087	0.087	1.18
$BD \times F$	11	4.124	0.375	5.07*
$BD \times EB$	11	2.687	0.244	3.30*
$F \times EB$	1	1.746	1.746	23.59*
$BD \times F \times EB$	11	3.097	0.282	3.81*
Hata	96	7.143	0.074	
Genel	143	24.103		

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.2 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık sayıları

Büyüme düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 parça	4 parça	Ort.	2 parça	4 parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	2.83 a-f*	1.75 a-f	2.29 abcd	0.83 e-f	1.50 a-f	1.16 bcde	1.72 ABC*
	1 mg l ⁻¹ NAA	3.00 a-f	2.00 a-f	2.50 abc	2.00 a-f	2.58 a-f	2.29 abcd	2.39 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.75 f	0.50 f	0.62 de	1.25 b-f	2.25 a-f	1.75 a-e	1.18 BCD
	2 mg l ⁻¹ IBA	1.25 a-f	2.00 a-f	1.62 a-e	2.83 a-f	2.33 a-f	2.58 abc	2.10 ABC
	0,1 mg l ⁻¹ IAA	0.83 ef	2.25 a-f	1.54 a-e	0.66 f	1.00 cdef	0.83 cde	1.18 BCD
	1 mg l ⁻¹ IAA	2.00 a-f	1.16 def	1.58 bcde	4.58 abc	3.08 a-f	3.83 a	2.70 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	4.08 a-e	0.50 f	2.29 abcd	1.50 a-f	4.83 a	3.16 ab	2.72 A
	1 mg l ⁻¹ NAA	4.58 abc	1.50 a-f	3.04 ab	0.66 f	1.66 a-f	1.16 bcde	2.10 ABC
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	1.25 a-f	0.33 f	0.79 cde	2.50 a-f	3.00 a-f	2.75 abc	1.77 ABC
	2 mg l ⁻¹ IBA	2.00 a-f	1.91 a-f	1.95 abcd	1.33 a-f	2.75 a-f	2.04 abcd	2.00 ABC
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.25 f	0.25 f	0.25 e	1.08 def	0.75 f	0.91 cde	0.58 D
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.58 f	1.75 a-f	1.16 bcde	0.50 f	4.75 ab	2.62 abcd	1.89 ABC
Ortalama	1.95^{AB}	1.32^C	1.63^B	1.64^{BC}	2.54^A	2.09^A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit
*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark (0.05) yoktur.

Çizelge 4.2'den çalışmada kullanılan hormon kombinasyonlarının tamamında soğancık oluşumunun gerçekleştiği görülmektedir. En yüksek soğancık sayısı (2.72 adet) 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonundan alınmış, buna karşılık 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA kombinasyonu en düşük soğancık sayısını (0.58 adet) vermiştir. Aydınlik ortamda 1.63 olan ortalama soğancık sayısı, karanlık ortamda 2.09 adet olarak gerçekleşmiştir. İki parçalı soğan eksplantlarında ortalama olarak 1.79 adet, dört parçalı eksplantlarda ise 1.93 adet soğancık elde edilmiştir. Tüm uygulamalar içinde en yüksek soğancık sayısı (4.83 adet) karanlık ortamda 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonu uygulanan dört parçalı eksplantlardan elde edilmiştir. Buna karşılık, en düşük soğancık sayısı (0.25 adet) aydınlık ortamda 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA hormon kombinasyonu ile muamele edilen iki ve dört parçalı eksplantlardan alınmıştır.

Çizelge 4.3 Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık sayıları

Büyüme Düzenleyicileri	2 parça	4 parça	Ortalama	
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	1.83 a-e	1.62 a-e	1.72 ABC
	1 mg l ⁻¹ NAA	2.50 abc	2.29 abcd	2.39 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	1.00 bcde	1.37 a-e	1.18 CD
	2 mg l ⁻¹ IBA	2.04 a-e	2.16 a-e	2.10 ABC
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.75 cde	1.62 a-e	1.18 BCD
	1 mg l ⁻¹ IAA	3.29 a	2.12 a-e	2.70 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	2.79 ab	2.66 abcd	2.72 A
	1 mg l ⁻¹ NAA	2.62 abcd	1.58 a-e	2.10 ABC
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	1.87 a-e	1.66 a-e	1.77 ABC
	2 mg l ⁻¹ IBA	1.66 a-e	2.33 abcd	2.00 ABC
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.66 de	0.50 e	0.58 D
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.54 de	3.25 a	1.89 ABC
Ortalama	1.79	1.93		

4.1.2 Soğancık Çapı

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicileri ile muamele edilen iki ve dört parçalı soğan eksplantlarında soğancık çapına ait verilerin varyans analizi Çizelge 4.4’de, soğancık çapları Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir. Varyans analizine göre, soğancık çapı üzerine büyüme düzenleyicileri (BD) ve fotoperyot (F) etkisi istatistiki olarak önemli, eksplant büyüklüğü (EB) etkisi ise önemsizdir. Ayrıca, BDxF ve FxEB interaksiyonları önemli, BDxEB ve BDxFxEB interaksiyonları ise önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.4 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık çapının varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	2.834	0.258	3.74*
Fotoperyot (F)	1	1.862	1.862	26.99*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	0.067	0.067	0.97
BD x F	11	1.800	0.164	2.38*
BD x EB	11	1.282	0.117	1.70
F x EB	1	2.330	2.330	33.77*
BD x F x EB	11	1.348	0.123	1.78
Hata	96	6.639	0.069	
Genel	143	18.162		

*: p<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.5 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık çapları (mm)

Büyüme Düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 parça	4 parça	Ort.	2 parça	4 parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	3.09	1.67	2.38 abc	2.09	2.45	2.27 abc	2.32 AB*
	1 mg l ⁻¹ NAA	2.94	2.41	2.68 ab	2.85	2.65	2.75 ab	2.71 A
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	1.95	0.83	1.39 bc	2.32	3.12	2.72 ab	2.06 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	2.83	2.20	2.51 ab	2.89	4.37	3.63 a	3.07 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	2.25	4.26	3.25 ab	2.00	3.25	2.62 ab	2.94 A
	1 mg l ⁻¹ IAA	2.40	0.63	1.52 bc	3.24	4.54	3.89 a	2.70 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	3.27	0.50	1.88 abc	1.76	3.93	2.85 ab	2.36 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	2.39	2.00	2.19 abc	1.41	3.01	2.21 abc	2.20 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	1.75	1.29	1.52 bc	2.62	3.54	3.08 ab	2.30 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	2.63	1.75	2.19 abc	2.61	3.49	3.05 ab	2.62 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.41	0.66	0.54 c	1.72	2.29	2.00 abc	1.27 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	1.87	1.86	1.86 abc	1.12	3.79	2.45 ab	2.16 AB
Ortalama	2.31 ^B	1.67 ^C	1.99 ^B	2.22 ^C	3.37 ^A	2.79 ^A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark (0.05) yoktur.

Soğancık çapı bakımından hormon kombinasyonları arasında istatistiki olarak 3 farklı grup oluşmuş ve 1 mg l⁻¹ BAP+2 mg l⁻¹ IBA kombinasyonu 3.07 mm ile ilk sırayı almıştır. Diğer taraftan, 1 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA hormon kombinasyonu ikinci (2.94 mm), 1 mg l⁻¹ BAP+1 mg l⁻¹ NAA kombinasyonu ise üçüncü (2.71 mm) sırayı almıştır. Aydınlik ve karanlık ortamda ortalama soğancık çapları sırasıyla 1.99 mm ve 2.79 mm olarak gerçekleşmiştir. Parça sayısına göre soğancık çapları incelenince, iki parçalı eksplantlardan 2.27 mm, dört parçalı eksplantlardan 2.52 mm çapa sahip soğancıkların oluştuğu görülmektedir. Tüm uygulamalar içinde en yüksek soğancık çapı (3.89 mm) 1 mg l⁻¹ BAP+ 1 mg l⁻¹ IAA uygulamasının karanlık ortamından elde edilirken, en düşük soğancık çapı (0.54 mm) 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA uygulamasının aydınlık ortamından elde edilmiştir.

Çizelge 4.6 Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık çapları (mm)

Büyüme Düzenleyicileri	2 parça	4 parça	Ortalama	
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	2.59	2.06	2.32 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	2.89	2.53	2.71 A
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	2.14	1.97	2.06 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	2.86	3.28	3.07 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	2.12	3.75	2.94 A
	1 mg l ⁻¹ IAA	2.82	2.58	2.70 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	2.51	2.21	2.36 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	1.90	2.50	2.20 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	2.18	2.41	2.30 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	2.62	2.62	2.62 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	1.07	1.47	1.27 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	1.50	2.82	2.16 AB
Ortalama	2.27	2.52		

4.1.3 Çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicileri ile muamele edilen iki ve dört parçalı soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üstünde olan soğancık sayılarına ait verilerin varyans analizi Çizelge 4.7’de, soğancık sayıları Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’da verilmiştir. Varyans analizi, çapı 5 mm ve üstünde olan soğancık sayısında büyüme düzenleyici (BD) ve fotoperyot (F) etkisinin önemli, eksplant büyüklüğü (EB) etkisinin önemsiz olduğunu ortaya koymuştur. Diğer taraftan, BDxF, BDxEB, FxEB ve BDxFxEB interaksiyonları önemli çıkmıştır. Farklı uygulamalar arasındaki interaksiyonların önemli çıkmış olması, bunların etkilerinin birbirinden bağımsız olmadığını ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.7 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısının varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	1.285	0.117	2.54*
Fotoperyot (F)	1	0.562	0.562	12.22*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	0.014	0.014	0.30
BD x F	11	1.551	0.141	3.07*
BD x EB	11	1.074	0.098	2.13*
F x EB	1	0.776	0.776	16.87*
BD x F x EB	11	1.418	0.129	2.80*
Hata	96	4.431	0.046	
Genel	143	11.111		

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

İncelenen soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzeri olan soğancık sayısına ilişkin ortalama değerler 0.08-2.75 adet arasında değişim göstermiş ve bazı hormon kombinasyonlarında çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık oluşumu görülmemiştir. Çapı 5 mm ve üstünde olan soğancık sayısı en fazla 1.27 adet ile 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonundan, en az ise 0.22 adet ile 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA kombinasyonundan elde edilmiştir. İki parçalı eksplantlarda 0.75 adet olarak tespit edilen çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı, dört parçalı eksplantlarda 0.81 adet olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzeri olan soğancık sayıları

Büyüme Düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 Parça	4 Parça	Ort.	2 Parça	4 Parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	1.91 a-d*	0.33 bcd	1.12 abc	0.50 a-d	0.66 a-d	0.58 abc	0.85 AB*
	1 mg l ⁻¹ NAA	1.00 a-d	1.00 a-d	1.00 abc	1.00 a-d	0.91 a-d	0.95 abc	0.97 A
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.41 bcd	--	0.20 c	0.75 abcd	0.66 a-d	0.70 abc	0.45 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.66 a-d	0.75 a-d	0.70 abc	0.91 a-d	1.16 a-d	1.04 abc	0.87 AB
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.58 a-d	1.00 a-d	0.79 abc	0.16 bcd	0.41 bcd	0.29 bc	0.54 AB
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.58 a-d	--	0.29 bc	2.16 abc	1.75 a-d	1.95 a	1.12 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	1.91 a-d	--	0.95 abc	0.41 bcd	2.75 a	1.58 ab	1.27 A
	1 mg l ⁻¹ NAA	1.08 a-d	0.58 a-d	0.83 abc	0.33 bcd	1.08 a-d	0.70 abc	0.77 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.41 bcd	0.33 bcd	0.37 bc	1.41 a-d	1.08 a-d	1.25 abc	0.81 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.41 bcd	0.25 bcd	0.33 bc	0.83 a-d	1.00 a-d	0.91 abc	0.62 AB
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	--	0.08 cd	0.04 c	0.25 bcd	0.58 a-d	0.41 bc	0.22 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.33 bcd	1.00 a-d	0.66 abc	0.08 cd	2.16 ab	1.12 abc	0.89 AB
Ortalama	0.77 ^B	0.44 ^B	0.61 B	0.73 ^B	1.18 ^A	0.96 A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit
*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark (0.05) yoktur.

Karanlık ortamda 0.96 adet olan çapı 5 mm ve üstünde olan soğancık sayısı, aydınlık ortamda 0.61 adet olmuştur. Tüm uygulamalar içinde çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı 2.75 adet ile en fazla 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonunun karanlık ortamındaki dört parçalı eksplantlardan elde edilirken, en az soğancık sayısı 0.08 adet ile aydınlık ortamında 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA hormon kombinasyonu uygulanan iki parçalı soğan eksplantlarından alınmıştır.

Çizelge 4.9 Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında çapı 5 mm ve üzeri olan soğancık sayıları

	Büyüme Düzenleyicileri	2 parça	4 parça	Ortalama
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	1.20 ab	0.50 ab	0.85 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	1.00 ab	0.95 ab	0.97 A
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.58 ab	0.33 ab	0.45 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.79 ab	0.95 ab	0.87 AB
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.37 ab	0.70 ab	0.54 AB
	1 mg l ⁻¹ IAA	1.37 ab	0.87 ab	1.12 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	1.16 ab	1.37 ab	1.27 A
	1 mg l ⁻¹ NAA	0.70 ab	0.83 ab	0.77 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.91 ab	0.70 ab	0.81 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.62 ab	0.62 ab	0.62 AB
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.12 b	0.33 ab	0.22 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.20 b	1.58 a	0.89 AB
	Ortalama	0.75	0.81	

4.1.4 Soğancık Ağırlığı

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicileri ile muamele edilen iki ve dört parçalı soğan eksplantlarından elde edilen soğancık ağırlığı verilerinin varyans analizi Çizelge 4.10'da, soğancık ağırlıkları Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir. Varyans analizine göre, soğancık ağırlığı üzerine büyüme düzenleyici (BD) ve fotoperyot (F) etkisi önemli, eksplant büyüklüğü (EB) etkisi ise önemsizdir. Ayrıca, BDxEB ve FxEB interaksyonları önemli, buna karşılık BDxF ve BDxFxEB interaksyonları önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.10 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık ağırlığının varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	55.594	5.054	2.61*
Fotoperyot (F)	1	39.093	39.093	20.15*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	2.664	2.664	1.37
BD x F	11	27.736	2.521	1.30
BD x EB	11	43.787	3.981	2.05*
F x EB	1	18.101	18.101	9.33*
BD x F x EB	11	14.945	1.359	0.70
Hata	96	186.264	1.940	
Genel	143	388.182		

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.11 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık ağırlıkları (mg)

Büyüme Düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 Parça	4 Parça	Ort.	2 Parça	4 Parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	33.33	15.83	24.58	32.50	20.83	26.66	25.62 AB*
	1 mg l ⁻¹ NAA	20.83	25.00	22.91	22.50	30.00	26.25	24.58 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	10.00	8.33	9.16	24.16	24.16	24.16	16.66 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	31.66	17.50	24.58	26.66	63.33	45.00	34.79 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	20.00	45.83	32.91	13.33	34.16	23.75	28.33 AB
	1 mg l ⁻¹ IAA	30.83	5.00	17.91	36.66	35.83	36.25	27.08 AB
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	25.83	5.00	15.41	22.50	27.50	25.00	20.20 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	13.33	20.83	17.08	17.50	27.50	22.50	19.79 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	15.00	20.00	17.50	23.33	32.50	27.91	22.70 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	10.00	11.66	10.83	20.00	30.00	25.00	17.91 AB
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	2.50	7.50	5.00	15.83	34.16	25.00	15.00 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	18.33	20.00	19.16	10.00	28.33	19.16	19.16 AB
Ortalama	19.30^B	16.87^B	18.09 B	22.08^B	32.36^A	27.22 A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit
*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistikî olarak önemli fark (0.05) yoktur.

Çizelge 4.12 Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında soğancık ağırlıkları (mg)

	Büyüme Düzenleyicileri	2 parça	4 parça	Ortalama
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	32.91 ab	18.33 ab	25.62 A
	1 mg l ⁻¹ NAA	21.66 ab	27.50 ab	24.58 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	17.08 ab	16.25 ab	16.66 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	29.16 ab	40.41 a	34.79 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	16.66 ab	40.00 a	28.33 A
	1 mg l ⁻¹ IAA	33.75 a	20.41 ab	27.08 AB
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	24.16 ab	16.25 ab	20.20 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	15.41 ab	24.16 ab	19.79 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	19.16 ab	26.25 ab	22.70 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	15.00 ab	20.83 ab	17.91 AB
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	9.16 b	20.83 ab	15.00 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	14.16 ab	24.16 ab	19.16 AB
	Ortalama	20.69	24.61	

Çalışmada kullanılan hormon kombinasyonlarında soğancık ağırlıkları 2.50 mg ile 63.33 mg arasında değişmiştir. Aydınlik ortamda 18.09 mg olarak elde edilen soğancık ağırlığı, karanlık ortamda 27.22 mg olmuştur. Parça sayısı yönünden veriler incelendiğinde iki parçalı eksplantlardan 20.69 mg, dört parçalı eksplantlardan ise 24.61 mg'lık soğancıkların oluştuğu görülmüştür. Hormon kombinasyonları aydınlık ve karanlık ortamlara göre karşılaştırılınca, 1 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA hormon kombinasyonu dışındaki tüm kombinasyonlarında en yüksek soğancık ağırlığının karanlık ortamdan alındığı görülmektedir. Çalışmadaki tüm uygulamalar içinde en yüksek soğancık ağırlığı (63.33 mg) karanlık ortamda 1 mg l⁻¹ BAP+2 mg l⁻¹ IBA hormon kombinasyonu uygulanan dört parçalı eksplantlardan, en düşük soğancık ağırlığı (2.50 mg) aydınlık ortamda 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ IAA kombinasyonu uygulanan iki parçalı eksplantlardan elde edilmiştir.

4.1.5 Sürgün Sayısı

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicileri ile muamele edilen iki ve dört parçalı soğan eksplantlarında sürgün sayısına ilişkin verilerin varyans analizi Çizelge 4.13'te, sürgün sayıları Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçları sürgün sayısı üzerine büyüme düzenleyici (BD) ve fotoperyot (F) etkisinin önemli, eksplant büyüklüğü (EB) etkisinin önemsiz olduğunu göstermektedir. Ayrıca, BDxF interaksiyonu önemli, BD×EB, F×EB, BD×F×EB interaksiyonları ise önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.13 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün sayısının varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	0.256	0.023	2.30*
Fotoperyot (F)	1	0.362	0.362	36.20*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	0.004	0.004	0.40
BD x F	11	0.550	0.050	5.00*
BD x EB	11	0.205	0.019	1.90
F x EB	1	0.028	0.028	2.80
BD x F x EB	11	0.121	0.011	1.10
Hata	96	1.005	0.010	
Genel	143	2.531		

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.14'te bazı uygulamalarda sürgün oluşumunun gerçekleşmediği görülmektedir; sürgün oluşmayan uygulama sayısı aydınlık ortamda karanlık ortama göre çok daha fazladır. Sürgün sayısında büyüme düzenleyici (BD) × fotoperyot (F) interaksiyonunun önemli olması hormon kombinasyonlarının karanlık ve aydınlık ortamlarda etkisinin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Örneğin, 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA kombinasyonu karanlık ortamında sürgün oluştururken, aynı kombinasyonun aydınlık ortamında sürgün oluşumu gerçekleşmemiştir.

Çizelge 4.14 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün sayıları

Büyüme Düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 Parça	4 Parça	Ort.	2 Parça	4 Parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.16	0.08 d	0.08	0.16	0.12 cd	0.10 B*
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.08	0.04 d	0.41	0.16	0.29 abcd	0.16 B
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.08	-	0.04 d	0.25	0.16	0.20 bcd	0.12 B
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.16	-	0.08 d	0.50	0.83	0.66 ab	0.37 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.33	0.33	0.33 abcd	-	-	-	0.16 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.25	-	0.12 cd	0.91	0.33	0.62 abc	0.37 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	-	-	-	0.25	0.50	0.37 abcd	0.18 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	0.25	-	0.12 cd	-	0.25	0.12 cd	0.12 B
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	0.66	0.91	0.79 a	0.39 A
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	-	0.50	0.25 bcd	0.12 B
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.16	-	0.08 d	0.33	0.33	0.33 abcd	0.20 AB
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.08	0.33	0.20 bcd	-	0.33	0.16 bcd	0.18 AB
Ortalama	0.11	0.07	0.09 B	0.28	0.37	0.32 A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit
*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark (0.05) yoktur.

Hormon kombinasyonları arasında en yüksek sürgün sayısı 0.39 adet ile 2 mg l⁻¹ BAP+0.05 mg l⁻¹ IBA hormon kombinasyonundan alınmıştır. Ortam ve hormon kombinasyonlarına göre en yüksek sürgün sayısı 0.79 adet ile 2 mg l⁻¹ BAP+0.05 mg l⁻¹ IBA uygulamasının karanlık ortamda, en düşük sürgün sayısı 0.04 adet ile aydınlık ortamdaki 1 mg l⁻¹ BAP+1 mg l⁻¹ NAA ve 1 mg l⁻¹ BAP+0.05 mg l⁻¹ IBA uygulamalarından elde edilmiştir. Diğer birçok özellikte olduğu gibi sürgün sayısı bakımından da karanlık ortamda önemli bir artış söz konusudur.

Çizelge 4.15 Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün sayıları

	Büyüme Düzenleyicileri	2 parça	4 parça	Ortalama
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	0.04	0.16	0.10 B
	1 mg l ⁻¹ NAA	0.20	0.12	0.16 B
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.16	0.08	0.12 B
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.33	0.41	0.37 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.16	0.16	0.16 B
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.58	0.16	0.37 A
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	0.12	0.25	0.18 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	0.12	0.12	0.12 B
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.33	0.45	0.39 A
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	0.25	0.12 B
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.25	0.16	0.20 AB
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.04	0.33	0.18 AB
	Ortalama	0.19	0.22	

4.1.6 Sürgün Uzunluğu

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicilerle muamele edilen iki ve dört parçalı soğan eksplantlarında sürgün uzunluklarının varyans analizi Çizelge 4.16'da, sürgün uzunlukları Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de verilmiştir. Varyans analizine göre, sürgün uzunluğu üzerine büyüme düzenleyici (BD) ve fotoperiyot (F) etkisi önemli, eksplant büyüklüğü (EB) etkisi önemsizdir. Ayrıca, BD×F ve BD×F×EB interaksiyonları önemli, BD×EB ve F×EB interaksiyonları önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.16 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün uzunluğunun varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	0.779	0.071	2.09*
Fotoperyot (F)	1	0.346	0.346	10.18*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	0.009	0.009	0.26
BD x F	11	1.506	0.137	4.03*
BD x EB	11	0.705	0.064	1.88
F x EB	1	0.075	0.075	2.21
BD x F x EB	11	0.950	0.086	2.53*
Hata	96	3.289	0.034	
Genel	143	7.659		

*: p<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.17 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında sürgün uzunlukları (mm)

Büyüme Düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 Parça	4 Parça	Ort.	2 Parça	4 Parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.33 abc*	0.16 bc	0.16 abc	0.25 abc	0.20 bc	0.18 B*
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.25 abc	0.12 bc	1.08 abc	0.16 abc	0.62 abc	0.37 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.25 abc	-	0.12 bc	0.83 abc	0.33 abc	0.58 abc	0.35 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.83 abc	-	0.41 abc	1.00 abc	1.68 ab	1.34 a	0.87 A
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.41 abc	1.91 a	1.16 ab	-	-	-	0.58 AB
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.83 abc	-	0.41 abc	1.18 abc	0.33 abc	0.75 abc	0.58 AB
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	-	-	-	0.50 abc	0.66 abc	0.58 abc	0.29 AB
	1 mg l ⁻¹ NAA	0.75 abc	-	0.37 abc	-	0.25 abc	0.12 bc	0.25 AB
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	0.66 abc	0.95 abc	0.81 abc	0.40 AB
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	-	0.47 abc	0.23 abc	0.11 B
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.33 abc	-	0.16 bc	0.41 abc	0.66 abc	0.54 abc	0.35 AB
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.83 abc	0.12 bc	0.47 abc	-	0.83 abc	0.41 abc	0.44 AB
Ortalama	0.35	0.21	0.28 B	0.48	0.55	0.51 A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit
*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistikî olarak önemli fark (0.05) yoktur.

4.1.7 Kök Sayısı

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicilerle muamele edilen iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök sayısına ilişkin verilerin varyans analizi Çizelge 4.19’da, kök sayıları Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları kök sayısı üzerine fotoperyot (F) etkisinin önemli, eksplant büyüklüğü (EB) ve büyüme düzenleyici (BD) etkisinin önemsiz olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, BD×EB, F×BD ve BD×F×EB interaksiyonları önemsiz, BD×F interaksiyonu ise önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.19 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök sayısının varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	0.196	0.018	1.80
Fotoperyot (F)	1	0.188	0.188	18.80*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	0.016	0.016	1.60
BD x F	11	0.229	0.021	2.10*
BD x EB	11	0.183	0.017	1.70
F x EB	1	0.008	0.008	0.80
BD x F x EB	11	0.178	0.016	1.60
Hata	96	0.984	0.010	
Genel	143	1.982		

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.20’den, özellikle aydınlık ortamda, çok sayıda uygulamada kök gelişmesinin olmadığı görülmektedir. Aydınlık ortamda sadece üç uygulamada kök gelişmesi görülürken, karanlık ortamda 14 uygulamada kök gelişmesi gözlenmiştir. Büyüme düzenleyicilerin kök sayısı üzerine etkisi ortamlara göre önemli farklılıklar göstermiş olup, 1 mg l^{-1} BAP+ 0.1 mg l^{-1} IAA hormon kombinasyonunun karanlık ve aydınlık ortamında kök oluşumu gerçekleşmemiştir.

Hormon kombinasyonu etkisi istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte, 1 mg l⁻¹ BAP+ 1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonu 0.37 adet ile en yüksek kök sayısına sahipken, 2 mg l⁻¹ BAP+ 1 mg l⁻¹ IAA hormon kombinasyonu 0.02 adet ile en düşük kök sayısını vermiştir. Çalışmada yer alan tüm uygulamalar içinde en yüksek kök sayısı (1.16 adet) karanlık ortamda 1 mg l⁻¹ BAP+1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonu ile muamele edilen iki parçalı soğan eksplantlarından alınmıştır.

Çizelge 4.20 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök sayıları

Büyüme Düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 Parça	4 Parça	Ort.	2 Parça	4 Parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	-	-	-	0.58	-	0.29 ab	0.14
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	-	-	1.16	0.33	0.75 a	0.37
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.16	-	0.08 b	0.08	-	0.04 b	0.06
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	-	0.50	0.25 ab	0.12
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	-	-	-	-
	1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	0.41	0.16	0.29 ab	0.14
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	0.08	-	0.04 b	-	0.25	0.12 b	0.08
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.08	0.04 b	-	0.33	0.16 b	0.10
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	0.08	-	0.04 b	0.02
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	0.25	0.08	0.16 b	0.08
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	0.16	-	0.08 b	0.04
	1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	0.08	-	0.04 b	0.02
Ortalama	0.02	-	0.01 B	0.23	0.13	0.18 A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit
*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark (0.05) yoktur.

Çizelge 4.21 Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök sayıları

	Büyüme Düzenleyicileri	2 parça	4 parça	Ortalama
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	0.29	-	0.14
	1 mg l ⁻¹ NAA	0.58	0.16	0.37
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.12	-	0.06
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	0.25	0.12
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.20	0.08	0.14
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	0.04	0.12	0.08
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.20	0.10
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.04	-	0.02
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.12	0.04	0.08
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.08	-	0.04
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.04	-	0.02
	Ortalama	0.12	0.07	

4.1.8 Kök Uzunluğu

Karanlık ve aydınlık ortamda farklı kombinasyonda büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında ölçülen kök uzunluğu verilerinin varyans analizi Çizelge 4.22’de, ortalama kök uzunlukları Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24’te verilmiştir. Varyans analizine göre, kök uzunluğu üzerine fotoperiyot (F) etkisinin önemli, eksplant büyüklüğü (EB) ve büyüme düzenleyici (BD) etkisinin önemsiz olduğu görülmektedir. Ayrıca BD×EB ve BD×F×EB interaksiyonları önemli, BD×F ve F×EB interaksiyonları ise önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.22 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen eksplantlarında kök uzunluğunun varyans analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Büyüme düzenleyici (BD)	11	2.662	0.242	1.70
Fotoperyot (F)	1	1.799	1.799	12.67*
Eksplant büyüklüğü (EB)	1	0.002	0.002	0.01
BD x F	11	2.777	0.252	1.77
BD x EB	11	4.110	0.374	2.63*
F x EB	1	0.001	0.001	0.01
BD x F x EB	11	4.101	0.373	2.63*
Hata	96	13.671	0.142	
Genel	143	29.123		

*: $p < 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.23 Karanlık ve aydınlık ortamda farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök uzunlukları (mm)

Büyüme Düzenleyici	16/8 saat aydınlık/karanlık			24 saat karanlık			Ortalama	
	2 Parça	4 Parça	Ort.	2 Parça	4 Parça	Ort.		
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	-	-	-	9.05 a*	-	4.52	2.26
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	-	-	1.44 bc	0.75 bc	1.09	0.54
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	0.08 bc	-	0.04	0.02
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	-	5.04 ab	2.52	1.26
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	-	-	-	-
	1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	0.20 bc	0.45 bc	0.33	0.16
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	0.08 bc	-	0.04	-	2.75 abc	1.37	0.70
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.41 bc	0.20	-	0.41 bc	0.20	0.20
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	0.12 bc	-	0.06	0.03
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	-	-	0.29 bc	0.50 bc	0.39	0.19
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	0.16 bc	-	0.08	0.04
	1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-	0.16 bc	-	0.08	0.04
Ortalama	-	0.03	0.02 B	0.96	0.82	0.89 A		

BAP:6-Benzilaminopurin; NAA: Naftalin Asetik Asit; IBA: İndol-3-Bütirik Asit; IAA: İndol-3-Asetik Asit
*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli fark (0.05) yoktur.

Çalışmada, özellikle aydınlık ortamda daha fazla olmak üzere, bazı hormon kombinasyonlarında kök oluşumu gözlenmediği için bu kombinasyonlarda kök uzunluğu verileri alınamamıştır. Büyüme düzenleyicileri istatistiki olarak önemli etki göstermemiş olmakla birlikte, 1 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonu 2.26 mm ile kök uzunluğunda ilk sırada yer almıştır. Diğer özelliklerde olduğu gibi, karanlık ortamda ortalama kök uzunluğu (0.89 mm) aydınlık ortama (0.02 mm) göre çok daha yüksek olmuştur. Etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte, iki parçalı eksplantlardan 0.48 mm, dört parçalı eksplantlardan 0.43 mm uzunluğa sahip kökler ölçülmüştür.

Çizelge 4.24 Farklı büyüme düzenleyicileri uygulanan iki ve dört parçalı kardelen soğan eksplantlarında kök uzunlukları

	Büyüme Düzenleyicileri	2 parça	4 parça	Ortalama
1 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	4.52 a	-	2.26
	1 mg l ⁻¹ NAA	0.72 ab	0.37 ab	0.54
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.04 b	-	0.02
	2 mg l ⁻¹ IBA	-	2.52 ab	1.26
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	-	-	-
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.10 b	0.22 ab	0.16
2 mg l ⁻¹ BAP	0.1 mg l ⁻¹ NAA	0.04 b	1.37 ab	0.70
	1 mg l ⁻¹ NAA	-	0.41 ab	0.20
	0.05 mg l ⁻¹ IBA	0.06 b	-	0.03
	2 mg l ⁻¹ IBA	0.14 b	0.25 ab	0.19
	0.1 mg l ⁻¹ IAA	0.08 b	-	0.04
	1 mg l ⁻¹ IAA	0.08 b	-	0.04
	Ortalama	0.48	0.43	

4.2 Yaprak Eksplanti

In vitro koşullardaki soğanlardan elde edilen yaprak eksplantları BA'nın (1 mg l^{-1}) farklı NAA, IAA ve IBA dozlarıyla (0.1 mg l^{-1} , 0.5 mg l^{-1} , 1 mg l^{-1}) kombinasyonunu içeren MS besi ortamında kültüre alınarak kallus oluşumu ve soğancık rejenerasyonu üzerine etkileri incelenmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25 Karadeniz kardeleni yaprak eksplantlarında kallus oluşumu ve soğancık rejenerasyonu

Besin Ortamı	Kallus Oluşum Oranı (%)	Soğancık Sayısı	Soğancık Oluşum Oranı (%)
1 mg l^{-1} BA+ 0.1 mg l^{-1} NAA	100	6.33	33.34
1 mg l^{-1} BA+ 0.5 mg l^{-1} NAA	100	1.66	25.00
1 mg l^{-1} BA+ 1 mg l^{-1} NAA	33	0	0
1 mg l^{-1} BA+ 0.1 mg l^{-1} IAA	0	0	0
1 mg l^{-1} BA+ 0.5 mg l^{-1} IAA	0	0	0
1 mg l^{-1} BA+ 1 mg l^{-1} IAA	0	0	0
1 mg l^{-1} BA+ 0.1 mg l^{-1} IBA	0	0	0
1 mg l^{-1} BA+ 0.5 mg l^{-1} IBA	0	0	0
1 mg l^{-1} BA+ 1 mg l^{-1} IBA	0	0	0

Çalışmada yer alan hormon kombinasyonları arasında sadece 1 mg l^{-1} BA+ 0.1 mg l^{-1} NAA ve 1 mg l^{-1} BA+ 0.5 mg l^{-1} NAA hormon kombinasyonlarında %100 kallus oluşumu görülmüştür. Bu kombinasyonlarda soğancık sayısı (sırasıyla 6.33 ve 1.66 adet) ve soğancık oluşum yüzdesi (sırasıyla %33.34 ve 25.00) diğer uygulamalara göre çok daha fazladır. Diğer taraftan, %33 oranında kallus oluşumu görülen 1 mg l^{-1} BA+ 1 mg l^{-1} NAA hormon kombinasyonundan hiç soğancık elde edilememiştir. Ayrıca IAA ve IBA uygulamalarında hiçbir şekilde kallus oluşumu ve soğancık gelişmesi görülmemiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Tartışma

Doğal ortamdan soğanlarının sökülmesi ve hayat döngülerinin nispeten uzun olması nedeniyle, kardelen gibi soğanlı ve yumrulu bitki türlerinin doğadaki popülasyonları giderek azalmaktadır. Doğal ortamında tohum veya yeni soğancık oluşumu yoluyla çoğalan kardelende yeni olgun bir soğan oluşumu için 3-4 yıl gibi bir zaman geçmesi gerekmektedir (Yüzbaşıoğlu ve Dalyan, 2017). Bu yüzden, nesli azalmakta olan bu türlerin üretimine yönelik hızlı ve kolay çoğaltım yöntemlerine gerek duyulmaktadır (Aksu ve Çelikel, 2003). Bu bağlamda son yıllarda soğanlı ve yumrulu bitkilerin üretimine yönelik araştırmalarda *in vitro* tekniklere olan ilginin arttığı görülmektedir (Daneshvar-Royandazagh ve ark., 2014; Çığ ve Başdoğan 2015; Özdemir ve ark., 2016; Şahinalp, 2017; Cengiz, 2019; Kahraman, 2020).

Soğanlı bitkilerdeki doku kültürü çalışmalarında soğancık oluşumu üzerine bitki türü, büyüme düzenleyici çeşidi ve konsantrasyonu, eksplant tipi, fotoperyot, sıcaklık ve besi ortamının bileşimi gibi çok sayıda faktör etkili olmaktadır (Kalyoncu, 2007; Altuntaş, 2014; Uzun ve ark., 2016; Akyüz, 2018; Cengiz, 2019). Bitki büyüme düzenleyicilerin çeşidi ve konsantrasyonu, eksplant tipi ve fotoperyot etkisi en fazla olan faktörler olarak dikkati çekmektedir (Zencirkıran ve Mengüç, 2004; Khanokdari ve ark., 2020). Geofitlerde yürütülen *in vitro* çalışmalarda BAP, KIN, NAA (veya KNA), TDZ, 2,4-D, IBA ve IAA gibi bitki büyüme düzenleyicilerin farklı dozlarda kombineli olarak kullanıldığı görülmektedir (Karaoğlu, 2008; Gürlek, 2011; Uzun ve ark., 2016; Kandemir, 2020; Öztürk, 2021).

Bitki büyüme düzenleyici tipi ve dozu, fotoperyot ve eksplant büyüklüğü arasındaki interaksiyonların bazı özelliklerde önemli çıkması, bunların etkilerinin birbirinden bağımsız olmadığını ifade etmektedir. Nitekim önemli çıkan BDxF ve BDxEB interaksiyonları bitki büyüme düzenleyicilerin etkisinin ortamın aydınlık/karanlık veya tamamen karanlık olması ve eksplant büyüklüğüne göre farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Soğancık sayısı, soğancık çapı ve soğancık ağırlığı başta olmak üzere özelliklerin büyük bir kısmında karanlık ortamın olumlu yöndeki artırıcı etkisi, NAA uygulamalarına göre, IAA ve IBA ilave edilen kültürlerde daha belirgindir. Diğer taraftan, özelliklerin çoğunluğunda aydınlık ortamda (16/8 saat

aydınlık/karanlık) iki parçalı eksplantlardan daha yüksek değerler alınırken, karanlık ortamda dört parçalı eksplantlardan elde edilen veriler daha yüksek olmuştur.

Araştırmamızda eksplant büyüklüğünün (iki ve dört parçalı) incelenen hiçbir özellikte önemli etkisinin olmadığı ancak birçok özellikte BDxEB ve FxEB interaksyonlarının önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte *Galanthus ikariae* ve *Galanthus transcaucasicus* türlerindeki araştırmalarda eksplant başına en fazla soğancık sayısı ve soğancık çapının dikey olarak dört eşit parçaya bölünmüş soğan eksplantlarından alındığı bildirilmektedir (Tıprıdamaz ve ark., 1999; Babashpour-Asl ve ark., 2016). Diğer taraftan, çalışmamızda elde edilen bulgulara benzer şekilde Altuntaş (2014) *S. fischeriana* bitkisinde eksplant büyüklüğü ile bitki büyüme düzenleyiciler arasındaki interaksyonların önemli olduğunu, eksplant büyüklüğüne göre büyüme düzenleyicilerin etkilerinin değiştiğini bildirmektedir.

Çalışmamızda BAP'ın NAA, IBA ve IAA ile oluşturduğu bitki büyüme düzenleyici kombinasyonlarının tamamında ikili soğan pulu eksplantlarında soğancık oluşumu görülürken, *in vitro* kaynaklı yaprak eksplantlarında sadece 1 mg l⁻¹ BA+0.1 mg l⁻¹ NAA ve 1 mg l⁻¹ BA+0.5 mg l⁻¹ NAA uygulanan kültürlerde gerçekleşmiştir. Yaprak eksplantında BAP'ın IBA ve IAA ile oluşturduğu kombinasyonların hiçbirinde kallus ve soğancık gelişimi olmamıştır. Çakırlar ve ark. (1994) tarafından *Galanthus elwesii* ve *Galanthus ikariae* türlerinde üç eksplant kaynağı (soğan, yaprak, çiçek sapı) kullanılarak yürütülen bir çalışmada, en uygun eksplant kaynağının soğan olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, soğan eksplantlarında bakteri ve fungus bulaşması görülmesinden dolayı (Özdemir ve ark., 2016), Toros kardeleni (*Galanthus elwesii* Hook f.) ile yapılan bazı çalışmalarda tohumlardan elde edilen olgunlaşmamış embriyoları eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır (Mirici ve ark., 2005; Nasırcılar ve Karagüzel, 2006). Tıprıdamaz ve ark., (1999) Karadeniz kardeleninde soğanların dört parçaya ayrılmasıyla elde edilen eksplantlardan oluşan soğancık sayısının soğan pul yaprağı eksplantında göre daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, bir soğandan hazırlanan soğan pul yaprağı eksplantı sayısı daha fazla ve soğancık kalitesi yüksek olduğu için soğan pul yaprağının daha iyi eksplant olduğunu bildirmektedirler. Literatürde soğan pul yapraklarının soğanlı bitkilerde *in vitro* soğancık oluşumunda daha uygun eksplant

kaynağı olduğunu gösteren çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Tilly-Mandy ve ark., 2006; Daneshvar-Royandazagh ve ark., 2014; Resetár ve ark., 2014).

Soğanlı bitkilerde büyüme düzenleyiciler tek başlarına kullanıldıklarında soğancık oluşumu üzerine etkileri düşük olabilmekte, birkaç tanesi birlikte kullanıldıklarında etkileri artmaktadır (Altuntaş, 2014; Daneshvar-Royandazagh ve ark., 2014; Akyüz, 2018). Literatür bildirimlerine göre, kardelende soğancık oluşumu için yapılan çalışmalarda genellikle benzil amino purin (BAP) ve naftalen asetik asit (NAA) içeren farklı bitkisel hormon kombinasyonları kullanılmıştır (Tıprıdamaz ve ark. 1999; Staikidou ve ark., 2006; Nasırcılar ve Karagüzel, 2006).

Bitki büyüme düzenleyicilerin soğancık sayısı üzerine etkisi farklı oranlarda olup uygulanan tüm hormon kombinasyonlarında soğancık oluşumu gerçekleşmiştir. Karadeniz kardeleninde en yüksek soğancık sayısı 2 mg l⁻¹ BAP + 0.1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonu içeren MS ortamından alınmıştır. Çalışmamızda hormon ortalamalarına göre 1 mg l⁻¹ BAP + 0.1 mg l⁻¹ NAA kombinasyonundan 1.72 soğancık elde edilirken, 2 mg l⁻¹ BAP + 0.1 mg l⁻¹ NAA hormon kombinasyonundan %36.76 daha fazla (2.72 adet) soğancık elde edilmiştir. Ayrıca, kardelen soğan pulu eksplantından elde edilen soğancıklarda en yüksek köklenme oranı NAA içeren MS ortamından alınmıştır. Benzer şekilde, *in vitro*da elde edilen yaprak eksplantlarında kallus ve soğancık oluşumu sadece BAP ve NAA'yı birlikte içeren MS ortamından alınmıştır. Kardelende sitokinin olarak BAP ve oksin kaynağı olarak NAA kullanımının soğancık oluşumu üzerine etkisinin daha yüksek olduğunu ileri süren Yüzbaşı ve Dalyan (2017), en yüksek soğancık sayısını 1 mg l⁻¹ BAP ve 0.1 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamından elde ettiklerini bildirmektedirler. Tıprıdamaz (2003), *in vitro* koşullarda *G. ikarie* soğancıklarında en yüksek köklenme oranının NAA içeren MS ortamından alındığını rapor etmiştir. Benzer şekilde, *G. nivalis* türünde oksin tipinin çok önemli bir rolü olduğu ve özellikle tek başına veya IAA ile birlikte yüksek dozdaki NAA uygulamalarında soğancık oluşumunun teşvik edildiği ileri sürülmektedir (Resetár ve ark., 2014). Buna karşılık Zencirkıran ve Mengüç (2004), *G. elwesii* türünde oksin olarak KNA ve IAA'ya göre IBA'nın daha uygun olduğunu bildirmektedirler. *G. transcaucasicus* türünde yürütülen bir çalışmada ise en yüksek soğancık sayısı 2.0 mg l⁻¹ BAP ve 2.0 mg l⁻¹ IBA içeren MS ortamındaki eksplantlardan alınmıştır (Babashpour-Asl ve ark., 2016).

Işık, doku kültürü çalışmalarında en önemli çevresel faktörlerden birisi olup, etkisi eksplant kaynağına göre farklı olabilmektedir. Geofitlerde bitkilerin fotoperiyoda tepkisi genellikle üç şekilde olabilmektedir; 1) karanlık soğan-yumru gelişimini engeller, 2) karanlık soğan-yumru gelişimini teşvik eder ve 3) soğan-yumru gelişimi için ışık ve karanlığa ihtiyaç vardır (Ascough ve ark., 2008). Çalışmamızda, karanlık ve aydınlık ortamlardan alınan bulgular karşılaştırıldığında, incelenen tüm özelliklerde aydınlık ortama göre karanlık ortamda çok önemli artışlar olduğu görülmektedir. Karanlık ortamda, 16/8 saat aydınlık/karanlık ortama göre, soğancık sayısı %28.22 artarken, soğancık çapı, çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı ve soğancık ağırlığındaki artışlar sırasıyla %40.20, %57.33 ve %23.28 olmuştur. Sürekli karanlıkta tutulan eksplantların %79.17 ve %58.33'ünde sürgün ve kök gelişmesi görülürken, 16/8 saat aydınlık/karanlıktaki eksplantların sadece %45.83'ünde sürgün, %12.50'inde kök gelişmesi gerçekleşmiştir.

Literatürde kardelende *in vitro* karanlık ortamda yürütülen bir çalışmaya rastlanılmadığı için, bizim çalışmamızdan elde edilen verilerin literatür bulgularıyla karşılaştırılmalı değerlendirilmesini yapmak mümkün olamamıştır. Soğanlı bir bitki olan *Eucomis zambesiaca* Baker türünde karanlık ortamın soğancık oluşumunu engellediği ve en yüksek soğancık sayısının 8 saatlik ışık şartlarında alındığı bildirilmektedir (Cheesman ve ark., 2010). Buna karşılık, *Hyacinthus orientalis* türünde sürekli karanlık soğancık oluşumunu teşvik ederek soğancık sayısı ve çapını artırmıştır (Economou ve Read, 1987). *Amaryllidaceae* familyasından soğanlı bir bitki olan *Narcissus tazetta* L. türündeki bir çalışmada (Khonakdari ve ark., 2020), ışık uygulamasının (16/8 saat aydınlık/karanlık) karanlık uygulamasına (24 saat karanlık) göre soğancık ve yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve galantamin miktarını önemli ölçüde artırdığı bildirilmektedirler. Benzer şekilde fotoperiyot uygulamasının geofitlerde soğancık oluşumunu teşvik ettiğini gösteren bazı araştırma sonuçları da bulunmaktadır (Cheesman ve ark., 2010; Rice ve ark., 2011). Buna karşılık, *Hyacinthus orientalis* (Kim ve ark., 1981) ve *Lilium longiflorum* (Kumar ve ark., 2006) türlerinde, bizim çalışmamızdan alınan bulguları destekler mahiyette, en yüksek soğancık sayısının tamamen karanlık ortamda tutulan eksplantlardan alındığı bildirilmektedir. Araştırma sonuçları arasındaki farklılıklar bitki türü, genotip, kullanılan bitki büyüme düzenleyici ve eksplant tipi gibi çeşitli faktörlerden

kaynaklanabilir. Bununla birlikte, fotoperyot uygulamasının kardelende ve diğer geofitlerde soğancık oluşumu üzerine etkisini tam olarak ortaya koyabilmek için yeni araştırmaların yürütülmesi faydalı olabilir.

5.2 Sonuç ve Öneriler

Bu tez çalışmasında esas olarak eksplant kaynağı olarak ikili soğan pulları kullanılan Karadeniz kardeleninde (*Galanthus woronowii*) eksplant büyüklüğü (iki ve dört parçalı), fotoperyot (16/8 saat aydınlık/karanlık ve 24 saat karanlık) ve farklı dozlarda bitki büyüme düzenleyicilerin (BAP, NAA, IBA ve IAA) soğancık gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Soğan pulu eksplantlarında soğancık sayısı, soğancık çapı, soğancık ağırlığı, sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, bitki büyüme düzenleyicilerin *in vitro* ortamda elde edilen yaprak eksplantlarında kallus oluşumu ve soğancık gelişimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışma, Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Doku Kültürü Laboratuvarında yürütülmüş ve materyal olarak Karadeniz kardeleni (*Galanthus wooronowii*) soğan ve yaprakları kullanılmıştır.

Deneme metoduna uygun olarak yapılan varyans analizi çift soğan pulu eksplantında fotoperyot uygulamasının çalışmada incelenen bütün özelliklerde önemli farklılıklara yol açtığını fakat eksplant büyüklüğü etkisinin hiç bir özellikte önemli olmadığını ortaya koymuştur. Farklı dozlarda uygulanan bitki büyüme düzenleyicileri soğancık sayısı, soğancık çapı, soğancık ağırlığı, sürgün sayısı ve sürgün uzunluğunda önemli farklılıklara yol açarken, kök sayısı ve kök uzunluğunda önemli etki göstermemiştir. Ayrıca, ikili (BDxF, BDxEB ve FxEB) ve üçlü interaksiyonlar (BDxFxEB) incelenen bazı özelliklerde önemli, diğer bazılarında ise önemsiz olmuştur.

Fotoperyot uygulaması (16/8 saat aydınlık/karanlık ve 24 saat karanlık) çalışılan bütün özelliklerde önemli farklılıklara yol açmış olup, karanlık ortamdaki çok daha yüksek veriler elde edilmiştir. Aydınlık ortama göre, karanlık ortamda soğancık sayısında %28.22, soğancık çapında %40.20, çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısında %57.33 ve soğancık ağırlığında %23.28'lik artışlar gerçekleşmiştir. Diğer taraftan, 16/8 saat aydınlık/karanlık ortamda tutulan iki ve dört parçalı eksplantların %45.83'ünde sürgün, %12.50'sinde kök gelişmesi

görülürken, 24 saat karanlıkta tutulan eksplantların %79.17'sinde sürgün, %58.33'ünde kök gelişmesi gözlenmiştir. Aydınlik ortamda iki parçalı, karanlık ortamda dört parçalı eksplantların soğancık sayıları, soğancık çapları ve soğancık ağırlıkları daha yüksektir.

Araştırmada, en yüksek soğancık sayısı (4.83) ve çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı (2.75) 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA ilave edilen MS ortamında 24 saat karanlıkta tutulan dört parçalı eksplantlardan elde edilmiştir. Buna karşılık, soğancık çapı (4.54 mm) ve soğancık ağırlığında (63.33 mg) en yüksek değerler sırasıyla 1 mg l⁻¹ BAP+1 mg l⁻¹ IAA ve 1 mg l⁻¹ BAP+1 mg l⁻¹ IBA uygulanan ve yine MS ortamında karanlıkta tutulan dört parçalı eksplantlardan alınmıştır.

*In vitro*da üretilen yaprak eksplantının kullanıldığı çalışmada, sadece BAP'ın NAA ile oluşturduğu kombinasyonlarda kallus oluşumu ve soğancık gelişmesi görülmüş, buna karşılık BAP'ın IBA ve IAA ile birlikte uygulandığı kültürlerde kallus ve soğancık gelişimi olmamıştır. Nitekim 1 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA ve 1 mg l⁻¹ BAP+0.5 mg l⁻¹ NAA uygulanan MS ortamındaki eksplantlarda kallus oluşum oranı %100 olurken, soğancık oluşum oranı sırasıyla %33.34 ve %25.00 olmuştur.

Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre, Karadeniz kardeleninde ikili soğan pullarının, *in vitro*da üretilen yapraklara göre, daha uygun eksplantlar olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, ikili soğan pulu eksplantının iki veya dört parçalı olması incelenen hiçbir özelliğe önemli farklılıklara yol açmamıştır. Buna karşılık, 24 saat karanlık uygulamasıyla, 16/8 saat aydınlık/karanlık uygulamasına göre çalışılan bütün özelliklerde çok önemli artışlar olmuştur. Çalışmada en yüksek soğancık sayısı (4.83) ve çapı 5 mm ve üzerinde olan soğancık sayısı (2.75) 2 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ NAA ilave edilen MS ortamında 24 saat karanlıkta tutulan dört parçalı eksplantlardan elde edilmiştir. Sonuç olarak, Karadeniz kardeleni (*Galanthus woronowii*) türünde yürütülecek *in vitro* çalışmalarda eksplant kaynağı olarak ikili soğan pullarının ve sürekli karanlık uygulamasının kullanılması önerilebilir. Bununla birlikte, fotoperyot uygulamasının kardeleninde soğancık oluşumu üzerine etkisini tam olarak ortaya koyabilmek için yeni araştırmaların yürütülmesi faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, MA., Kara, ŞM., Aygün, A., Özcan, MM. & Ay, EB. (2019). Effects of methyl jasmonate and salicylic acid on production of camphor and phenolic compounds in cell suspension culture of endemic turkish yarrow (*Achillea gypsicola*) species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43, 351-359.
- Aksu, E., Eren, K. & Kaya, E. (2002). İhracatı yapılan doğal çiçek soğanları. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 84, 39.
- Aksu, E. & Celikel, FG. (2003). The effect of initial bulb size on snowdrop (*Galanthus elwesii* Hook f.) bulb propagation by chipping. *Acta. Hort*, 598, 69-71.
- Akyüz, E. (2018). Bazı *Fritillaria* türlerinde *in vitro* soğancık üretimi ve dış koşullara alıştırma çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Altan, S. (1985). *Galanthus elwesii* Hook'nin (Kardelen) Pozantı koşullarında çoğalması ve sökümden etkilenmesi üzerine bir araştırma. *Doğa Bilim Dergisi*, D2 9(2), 155-166.
- Altan, T., Altan, S., Altunkasa, F., Yücel M., Sirel, B. (1990). Toros dağlarında doğal olarak yetişen bazı geofitlerin potansiyeli, sökümden etkilenmeleri ve üretim olanakları üzerinde bir araştırma. TÜBİTAK-TOAG 552 Nolu Proje Kesin Raporu, Adana.
- Altuntaş, Ç. (2014). *Sternbergia fischeriana* (Herbert) rupr'nın *in vitro* mikroçoğaltımı. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır.
- Anonim, (2004). Doğal Çiçek Soğanları Sökümü, Üretimi ve Ticaretine İlişkin Yönetmelik, T. B. TÜGEM, Ankara.
- Arslan, N., Koyuncu, M. & Ekim, T. (1997). Commercial propagation of snowdrops (*Galanthus elwesii* Hook.) in different environments. *Acta Horticulturae*, 430, 743-746.
- Arslan, N., Sarihan, EO. & Gümüşçü, A. (2002). Farklı yörelerden toplanan kardelenlerin (*Galanthus elwesii* Hook.) kültüre elverişlilikleri üzerine araştırmalar. II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, 22-24 Ekim, Antalya.
- Asadi, N., Zarei, H., Hashemi-Petroudi, SH. & Mousavizadeh, SJ. (2021). Micropropagation and assessment of somaclonal variation in *Galanthus transcaucasicus* *in vitro* plantlets. *Ornamental Horticulture*, 27, 505-515.
- Ascough, GD., Erwin, JE. & Van Staden, J. (2008). *In vitro* storage organ formation of ornamental geophytes. *Horticultural Reviews* 34, 417-445.
- Atay, S. (1996). Soğanlı bitkiler; Türkiye'den ihracatı yapılan türlerin tanıtım ve üretim rehberi. Doğal Hayatı Koruma Derneği Yayınları, İstanbul, 7-11- 12-13-16-18-26-51-52-53.
- Ay, EB. (2019). Farklı fosfor ve çinko dozları uygulanan kardelende (*Galanthus elwesii* Hook.) fenolik bileşikler, alkaloid içeriği ve antioksidan aktivitenin

bitki organlarına ve gelişme dönemlerine göre değişimi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.

- Ay EB., Gül M., Açıkgöz MA., Yarılgaç, T. & Kara SM. (2018). Assessment of antioxidant activity of giant snowdrop (*Galanthus elwesii* Hook) extracts with their total phenol and flavonoid contents. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51 (4S), 128-132.
- Babashpour-Asl, M., Movafeghi, A. & Zare, K. (2016). *In vitro* production of bulblet in *Galanthus transcaucasicus* Fomin, an endangered medicinal plant. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 6(2), 1-8.
- Babashpour-Asl, M., Zakizadeh, H., Nazemiyeh, H. & Motallebi-Azar, A. (2016). *In vitro* micropropagation and alkaloid production of *Galanthus transcaucasicus* Fomin. *Pharmaceutical Sciences*, 22(4), 267-271.
- Baboğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. (2001). Bitki biyoteknolojisi doku kültürü ve uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya, 374s.
- Bach, A., Pawlowska, B. & Hura, K. (2010). The effect of the exogenous phenolic compound, caffeic acid on organogenesis of *Galanthus elwesii* Hook. cultured in vitro. *Biotechnologia*, 2, 139-145.
- Baktır, İ. (1996). Kardelenin (*Galanthus elwesii*) yetiştirme ortamında soğandan çoğaltılması üzerine bir araştırma. Akdeniz Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi* 9, 342- 346.
- Baktır, İ., Tezcan, Ö. & Kaynakçı, Z. (1997). Geofitlerin çevre değerleri açısından önemi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1), 408-413.
- Baytop, T. (1997). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Dil Kurumu Yayınları, No:578, Ankara.
- Bores, G. & Kosley, R. (1996). Galanthamine derivatives for the treatment of Alzheimer's disease. *Drugs Future*, 21(6), 621-635.
- Cengiz, Ö. (2019). *Cyclamen coum* ve *Cyclamen persicum*'da farklı büyüme düzenleyicileri, eksplant tipleri ve genotipin organogenesis üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Cheesman, L., Finnie, J. & Van Staden, J. (2010). *Eucomis zambesiaca* Baker: factors affecting *in vitro* bulblet induction. *S Afr J Bot*, 76(3), 543-549.
- Çakırlar, H., Tıprıdamaz, R., Ellialtıoğlu, Ş. (1994). Türkiye'de ticari değeri olan *Galanthus* (*Galanthus elwesii* Hooker Fil. ve *Galanthus ikariae* Baker.) türlerinin doku kültürü yoluyla üretimi. TÜBİTAK projesi TBGAG-19/A.
- Çığ, A. & Başdoğan, G. (2015). *In vitro* propagation techniques for some geophyte ornamental plants with high economic value. *International Journal of Secondary Metabolite*, 2(1), 27-49.
- Daneshvar-Royandazagh, S., Pehlivan, EC., Teykin, EE. & Çiftçi, HS. (2014). *Lilium candidum* L."da *in vitro* mikroçoğaltım ile kozmetik sanayisine ham madde temini. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2, 1911-1916.

- Davis, PA. (2000). A Botanical Magazine Monograph; The Genus *Galanthus*. Edits. Mathew, B. The Royal Botanic Gardens Kew –Timber Press, Oregon, 54-69.
- De Klerk, GJ. (2012). Micropropagation of Bulbous Crops: Technology and Present State. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 6(1), 1-8.
- Demir, A. (2010). Türkiye’de kardelen ticareti ve politik yaklaşımlar. *Biological Diversity and Conservation*, 3(3), 111-120.
- Economou, AS. & Read, PE. (1987). Light treatments to improve efficiency of *in vitro* propagation systems. *HortScience*, 22, 751–754.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Güner, A., Erik, S., Yıldız, B., & Vural, M. (1991). Türkiye’nin ekonomik değer taşıyan geofitleri üzerinde taksonomik ve ekolojik araştırmalar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ekim, T., Arslan, N. & Koyuncu, M. (1992). Exported flower bulbs from Turkey and measurements taken. *Acta Horticulturae*, 325, 861-865.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. & Adıgüzel, N. (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Ankara.
- Entwistle, A., Atay, S. Byfield, A. & Oldfield, S. (2002). Alternatives for the bulb trade from Turkey: a case study of indigenous bulb propagation. *Oryx*, 36, 33-341.
- Grunewald, W., Noorden, GV., Isterdael, GV., Beeckman, T., Gheysen, G. & Mathesius, U. (2009). Manipulation of auxin transport in plant roots during Rhizobium symbiosis and nematode parasitism. *The Plant Cell*, 21, 2553–2562.
- Güleryüz, M. (1982). Bahçe ziraatında büyütücü ve engelleyici maddelerin kullanılması ve önemi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 279.
- Gürlek, D. (2011). *Fritillaria imperialis* L. ve *Fritillaria persica* L. türlerinde *in vitro* soğancık üretimi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Gürsan, D. (2014). Bazı zambak (*Lilium spp.*) türlerinin *in vitro* çoğaltımı. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.
- Hartman, HT. & Kester, DE. (1975). Plant propagation- Principles and Practices. PrenticeHall.Inc., New Jersey.
- Heinrich, M. & Teoh, HL. (2004). Galanthamine from snowdrop--the development of a modern drug against Alzheimer's disease from local Caucasian knowledge. *J Ethnopharmacol*, 92(2-3),147-162.
- Kahraman, Ö. & Özzambak, ME. (2015). Farklı yetiştirme ortamlarının Toros kardeleni (*Galanthus elwesii* Hook.)’nin soğan performansı üzerine etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 109–114.
- Kahraman, O. (2020). Use of sucrose in propagation of snowdrop bulb. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Science*, 30(2), 379-385.

- Kalyoncu, DD. (2007). Bazı Yabani *Tulipa* türlerinde *in vitro* soğancık üretimi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Kandemir, H. (2020). Farklı Nergis türlerinde (*Narcissus spp.*) *in vitro* soğancık oluşumu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı, İzmir.
- Karaoğlu, C. (2008). Bazı *Sternbergia* türlerinde doku kültürleriyle soğancık üretimi ve dış koşullara alıştırılması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Karaoğlu, C. (2010). Soğanlı bitkiler ve *in vitro* hızlı çoğaltım. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 19(1-2), 24-29.
- Kaynak, L. & Ersoy, N. (1997). Bitki büyüme düzenleyicilerinin genel özellikleri ve kullanım alanları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10, 223-236.
- Khonakdari, MR., Rezadoost, H., Heydari, R. & Mirja, MH. (2020). Effect of photoperiod and plant growth regulators on *in vitro* mass bulblet proliferation of *Narcissus tazetta* L. (*Amaryllidaceae*), a potential source of galantamine. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 142, 187–199.
- Kızıl, S. Sesiz, U., Khawar, KM. & Arslan, N. (2013). Endemik *Fritillaria aurea* Schott'un *in vitro* çoğaltımı üzerine çalışmalar. V. Süs Bitkileri Kongresi, 6-9 Mayıs, Yalova.
- Kikodze, D. (2008). Assessing harvest levels for *Galanthus woronowii* Losinsk. in Georgia and the challenge of producing a non-determent finding. NDF Workshop Case Studies WG 4-Geophytes and Epiphytes Case Study 2, Mexico.
- Kim, Y., Hasegawa, P. & Bressan, R. (1981). *In vitro* propagation of hyacinth (*Hyacinthus orientalis*). *HortScience*, 16, 645–647.
- Koyuncu, M. & Ekim, T. (1984). Türkiye'nin ihraç ettiği geofitler ve bunların ekonomik önemi. V. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Tebliği, Ankara.
- Kumar S., Kanwar, J. & Sharma, D. (2006). *In vitro* propagation of *Lilium*. *Adv Horti Sci*, 20(2), 181–188.
- Küplemez, H. & Yıldırım, MU. (2020). Effects of cytokinin and auxin on plant development and vascular tissues in *Lens culinaris*. *Commagene Journal of Biology*, 4(1), 16-21.
- Matskiv, A., Rybalko, AA. & Rybalko, A. E. (2014). *In vitro* propagation of rare bulbous plants of the Sochi Ccoast: *Ssilis*, *Muscari* and *Galanthus*. *Journal of Information, Intelligence and Knowledge*, 6(1), 111-117.
- Mirici, S., Parmaksız, İ., Özcan, S., Sancak, C., Uranbey, S., Sarihan, E.O., Gümüşçü, A., Gürbüz, B. & Arslan, N. (2005). Efficient *in vitro* bulblet regeneration from immature embryos of endangered *Sternbegia fischeriana*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 80, 239- 246.
- Nasırcılar, AG. & Karagüzel, Ö. (2006). *Galanthus elwesii* Hook. bitkisinin olgunlaşmamış embriyolarından *in vitro* soğan üretimi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 159-164.

- Omamor, IB., Asemota, AO., Eke, CR. & Ezia, EI. (2007). Fungal contaminants of the oil palm tissue culture in Nigerian institute for oil palm research (NIFOR). *African Journal of Agricultural Research*, 2, 534-537.
- Özdemir, FA., Yıldırım, MU, Kahriz MP. & Kılıç, Ö. (2016). *In vitro* bulblet regeneration from *Scilla Siberica* Haw. subsp. *armena* (Grossh.) mordak peduncle. *Propagation of Ornamental Plants*, 16(1), 14-18.
- Özhatay, N. (2002). Diversity of bulbous monocots in Turkey with special reference: Chromosome Numbers. *Pure and Applied Chemistry*, 74 (4), 547–555.
- Özhatay, N., Byfield, A. & Atay, S. (2005a). Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı. WWF Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı Yayını, İstanbul.
- Özhatay, N., Byfield, A. & Atay, S. (2005b). Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı. WWF- Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) Yayınları, İstanbul, 13-18-23-408.
- Özhatay, N., Akalın, E., Güler, N., Ersoy, H., Yeşil, Y. & Demirci, S. (2013). Floristic richness and conservation priority sites in the northwest of European Turkey: Mt Yıldız-Kırklareli. *Phytologia Balcanica*, 19 (1), 77-88.
- Öztürk, G. (2021). Kardelenin (*Galanthus woronowii*) *in vitro* rejenerasyonu. *MAS Journal of Applied Sciences* 6(4), 1027–1033.
- Resetár, A., Demeter, Z., Ficsor, E., Balázs, A., Mosolygó, A., Szőke, E., Gonda, S., Papp, L., Surányi, G. & Máthé, C. (2014). Growth regulator requirement for *in vitro* embryogenic cultures of snowdrop (*Galanthus nivalis* L.) suitable for germplasm preservation. *Acta Biologica Hungarica*, 65(2), 165–177.
- Resmî Gazete. (2021). Doğal çiçek soğanlarının 2022 yılı ihracat listesi hakkında tebliğ (tebliğ no: 2021/46). Resmî Gazete, Sayı:31706, 31 Aralık.
- Rice, L., Finnie, J. & Van Staden, J. (2011). *In vitro* bulblet production of *Brunsvigia undulata* from twin-scales. *S Afr J Bot*, 77(2), 305–312.
- Savona, M., Ruffoni, B., Bach, A., Warloch, M., Carli, S. & Profumo, P. (2002). First results on *in vitro* culture of *Galanthus elwesii* Hook. In Atti VI Giornate Scientifiche SOI-Workshop, Italy.
- Seyidoğlu, N. (2009). Bazı doğal geofitlerin peyzaj düzenlemelerinde kullanımını ve üretimi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İstanbul.
- Smith, JM. (2008). The application of population modelling techniques to the development of non-determinant findings for *Galanthus elwesii* in Turkey. NDF Workshop Case Studies WG 4 - Geophytes and Epiphytes Case Study 6, Mexico.
- Staikidou, I., Selby, C. & Hanks, G. (2006). Stimulation of *in vitro* bulblet growth in *Galanthus* species with sucrose and activated charcoal. *Acta Horticulturae*, 725, 421–426.
- Staikidou, I., Selby, C. & Hanks, GR. (2006). Development of a medium for *in vitro* culture of *Galanthus* species based on the mineral composition of bulbs. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(3), 537,545.

- Staikidou, I. & Selby, C. (2012). Effects of growth regulators and activated charcoal on *in vitro* bulblet multiplication and growth in *Galanthus nivalis* "Flore Pleno". *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87,527-530.
- Şahinalp, A. (2017). Safran (*Crocus sativus* L.) bitkisinin mikroçoğaltımı. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı, Elâzığ.
- Şekeroğlu, N., Aydın, K., Gözüaçık, HG. & Kulak, M. (2013). Kilis ilinde yetişen geofitler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6 (1), 199-201.
- Tıprıdamaz, R., Ellialtıoğlu, Ş. & Çakırlar, H. (1999). Kardelenin (*Galanthus ikariae* Baker.) doku kültürü yoluyla çoğaltımı: eksplant tipi, ortam pH'sı ve karbonhidrat kaynağının soğancık oluşumuna etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (4), 823-830.
- Tıprıdamaz, R. (2003). Rooting and acclimatization of *in vitro* micropropagated snowdrop (*Galanthus ikariae* Baker.) Bulbletes. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 121-126.
- Tilly-Mandy, A., Jambor-Benczur, E. & Szabo, J. (2006). Results with the micropropagation of *Galanthus Elwesii* and *Galanthus Nivalis* 'Flore Pleno'. *Acta Horticulture*, 725, 439-444.
- Ulus, A. & Seyidoğlu, N. (2006). Bazı doğal geofitlerin doku kültürü ile üretimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56(1), 71-80.
- Uyanık, M., Kara, ŞM., Gürbüz, B. & Özgen, Y. (2013). Türkiye'de bitki çeşitliliği ve endemizm. *Ekoloji Sempozyumu*, 2-4 Mayıs, Tekirdağ.
- Uzun, S., İlbaş, Aİ, İpek, A., Beyzi, E., Uranbey, S. & Arslan, N. (2016). Endemik kaba navruz bitkisinin (*Iris galatica* Siehe) *in vitro* çoğaltımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 35-41.
- Westwood, MN. (1993). "Hormones and Growth Regulators", Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture. Timber Press, Inc. 9999 S.W. Wilshire, Suite 124, Portland, Oregon 97225.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Tarım ve Orman Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 121(56), Ankara, 574 s.
- Yüzbaşıoğlu, S. (2008). The development of non-detriment findings for *Galanthus elwesii* Hook.f., in Turkey. NDF Workshop Case Studies, Mexico, 1-13.
- Yüzbaşıoğlu, S. (2012). Morphological variations of *Galanthus elwesii* in Turkey and difficulties on identification. *Bocconea*, 24, 335-339.
- Yüzbaşıoğlu, E. & Dalyan, E. (2017). Büyüme hormonları ve aktif kömürün *in vitro* koşullarda kardelen (*Galanthus woronowii* Losinsk.) soğancık oluşumuna etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(3), 239-243.
- Zencirkıran, M. (2002). Geofitler. Uludağ Rotary Derneği Yayınları. No:1, Bursa, 105s.
- Zencirkıran, M. & Mengüç, A. (2004). *In vitro* propagation of *Galanthus elwesii* Hook (Snowdrop). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 18(1), 19-22.

EKLER

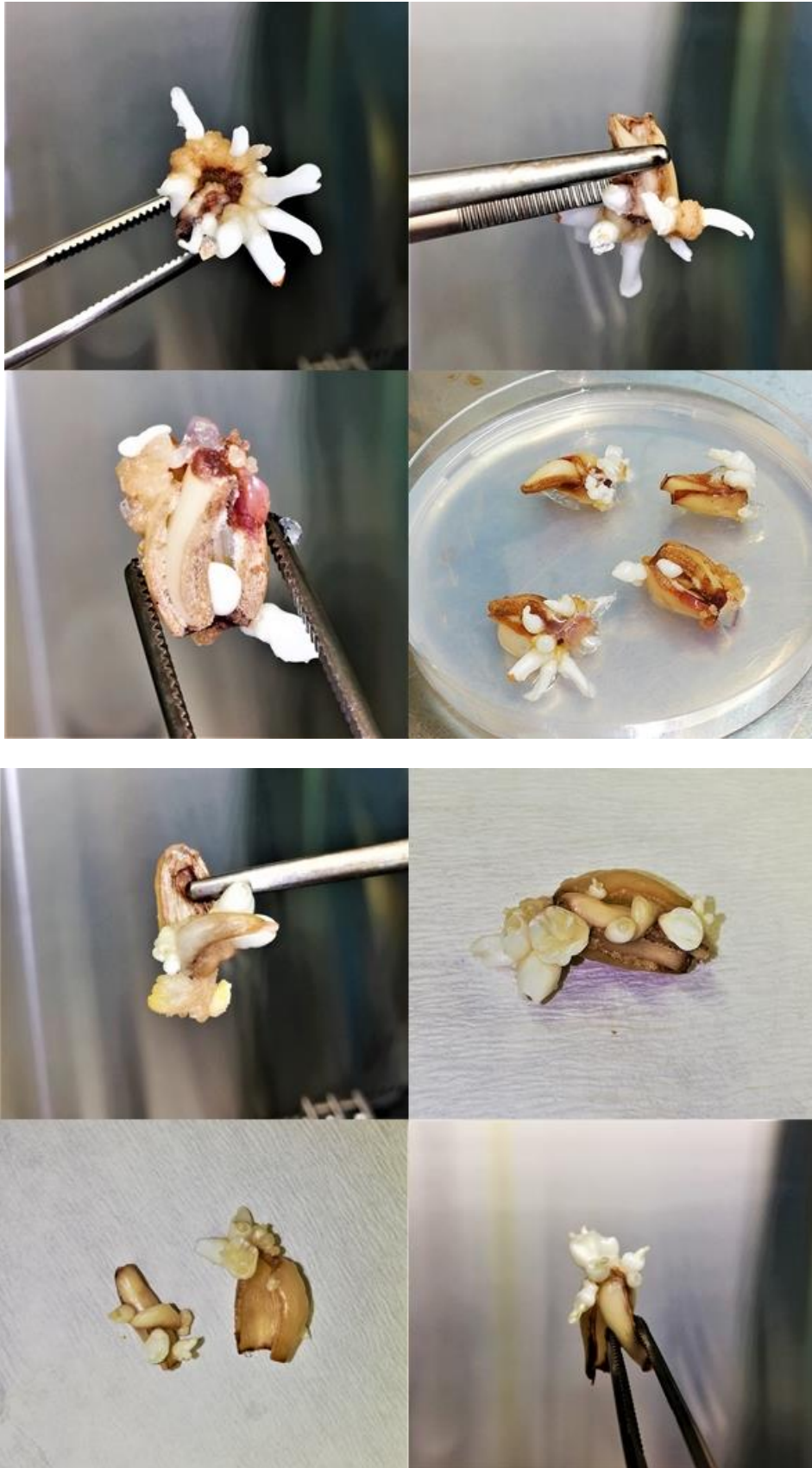
EKLER

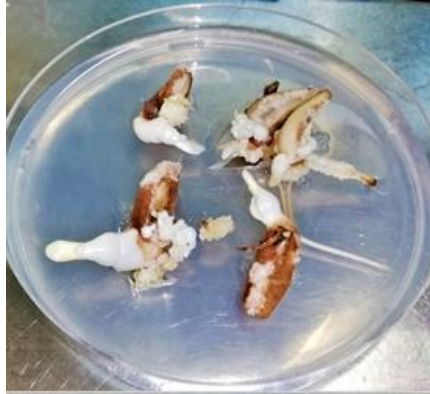
Ek 1: Çalışmadan elde edilen bazı görseller







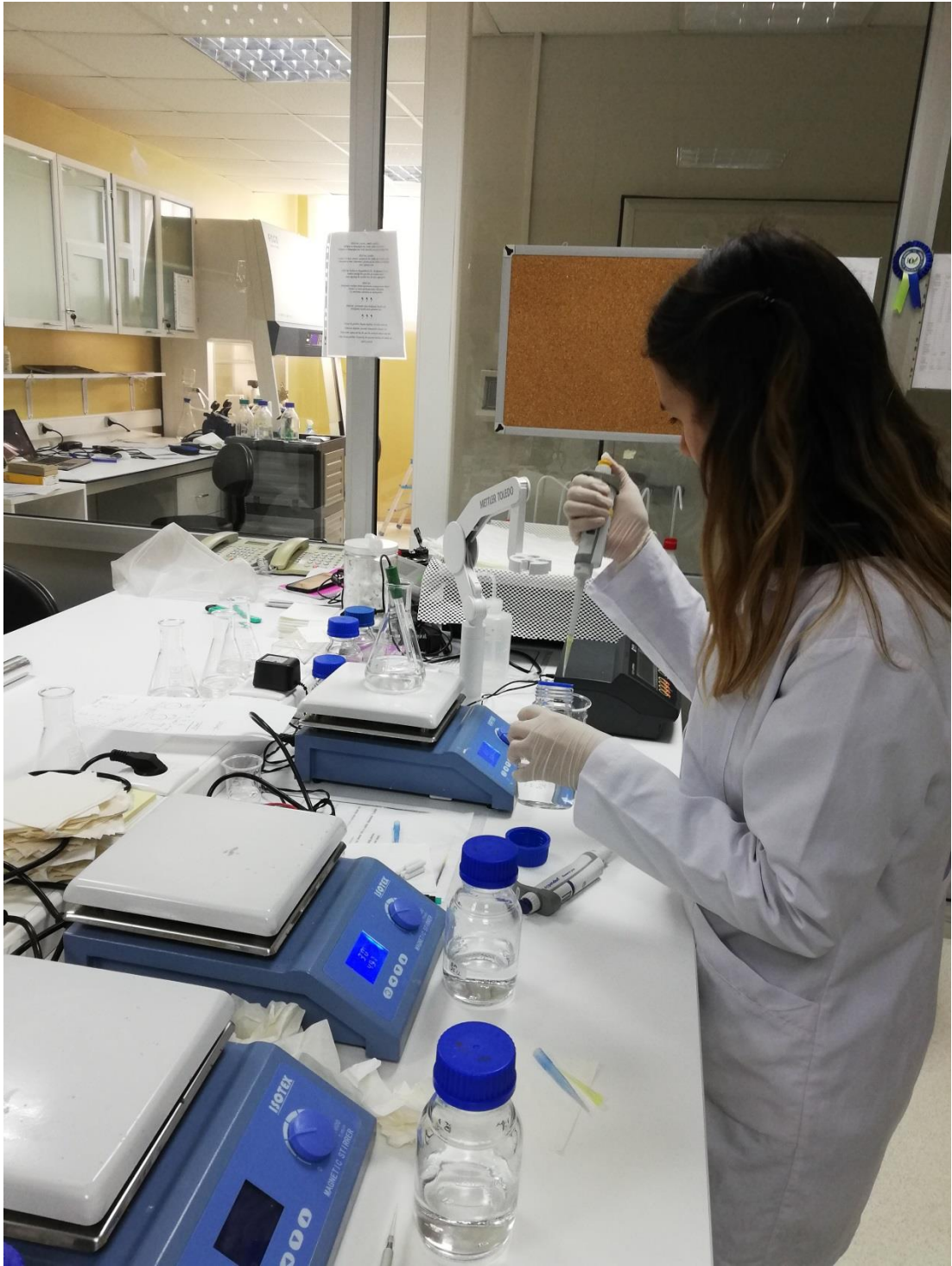












ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Betül BAŞELİ
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Tarla Bitkileri
Mezuniyet Yılı	2014
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	Mayıs 2022