



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



***IN VITRO* KÜLTÜRLERDE *FICUS CARICA* L.
BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE KÜLTÜR KOŞULLARI VE BESİN
ORTAMI KOMPOZİSYONUNUN ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Altın Kardelen ABACI

Biyoteknoloji Anabilim Dalı

İzmir
2023



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

***IN VITRO* KÜLTÜRLERDE *FICUS CARICA* L.
BİTKİSİNİN FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE KÜLTÜR KOŞULLARI VE BESİN
ORTAMI KOMPOZİSYONUNUN ETKİLERİ**

Altın Kardelen ABACI

Danışman: Prof. Dr. Aynur GÜREL

Biyoteknoloji Anabilim Dalı
Biyoteknoloji Yüksek Lisans Programı

İzmir
2023



Altın Kardelen ABACI tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “***In Vitro* Kùltùrlerde *Ficus carica* L. Bitkisinin Fizyolojik Özellikleri Üzerine Kùltür Koşulları ve Besin Ortamı Kompozisyonunun Etkileri**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliđi ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değeriendirilerek savunmaya değeri bulunmuş ve .../.../2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Aynur GÜREL	
Raportör Üye	: Prof. Dr. M. Bahattin TANYOLAÇ	
Üye	: Doç. Dr. Burcu ÇETİN	



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“*In Vitro* Kültürlerde *Ficus carica* L. Bitkisinin Fizyolojik Özellikleri Üzerine Kültür Koşulları ve Besin Ortamı Kompozisyonunun Etkileri”** başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

.... / / 2023

Altın Kardelen ABACI



ÖZET***IN VITRO* KÜLTÜRLERDE *FICUS CARICA* L. BİTKİSİNİN
FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE KÜLTÜR KOŞULLARI VE
BESİN ORTAMI KOMPOZİSYONUNUN ETKİLERİ**

ABACI, Altın Kardelen

Yüksek Lisans Tezi, Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aynur GÜREL

Aralık 2023, 230 sayfa

Bu tez çalışmasının amacı, *Ficus carica* L. (incir) bitki türüne dahil Sarılop çeşidinin fizyolojik özellikleri üzerine *in vitro* koşullarda başarılı bir klonal mikroçoğaltım prosedürünün sağlanması için sürgün ve kök rejenerasyonu açısından en uygun besin ortamı kompozisyonunun ve ışığa dayalı kültür koşullarının belirlenmesine yönelik etkili bir protokol oluşturmaktır.

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü Bitki Hücre, Doku ve Organ Kültürü Laboratuvarı'nda bulunan *in vitro* donör stoklardan alınan Sarılop incir çeşidi bitkiciklerine ait nod eksplantları, sürgün rejenerasyonu için en iyi besin ortamını belirlemek amacıyla 4 farklı hormon içermeyen besin ortamında (WPM, DKW, MS ve B5) kültüre alınmıştır. Sarılop çeşidinde sürgün rejenerasyon yüzdesi (%), tüm besin ortamlarından %100 başarı ile sağlanmıştır ve yeni gelişen sürgünler, eksplantların dip kısımlarından meydana gelmişlerdir. Eksplant başına elde edilen en yüksek ortalama sürgün sayısı (1,23 adet) DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama değerler bakımından en yüksek sürgün uzunluğu (1,60 cm) WPM besin ortamında; nod sayısı (1,62 adet), yaprak sayısı (2,70 adet) ve yaprak uzunluğu (1,27 cm) DKW besin ortamında; kök sayısı (0,57 adet) WPM ve MS besin ortamlarında ve kök uzunluğu (0,37 cm) MS besin ortamında, en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%50) ise WPM ve MS besin ortamlarında belirlenmiştir.

Sürgün rejenerasyonu için en iyi oksin ve sitokininin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,67 adet) 2 mg/L BAP içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına ortalama değerler açısından en yüksek sürgün uzunluğuna (1,48 cm) ve nod sayısına (2,56 adet) 2 mg/L KIN; yaprak sayısına (8,20 adet) 2 mg/L BAP; yaprak uzunluğuna (1,07 cm) 1 mg/L KIN; kök sayısına (2,17 adet) ve kök uzunluğuna (0,63 cm) 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamlarında ulaşılmıştır.

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, daha iyi sürgün rejenerasyonunun sağlanması amacıyla, farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA kombinasyonlarını içeren DKW besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Çalışmada kültüre alınan nod eksplantlarında genellikle alttan sürgün oluşumlarının gerçekleştiği ve çoğunlukla da 1 ya da 2 adet sürgün olduğu gözlemlenmiştir. 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında ise çoklu sürgün (3-5 adet) oluşumu sağlanmıştır. Eksplant başına ortalama değerler bakımından en yüksek sürgün sayısı (3,2 adet) 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında ulaşılmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,43 cm) ve nod sayısı (2,53 adet) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunda; yaprak sayısı (6,10 adet) 1 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunda; yaprak uzunluğu (0,91 cm) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunda; kök sayısı (0,53 adet) 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunda; kök uzunluğu (0,17 cm) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonundaki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir.

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, sürgün rejenerasyonunun sağlanması amacıyla, altı farklı kültür kabında (55 mL'lik cam tüp, 170 mL, 300 mL ve 265 mL cam kavanozlar, Vitrovent, Magenta GA-7) ve iki farklı LED (4500 lüks beyaz ve 600 lüks, 2:1 kırmızı-mavi) ışık koşulunda 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,33 adet) 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile beyaz LED ışık koşulunda 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama

sürgün uzunluğu (1,57 cm) ve nod sayısı (2,68 adet) 55 mL'lik cam tüp kültür kabı ile kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, en yüksek ortalama yaprak sayısına (4,96 adet) 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile beyaz LED ışık koşullarında, en yüksek ortalama yaprak uzunluğuna (0,89 cm) Magenta kültür kabı ile beyaz LED ışık koşullarında, en yüksek ortalama kök sayısına (0,90 adet) ve kök uzunluğuna (0,34 cm) 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile kırmızı-mavi LED ışık koşullarında 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamlarında ulaşılmıştır.

Sarılop çeşidinde altkültür sayısının çoğaltım katsayısına, ortalama sürgün uzunluğuna, nod sayısına, yaprak sayısına ve uzunluğuna, kök sayısı ve uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen eksplantlar 4 haftalık aralıklarla 4 kez (2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında) 55 mL'lik cam tüplerde altkültüre alınmıştır. En yüksek çoğaltım katsayısı (3,27), 3. altkültürde elde edilmiştir. Eksplant başına ortalama en yüksek sürgün uzunluğu (1,62 cm) 1. altkültürde, en yüksek ortalama nod sayısı (2,39 adet) ve yaprak sayısı (6,06 adet) 2. altkültürde en yüksek düzeye ulaşmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,30 cm), kök sayısı (0,57 adet) ve kök uzunluğu (0,28 cm) ise 1. altkültürde elde edilmiştir. Yapılan tüm denemelerde, hiperhidrisite, kararma, sararma ve nekroz başta olmak üzere üretilen bitkiciklerde fizyolojik sorunlar gözlenmemiştir. Ancak B5 besin ortamındaki bazı eksplantların yapraklarında sararmaların meydana geldiği saptanmıştır.

Köklendirilmiş bitkicikler, %70 başarı yüzdesi ile aklimatize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ficus carica* L., incir, *in vitro*, LED, kültür kabı, besin ortamı, klonal mikroçoğaltım

ABSTRACT**EFFECTS OF CULTURE CONDITIONS AND NUTRIENT MEDIUM
COMPOSITION ON THE PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF
FICUS CARICA L. PLANT *IN VITRO* CULTURES**

ABACI, Altın Kardelen

MSc in Biotechnology

Supervisor: Prof. Dr. Aynur GÜREL

December 2023, 230 Pages

This thesis study aims to establish an effective protocol for determining the most suitable nutrient medium composition and light-based culture conditions in terms of shoot and root regeneration in order to ensure a successful clonal micropropagation procedure in *in vitro* conditions on the physiological properties of Sarılop cultivar, which belongs to the *Ficus carica* L. (fig) plant species.

Node explants of Sarılop cultivar of fig plantlets is taken from *in vitro* donor stocks in Ege University Engineering Faculty Bioengineering Department Plant Cell, Tissue and Organ Culture Laboratory, were cultured in 4 different hormone-free nutrient medium (WPM, DKW, MS and B5) in order to determine the best nutrient medium for shoot regeneration. Shoot regeneration percentage (%) in Sarılop cultivar was achieved with 100% success from all nutrient media and newly developed shoots emerged from the bottom parts of the explants. The highest average number of shoots per explant (1,23) in Sarılop cultivar was obtained on DKW nutrient medium. In terms of average values obtained per explant, the highest shoot length (1,60 cm) obtained per explant in WPM nutrient medium; number of nodes (1,62), number of leaves (2,70) and leaf length (1,27 cm) in DKW nutrient medium; root number (0,57) in WPM and MS nutrient mediums, root length (0,37 cm) in MS nutrient medium and the highest root regeneration percentage (50%) was obtained in WPM and MS nutrient mediums.

In order to determine the best auxin and cytokine for shoot regeneration, node explants of Sarılop cultivar were cultured in DKW nutrient medium including different concentrations of BAP, KIN, IBA and IAA plant growth regulators. The highest average number of shoots per explant (2,67) was obtained in DKW nutrient medium containing 2 mg/L BAP. In terms of average values per explant, the highest average shoot length (1,48 cm) and number of nodes (2,56) containing 2 mg/L KIN; leaf number (8,20) including 2 mg/L BAP; leaf length (1,07 cm) containing 1 mg/L KIN; root number (2,17) and root length (0,63 cm) were achieved in DKW nutrient medium supplemented with 0,5 mg/L IBA.

Node explants of Sarılop cultivar were cultured in DKW nutrient medium containing combinations of BAP and IBA at different concentrations in order to ensure better shoot regeneration. In terms of average values per explant, the highest number of shoots per explant (3,2) was achieved in DKW nutrient medium containing the combination of 2 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA. In the study, it was observed that in the cultured node explants that shoot formation generally occurred from the bottom and mostly 1 or 2 shoots were formed. The formation of multiple shoots (3-5 numbers) was achieved in DKW nutrient medium containing combination of 2 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA. The highest average shoot length (1,43 cm) and number of nodes (2,53) in the combination of 0,5 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA; number of leaves (6,10) in the combination of 1 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA; leaf length (0,91 cm) in combination of 0,5 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA; root number (0,53) in combination of 2 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA; root length (0,17 cm) was obtained in DKW nutrient medium containing growth regulators in the combination of 0,5 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA.

Node explants of Sarılop cultivar were cultured in DKW basal nutrient medium containing a combination of 2 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA in six different culture vessels (55 mL glass tube, 170 mL, 300 mL and 265 mL glass jars, Vitrovent, Magenta GA-7) and under two different LEDs (4500 lux white and 600 lux, 2:1 red-blue) conditions in order to ensure shoot regeneration. The highest average number of shoots per explant (2,33) was obtained in the interaction with a 265 mL glass jar culture vessel under white LED light condition, in DKW nutrient medium including 2 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA. The highest average shoot length

(1,57 cm) and number of nodes (2,68) per explant were observed under red-blue LED light conditions with a 55 mL glass tube culture vessels. The highest average number of leaves (4,96) with 265 mL glass jar culture vessel under white LED light conditions, the highest average leaf length (0,89 cm) with Magenta culture vessel under white LED light conditions, the highest average root number (0,90) and root length (0,34 cm) with 265 mL glass jar culture vessel under red-blue LED light condition achieved in DKW nutrient medium containing 2 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA.

Explants obtained from shoot regeneration experiments were subcultured 4 times (in DKW nutrient medium containing 2 mg/L BAP and 0,5 mg/L IBA) at 4-week intervals with 55 mL glass tubes in order to evaluate the effect of subculture number on multiplication rate, average shoot length, node number, leaf number and length, root number and length in Sarılop cultivar. The highest multiplication rate (3,27) was obtained in the 3rd subculture. The highest average shoot length per explant (1,62 cm) was in the 1st subculture, the highest average node number (2,39) and leaf number (6,06) in the 2nd subculture. The highest average leaf length (1,30 cm), number of roots (0,57) and root length (0,28 cm) per explant were obtained in 1st subculture. In all experiments, physiological problems such as hyperhydricity, browning, chlorosis and necrosis were not observed in the produced plantlets. However, chlorosis in the leaves of some shoots was determined in B5 nutrient medium.

The rooted plantlets are acclimatized with 70% success percentage.

Keywords: *Ficus carica* L., fig, *in vitro*, LED, culture vessel, nutrient medium, clonal micropropagation



ÖNSÖZ

İncir, çeşitli terapötik ve farmakolojik faydalarından dolayı birçok hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde kullanılmasının yanı sıra zengin içerikte besleyici özelliği ile dünya çapında hem kuru hem de yaş olarak tüketilen ekonomik olarak büyük öneme sahip bir meyvedir. İncirin geleneksel yöntemlerle çoğaltımı yavaş ve yetersiz olması nedeniyle bu yöntemlerle elde edilen çelikler düşük oranda köklenme ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca, dişi çeşitlerin ihtiyaçlarına göre seçilmiş tozlayıcıların bulunmayışı sebebiyle tarlalarda istenen kalite ve standartta incir üretimi sağlanamamaktadır. Vejetatif yöntemlerle, *Ficus carica* L. türüne ait istenilen kalite ve verime sahip tescillenmiş Sarılop incir çeşidinin büyük ölçekli çoğaltımının sağlanabilmesi için tarlalarda ekili alanının artırılması gerekmektedir, bu durumda yüksek miktarlarda çeliğe (seri üretime eşdeğer nitelikte) ve hasadı için insan gücüne ihtiyaç duyulacaktır. Geleneksel çoğaltım yöntemlerinin incire yönelik artan talebi karşılayamaması ve üretiminin yetersiz kalması sebebi ile gerçekleştirilen bu çalışmada, Sarılop incir çeşidinde başarılı bir klonal mikroçoğaltım prosedürünün sağlanması amacıyla, en uygun kültür koşulunun ve besin ortamı kompozisyonunun belirlenmesi ve geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Ficus carica L. Sarılop incir çeşidi için literatürde gerçekleştirilmiş mikroçoğaltım çalışmaları olsa da mikroçoğaltım başarısında genotipin etkili bir faktör olması sebebiyle tez çalışmasında elde edilen sonuçlar literatüre büyük katkı sağlayacaktır. Ayrıca mikroçoğaltımda her geçen gün gelişen teknoloji ile maliyet düşürücü yeni teknikler gündeme gelmektedir. LED aydınlatmalar da bu tekniklerden birisidir. Bu tez çalışmasında, LED aydınlatmaların kullanımı ile incir bitkisinin üretiminde daha düşük maliyetli mikroçoğaltım protokollerinin geliştirilmesinin önü açılacaktır. Ayrıca farklı kültür kapları denenerek sürgün çoğaltımına en uygun kültür kapları da belirlenmiş olacaktır. Ülkemiz için önemli bir ticari gelir kaynağı olan incir ihracatında kullanılabilecek yol gösterici olan bu değerli bilgilerin literatüre kazandırılacak olması tez sürecim boyunca beni teşvik etmiştir.

İZMİR

.../.../2023

Altın Kardelen ABACI



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	xi
ÖNSÖZ	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ	xxii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxxviii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	4
2.1. Moraceae Familyası Hakkında Genel Bilgiler	4
2.2. <i>Ficus</i> Cinsinin Genel Özellikleri	7
2.3. <i>Ficus carica</i> L. Bitkisinin Genel Özellikleri	9
2.4. İncir Bitkisinin Ticari Önemi	17
2.5. İncir Bitkisinin Üretimi	22
2.5.1. İncirin Ekolojik İstekleri ve Geleneksel Üretim Yöntemleri	22
2.5.2. Biyoteknolojik üretim yöntemleri	26
2.6 Bitki Doku Kültüründe Kullanılan Kültür Koşulları ve Etkileri	32
2.6.1. Sıcaklık	32
2.6.2. Işık	33
2.6.3. Bitki Kültür Odalarında ve Doku Kültürü Kaplarında Bağlı Nem	36
2.6.4. Bitki Doku Kültürü Kapları	38
2.7. Bitki Doku Kültüründe Kullanılan Besin Ortamları ve Bitki Büyüme Düzenleyicileri	42
2.7.1. Bitki Doku Kültüründe Kullanılan Besin Ortamları	42
2.7.2. Bitki Büyüme Düzenleyicileri	45
2.8. <i>Ficus carica</i> L. Bitkisinde Gerçekleştirilen Mikroçoğaltım Çalışmaları	46
3. MATERYAL VE METOD	69
3.1. Materyal	69
3.2. Metod	69

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.1. Nod eksplantlarının kültüre alınacağı besin ortamlarının hazırlanması	69
3.2.1.1. Stok çözeltilerin hazırlanması.....	71
3.2.1.2. Besin ortamlarının hazırlanması	74
3.2.2. Hazırlık aşaması ve <i>F. carica</i> L. (incir) bitkisinin kültüre alınması.....	75
3.2.3. Mikroçoğaltım denemeleri	77
3.2.3.1. Temel besin ortamı kompozisyonunun sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi.....	77
3.2.3.2 Oksinler ve sitokinlerin sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi.....	77
3.2.3.3 Kültür kabının ve kültür koşulunun sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi	78
3.2.4. Aklimatizasyon.....	79
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi	80
4. BULGULAR	81
4.1. Mikroçoğaltım Denemeleri	81
4.1.1. Temel besin ortamı kompozisyonu denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi	81
4.1.1.1. Farklı besin ortamlarının sürgün rejenerasyon yüzdesine ve sürgün sayısına etkisi.....	81
4.1.1.2. Farklı besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisi	83
4.1.1.3. Farklı besin ortamlarının nod sayısına etkisi	84
4.1.1.4. Farklı besin ortamlarının yaprak sayısına etkisi	85
4.1.1.5. Farklı besin ortamlarının yaprak uzunluğuna etkisi	87
4.1.1.6. Farklı besin ortamlarının kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisi.....	88
4.1.1.7. Farklı besin ortamlarının kök uzunluğuna etkisi	90

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1.2. Oksin ve sitokinin denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi	91
4.1.2.1. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün sayısına etkisi.....	91
4.1.2.2. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisi.....	94
4.1.2.3. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının nod sayısına etkisi	97
4.1.2.4. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak sayısına etkisi.....	100
4.1.2.5. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak uzunluğuna etkisi.....	103
4.1.2.6. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının kök rejenerasyon yüzdesi ve kök sayısına etkisi	106
4.1.2.7. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının kök uzunluğuna etkisi.....	111
4.1.3. Bitki büyüme düzenleyicilerinin çeşitli kombinasyonlardaki denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi.....	114
4.1.3.1. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün rejenerasyon yüzdesine ve sürgün sayısına etkisi.....	114
4.1.3.2. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisi.....	115
4.1.3.3. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının nod sayısına etkisi.....	117

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1.3.4. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak sayısına etkisi.....	119
4.1.3.5. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak uzunluğuna etkisi.....	120
4.1.3.6. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının kök rejenerasyonuna ve kök sayısına etkisi.....	121
4.1.3.7. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının kök uzunluğuna etkisi.....	123
4.1.4. Kültür kabı ve kültür koşulu denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi	125
4.1.4.1. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının sürgün sayısına etkisi	125
4.1.4.2. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının sürgün uzunluğuna etkisi.....	128
4.1.4.3. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının nod sayısına etkisi	131
4.1.4.4. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının yaprak sayısına etkisi	133
4.1.4.5. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının yaprak uzunluğuna etkisi.....	135
4.1.4.6. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisi	137

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.1.4.7. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının kök uzunluğuna etkisi.....	141
4.1.5. Altkültür denemeleri.....	144
4.1.5.1. Altkültür sayısının çoğaltım katsayısına etkisi	144
4.1.5.2. Altkültür sayısının sürgün uzunluğuna etkisi	146
4.1.5.3. Altkültür sayısının nod sayısına etkisi	147
4.1.5.4. Altkültür sayısının yaprak sayısına etkisi	149
4.1.5.5. Altkültür sayısının yaprak uzunluğuna etkisi	150
4.1.5.6. Altkültür sayısının kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisi	152
4.1.5.7. Altkültür sayısının kök uzunluğuna etkisi	154
4.1.6. Aklimatizasyon.....	156
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	158
6. ÖNERİLER	192
KAYNAKLAR DİZİNİ	196
TEŞEKKÜR	229
ÖZGEÇMİŞ.....	230

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. <i>Ficus</i> cinsine ait olan farklı türdeki bitkilerin görünüşleri; a) <i>Ficus carica</i> L., b) <i>Ficus benghalensis</i> , c) <i>Ficus religiosa</i>	8
Şekil 2.2. İncir dalının anatomisi.....	10
Şekil 2.3. İncir ekim alanlarının Türkiye’deki yayılışı; incir yetiştirilen alanlar (sarı), kuru incirin (yeşil) ve yaş incirin (kırmızı) yetiştirildiği alanlar.....	12
Şekil 2.4. <i>F. carica</i> ’nın; a) ağacı, b) olgunlaşmamış incir meyvesi, c) olgunlaşmış incir meyvesi, d) koyu yeşil yaprağının üst yüzeyi, e) koyu yeşil yaprağının alt yüzeyi ve f) gövdesinin kabuğu.....	13
Şekil 2.5. Sikonyumun yapısı	14
Şekil 2.6. <i>F. carica</i> ; a) meyve doğuşları, b) Sarılop’un yaş meyvesi	15
Şekil 2.7. 2020 yılının verilerine göre incir üretimi yapılan ülkeler	19
Şekil 2.8. 1994-2020 yılları arasında kıtalara göre toplam incir üretim payı	19
Şekil 2.9. 1994-2020 yılları arasında dünyanın en önemli yaş ve kuru incir üretici ülkeleri ve üretim miktarları (ton)	20
Şekil 2.10. 2020-2021 yılları arasında Türkiye kuru incir ihracatında önemli ülkelerin yüzdesi.....	21
Şekil 2.11. 2020 yılının verilerine göre Türkiye yaş ve kuru incir üretiminde en önemli paya sahip olan iller.....	21
Şekil 2.12. LED (a) ve floresan lambaların (b) spektral dağılımı (Batista et al., 2018).....	35
Şekil 2.13. Bitki doku kültüründe kullanılan materyaller; a) Polikarbonat kapaklı ve düz tabanlı cam tüpler, b) Cam kavanozlar, c) Silindirik cam veya plastik kapaklı petri kapları.....	39
Şekil 2.14. Bitki doku kültüründe kullanılan şeffaf plastik “Magenta” kabı.....	40
Şekil 2.15. Bitki doku kültüründe kullanılan a) şeffaf plastik “Vitrovent” kabı (Sterivent).....	41
Şekil 3.1. a) Donör stok bitkicikleri b) donör stok bitkiciklerden alınan yaklaşık 2,5 cm uzunluğundaki sürgün materyali, c) sürgünden yaprakları uzaklaştırılarak hazırlanmış tek nodlu eksplantlar.	69

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

Şekil 3.2. İncir bitkisinin (<i>F. carica</i> L.) üç nodlu eksplantlarının kültüre alınması. a) Magenta kültür kabında büyütülen incir bitkicikleri, b) Sürgünün steril peçete üzerine konulması, c) Bisturi ve pens yardımıyla sürgünün kökten ayrılması, d) Pens ve bisturi yardımıyla yaprakların sürgünden ayrılması, e-f) Pens ve bisturi yardımıyla nod eksplantının kesilme işlemi, g-h) Kesilen nod eksplantlarının kültüre alınması, ı) Kültüre alınmış nod eksplantları.	76
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan kültür kapları. a) Vitrovent (12x11x9,5 cm), b) 300 mL'lik kavanoz (8x6,5x10 cm), c) Cam tüp (2x2x14,5 cm), d) 265 mL'lik kavanoz (8x8x8,4 cm), e) 170 mL'lik kavanoz (6,4x6,4x7,6 cm), f) Magenta (7,4x7,4x9,6 cm).	79
Şekil 4.1. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	82
Şekil 4.2. Hormonsuz sürgün çoğaltım besin ortamlarında gelişen Sarılop çeşidine ait sürgünler; a) WPM, b) DKW, c) MS, d) B5 (BAR 0,5 cm).	83
Şekil 4.3. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm). ...	84
Şekil 4.4. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	85
Şekil 4.5. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	86
Şekil 4.6. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm). ...	88
Şekil 4.7. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	89
Şekil 4.8. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	90
Şekil 4.9. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	91

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

Şekil 4.10. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	92
Şekil 4.11. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).	95
Şekil 4.12. Farklı konsantrasyonlardaki bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında Sarılop çeşidine ait sürgünlerin uzaması; a-d) 0,5 mg/L sırasıyla BAP, IBA, IAA ve KIN içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları, e-h) 1 mg/L sırasıyla BAP, IBA, IAA ve KIN içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları, i-l) 2 mg/L sırasıyla BAP, IBA, IAA ve KIN içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları (BAR 0,5 cm).	95
Şekil 4.13. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	98
Şekil 4.14. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	101
Şekil 4.15. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).	104
Şekil 4.16. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	107
Şekil 4.17. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	108

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

Şekil 4.18. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	112
Şekil 4.19. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	115
Şekil 4.20. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).	116
Şekil 4.21. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarından elde edilen Sarılop çeşidine ait rejenere sürgünlerin uzaması; a-c) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları, d-f) 1 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW ortamlarında sürgün uzunlukları, g-i) 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW ortamlarında sürgün uzunlukları (BAR 0,5 cm).	117
Şekil 4.22. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	118
Şekil 4.23. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	120
Şekil 4.24. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).	121
Şekil 4.25. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	122

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

Şekil 4.26. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	123
Şekil 4.27. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	124
Şekil 4.28. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	127
Şekil 4.29. Farklı kültür kabı tiplerinde ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında gelişen Sarılop çeşidine ait rejenere sürgünler; a-b) 265 mL'lik cam kavanozlarda, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, c-d) Vitrovent kültür kaplarında, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, e-f) Magenta kültür kaplarında, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, g-h) 55 mL'lik cam tüplerde, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, i-j) 300 mL'lik cam kavanozlarda, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, k-l) 170 mL'lik cam kavanozlarda, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında. (BAR 0,5 cm).	128
Şekil 4.30. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	131
Şekil 4.31. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	132
Şekil 4.32. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	135

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

Şekil 4.33. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm). .	137
Şekil 4.34. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	139
Şekil 4.35. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	141
Şekil 4.36. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	143
Şekil 4.37. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen çoğaltım katsayıları.	145
Şekil 4.38. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarından altkültür ile DS-15 besin ortamında elde edilen sürgünler; a-d) 1.-4. altkültür sonucu elde edilen sürgünler.	145
Şekil 4.39. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).	147
Şekil 4.40. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	148
Şekil 4.41. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	150
Şekil 4.42. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).	151
Şekil 4.43. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	153
Şekil 4.44. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	154

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil

Sayfa

Şekil 4.45. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	155
Şekil 4.46. 30 günlük aklimatizasyon sürecinden sonra, a) sürgünlerin mini bir sera ortamındaki sağkalımları, b) toprağa aktarılmadan önceki taş yününden (kırmızı ok ile belirtilen) arındırılan kökleri (siyah oklar ile belirtilen), c-f) taş yününden arındırılmış toprağa aktarılmaya hazır incir bitkisinin sürgünleri.	156
Şekil 4.47. 30 günün sonunda aklimatize edilmiş bitkiler.	157
Şekil 4.48. 3 ay sonunda aklimatize edilmiş bitkiler.	157

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.: <i>Ficus carica</i> L. bitkisinin taksonomik sınıflandırılması (Anonim, 2).	11
Çizelge 2.2. Dünya Kuru İncir Üretimi	18
Çizelge 2.3. Ülkelerin 2021 yılı kuru incir üretim ve ihracat payları (Mutlu, 2022).	18
Çizelge 2.4. Bitki doku kültürü teknikleri ve uygulama alanları (Pierik, 1987; Brown and Thorpe, 1995; Gürel vd., 2013).	31
Çizelge 3.1. Tüm çalışmalar süresince kullanılan temel besin ortamları (mg/L).	70
Çizelge 3.2. MS besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).	71
Çizelge 3.3. WPM besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).	72
Çizelge 3.4. DKW besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).	73
Çizelge 3.5. B5 besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).	74
Çizelge 3.6. <i>F. carica</i> L. “Sarılöp” incir çeşidine ait tek nodlu eksplantların kültüre alındığı sürgün rejenerasyon ortamlarının içeriği.	78
Çizelge 4.1. Sarılöp çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	82
Çizelge 4.2. Sarılöp çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	82
Çizelge 4.3. Sarılöp çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).	84
Çizelge 4.4. Sarılöp çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	85

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.5. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.....	85
Çizelge 4.6. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	86
Çizelge 4.7. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).	87
Çizelge 4.8. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.....	87
Çizelge 4.9. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	89
Çizelge 4.10. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet)....	89
Çizelge 4.11. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	90
Çizelge 4.12. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.....	92
Çizelge 4.13. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	93

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.14. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	94
Çizelge 4.15. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).	96
Çizelge 4.16. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	97
Çizelge 4.17. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet). 99	
Çizelge 4.18. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	100
Çizelge 4.19. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	102
Çizelge 4.20. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	103

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.21. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).....	105
Çizelge 4.22. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%) ile ilgili varyans analizi.....	107
Çizelge 4.23. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.....	108
Çizelge 4.24. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	109
Çizelge 4.25. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	110
Çizelge 4.26. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.....	111
Çizelge 4.27. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	113

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.28. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	115
Çizelge 4.29. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).	116
Çizelge 4.30. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	118
Çizelge 4.31. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	119
Çizelge 4.32. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).	121
Çizelge 4.33. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyonu (%).	122
Çizelge 4.34. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	123

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.35. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	124
Çizelge 4.36. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).	126
Çizelge 4.37. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	126
Çizelge 4.38. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).	130
Çizelge 4.39. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	130
Çizelge 4.40. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).	132
Çizelge 4.41. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).	134

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.42. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	134
Çizelge 4.43. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).	136
Çizelge 4.44. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	137
Çizelge 4.45. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	139
Çizelge 4.46. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	140
Çizelge 4.47. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	140
Çizelge 4.48. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).	142

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.49. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	143
Çizelge 4.50. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen çoğaltım katsayıları.	144
Çizelge 4.51. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen çoğaltım katsayıları ile ilgili varyans analizi.....	145
Çizelge 4.52. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).....	146
Çizelge 4.53. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	146
Çizelge 4.54. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama nod sayısı (adet).....	148
Çizelge 4.55. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama nod sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	148
Çizelge 4.56. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).....	149
Çizelge 4.57. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	149

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge

Sayfa

Çizelge 4.58. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).....	151
Çizelge 4.59. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	151
Çizelge 4.60. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).	152
Çizelge 4.61. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök sayısı (adet).	153
Çizelge 4.62. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.	153
Çizelge 4.63. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).....	155
Çizelge 4.64. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.	155

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
μ	mikron
M	molar
μmol	mikromol
mL	mililitre
g/L	gram/litre
mg/L	miligram/litre
°C	santigrad derece
%	yüzde

Kısaltmalar

WPM	Woody Plant Medium-Lloyd & McCown (1981)
DKW	Driver ve Kuniyuki Walnut-Driver & Kuniyuki (1984)
MS	Murashige & Skoog (1962)
LS	Linsmaier & Skoog (1965)
B5	Gamborg B5 besin ortamı (1968)
NN	Nitsch & Nitsch (1969)
SH	Schenk & Hildebrandt (1972)
BAP	6-Benzilaminopürin
BA	6-Benziladenin
IAA	İndol-3-Asetik Asit
IBA	İndol Bütirik Asit
KIN	Kinetin
NAA	Naftalen Asetik Asit
TDZ	Thidiazuron
GA ₃	Giberellik asit
2,4-D	2,4-Diklorofenoksi-asetik asit
2IP	N6-2-İzopentenil adenin
ADS	Adenin Sülfat
HgCl ₂	Cıva Klorür

NaClO	Sodyum Hipoklorit
LED	Light Emitting Diode-Işık Yayan Diyot
UV	Ultraviyole ışık
BBD	Bitki Büyüme Düzenleyicileri
PG	Floroglusinol





1. GİRİŞ

Ficus carica L., dünyada kutsal sayılan ve insanların yerleşik hayata geçmesiyle kültüre kazandırılan en eski geleneksel meyve ağaçlarından biridir (Ayar et al., 2023). Yaygın kullanımında incir olarak da olarak bilinen *Ficus carica* L. (sinonimi *Ficus kopetdagensis* Pachom)'nin, önemli genetik çeşitliliğe sahip olan sayısız çeşidi bulunmaktadır (Barolo et al., 2014). İncir ($2n=26$, *Ficus carica* L.), yaklaşık 40 cinse sınıflandırılan 1400'den fazla tür ile Moraceae familyasının Eusyce bölümüne aittir. İşlevsel olarak, monoik yabani türler (*F. caprificus*-kaprifig, erkek incir) ve evcilleştirilmiş (*F. domestica*- pistillat, dişi incir) türlerden oluşan ginodioik olarak kabul edilmektedir (Çalışkan, 2015; Çalışkan et al., 2017).

Batı Asya'ya özgü olan incir, daha sonra Akdeniz bölgesine yayılmıştır (Khadavi et al., 2018). İncir ağacının doğal yaşam alanları, Suriye ve Anadolu olmakla birlikte buradan Kuzey Afrika, İspanya, Meksika, Şili, Peru ve Kaliforniya'ya ayrıca Fransa üzerinden Güney Amerika'ya, Anadolu'dan da Mezopotamya, İran ve Hindistan'a taşınmıştır (Çalışkan, 2015). Türkiye, Mısır, Fas, İspanya, Yunanistan, Kaliforniya, İtalya ve Brezilya, incirin baş üreticileri olan yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılıman olan ülkelerdir (Rahmani et al., 2017).

İncir meyveleri; taze veya kuru olarak tüketilebilmekte, ayrıca reçel yapımında kullanılmaktadır (Khatib and Vaya, 2010). Ancak, incir çabuk bozulan bir meyvedir ve bu nedenle dünyada ticari üretiminin büyük bir kısmında kurutulmuş halde muhafaza edilmektedir. Kuru incir, dünyada en çok üretimi yapılan meyvelerin başında gelir ve günlük tüketiminde insan sağlığına birçok faydasının olduğu bilinmektedir (Bey and Louaileche, 2015).

İncir, temel olarak antioksidan, antimutajenik veya antikarsinogenik, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal aktiviteler gibi çeşitli terapötik ve farmakolojik faydalarından dolayı Akdeniz diyetinin en önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Diğer meyvelerle karşılaştırıldığında; zengin bir vitamin, karbonhidrat, mineral, şeker, fenolik bileşik (temel olarak antosiyanin), organik asit ve yüksek miktarlarda ham lif kaynağıdır (Ishnaiwer, 2023). İncir bitkisinin

yaprakları ve meyveleri üzerinde yapılan fitokimyasal çalışmalar, bunların fenolikler, organik asitler ve uçucu bileşikler açısından oldukça zengin bir içeriğe sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca incir; anemi, kanser, diyabet, cüzzam, felç, karaciğer ve cilt rahatsızlıkları ile ülser gibi çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde pratik uygulamalarla biyokimyasal olarak aktif bileşiklerin önemli bir kaynağını temsil etmektedir (Butu and Rodino, 2019).

Kalite ve miktar açısından değerlendirildiğinde, Türkiye dünyada en önemli taze ve kuru incir üretici ülkesi olarak ilk sırada yer almaktadır. İncir üretiminde en büyük paya sahip olan Aydın ilinde, en fazla “Sarılöp” çeşidine ait incir üretilmektedir (Özdemir, 2019). Sarılöp, üretim ve ihracattaki katkı payımızı yükselten, üstün kurutmalık özelliklere sahip tescilli bir incir çeşidimizdir (Ayar, 2018; Mutlu, 2022). Yüksek kaliteli kuru incir üretimi açısından da gereken ekolojik koşullara uygun bir bölgede bulunan Sarılöp çeşidi incir bahçelerinin kalite ve verimini artırmaktır. Sarılöp diğer incir çeşitleri gibi vejetatif yöntemlerden biri olan çelikle çok kolay çoğaltılabildiğinden, bu çeşit üstün özelliklerinin çoğunu yüzyıllardır korumuştur, ancak mevcut Sarılöp popülasyonları arasında bazı klonal varyasyonların olduğu da görülmektedir (Hepaksoy and Aksoy, 2005).

İncir bitkisi konvansiyonel (geleneksel) olarak tohum, çelikleme, daldırma veya aşılama gibi farklı vejetatif yollarla çoğaltılabilmektedir. Tohumdan yetiştirilen incirler türe uygun değildir ve sadece ıslah programlarında kullanılmaktadır (Flaishman, 2008). Bununla birlikte, geleneksel yöntemlerle üretim, düşük ve sınırlıdır, aynı zamanda zayıf köklenme ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle çeliklerin yalnızca %20-30'u hayatta kalabilmektedir (Patah et al., 2020). Ayrıca bu yöntemler, mahsulün verim potansiyelini olumsuz yönde etkileyen çeşitli patojenlerin yayılmasına da olanak tanımaktadır. İncir üretimi için yapılan çalışmalar, çoğunlukla incir mozaik virüsü içermeyen bitki materyalinin üretimi için tekli-sürgün ucu eksplantlarının uzamasıyla sınırlı kalmıştır (Dessoky et al., 2016). Çeşitli abiyotik ve biyotik kısıtlamalar, incir meyvesi mahsulünün gelişimini sınırlayarak buradan elde edilen ticari gelirin azalmasına ve ekili alanların kademeli olarak ortadan kalkmasına yol açmaktadır. Seçilmiş tozlayıcıların dişi çeşitlerin gereksinimlerine göre olmayışı, tarlalarda incir çoğaltımında zorluklar yaşanmasına sebep olmaktadır (Bayoudh et al., 2015). Bu nedenle, modern incir yetiştiriciliğinin

zorluklarıyla yüzleşmek için çoğaltım ve dikim tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bitki doku kültürü teknikleriyle çoğaltım, nispeten daha küçük bir alanda mevsimsel ve diğer çevresel koşullardan bağımsız, yüksek kaliteli, hastalıksız, homojen bitkilerin üretilmesi nedeniyle avantajlı olabilmektedir (Yahyaoui et al., 2017).

Son yıllarda bitki doku kültürü, *in vitro* koşullarda genetik olarak saf ve elit popülasyonlar elde etmek için umut verici bir teknik olarak ortaya çıkmıştır. Bitki doku kültürü; izole edilmiş bitki hücrelerinin, dokularının, organlarının, protoplastlarının ve hücre organellerinin kontrollü fizyolojik ve kimyasal koşullar altında kültüre alınması ile fizyolojik davranışlarının incelenmesi için yararlanılan bir teknik haline gelmiştir (Mazid et al., 2012). Bitki doku kültüründe en sık kullanılan yöntem ise mikroçoğaltım yöntemidir (Lee et al., 2017).

Mikroçoğaltım, bitkinin herhangi bir kısmından alınarak bütün bir bitkiyi oluşturma potansiyelindeki eksplantların çoğaltım için hazırlanan besin ortamları üzerinde, *in vitro* aseptik koşullar altında vejetatif yollarla hızlı ve kitlesel çoğaltımıdır (George et al., 2008). Ticari bir yöntem haline gelen mikroçoğaltım, yıl boyunca çok sayıda homojen ve hastalıksız bitki üretiminde çoğaltım oranlarında önemli bir artışı kolaylaştırarak geleneksel çoğaltım yöntemlerine kıyasla belirgin avantajlar sağlamaktadır (Vohra et al., 2021).

Bu çalışma kapsamında, ticari değeri yüksek bir incir çeşidi olan *Ficus carica* L. bitkisinin Sarılop çeşidi için *in vitro* koşullarda çeşitli parametrelerin optimize edilmesiyle çok sayıda elit bitkinin dış koşullardan bağımsız olarak üretimini gerçekleştirecek en iyi sürgün ve kök rejenerasyonuna dayalı klonal mikroçoğaltım protokolünün oluşturulması hedeflenmiştir. Bu amaçla, öncelikle nod eksplantlarının klonal mikroçoğaltımı için uygun besin ortamı kompozisyonunun belirlenmesine yönelik olarak bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen farklı temel besin ortamlarının (MS, WPM, DKW ve B5) denemeleri gerçekleştirilmiştir. Uygun temel besin ortamının belirlenmesinin ardından, farklı oksinler (IBA ve IAA) ve sitokininler (BAP ve KIN) çeşitli dozlarda (0,5 mg/L, 1 ve 2 mg/L) besin ortamına ilave edilerek organ rejenerasyon potansiyelleri gözlemlenmiştir. Daha sonra uygun bulunan oksin ve sitokininler kombinasyon

halinde test edilerek incir bitkisinde sürgün çoğaltımı için uygun besin ortamı kompozisyonuna karar verilmiştir. Seçilen bu besin ortamının farklı kültür kaplarında kullanımı ve bu kapların ışık esaslı kültür koşullarıyla olan etkileşimlerinin belirlenmesi amacıyla, fotoperiyot (16/8 saat aydınlık ve karanlık) altında beyaz LED ışık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık aydınlatmalı koşullarda kültüre alınan bitkisel materyaldeki fizyolojik özellikler, rejenerasyon durumları ve çoğaltım parametreleri incelenmiştir. Ardından çalışma kapsamında, nod eksplantları ve rejenere sürgünler, belirlenen optimum besin ortamı kompozisyonunu içeren sürgün çoğaltım ortamlarında altkültürlere alınarak, sürgün çoğaltım katsayısının saptanması da amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

2.1. Moraceae Familyası Hakkında Genel Bilgiler

Moraceae familyası, çoğunlukla dut familyası veya incir olarak bilinen, ekonomik ve ticari öneme sahip olan çiçekli bitkilerin bir familyasıdır (Somashekhar et al., 2013).

Moraceae familyasının biyocoğrafik tarihi, çekirdek ve kloroplastının DNA'sından elde edilen filogenetik çıkarımları, birçok fosil kalibrasyonları ve bağımsız jeolojik kanıtları kullanılarak araştırılmıştır. Moraceae familyasının kozmopolit dağılımı, karmaşık bir biyocoğrafik tarihe sahip olduğunu göstermektedir. Moraceae'nin Gondvana kıtası kökenli olduğu ve günümüzdeki dağılımının Gondvana'nın parçalanması nedeniyle türlerin birçoğunun tropik bölgelerde, özellikle Asya ve Hint-Pasifik Adalarında merkezlendiği hipotezi öne sürülmüştür. Moraceae'nin coğrafi kökenleri, evrim çalışmaları için bir model olan incir (*Ficus*) ve incir yaban arılarıyla tozlaşma mutualizminin kökeniyle ilgili olmakla birlikte, bu mutualizmin günümüzdeki dağılımını da açıklayabileceği bildirilmiştir (Zerega et al., 2005).

Dünyada tropikal, subtropikal ve ılıman bölgelerde dağılmış Moraceae familyası, yaklaşık 40 cins ve 1400'den fazla türü içermektedir (Mawa et al., 2013;

Kumar et al., 2021). Moraceae familyası, Ficeae, Moreae, Artocarpeae, Brosimeae, Dorstenieae ve Olmedieae olmak üzere altı alt gruba ayrılmaktadır (Berg, 1977; Berg, 2001). Moraceae familyası tür açısından en fazla sayıda (yaklaşık 600 tür) *Ficus* ile daha az sayıda *Artocarpus*'un oluşturduğu, tropikal Asya ve Avustralasya'nın orman kompleksinde bulunmaktadır. Spesifik olarak daha az tür bulunduran Afrika (185 tür) ve Amerika (270 tür), endemik cinsler açısından daha zengindir (Berg et al., 2006).

Moraceae, tek bir ata soyundan geldiğine inanılan Urticales takımının bir parçasıdır. Familyada hem sayıca hem de insanlara sağladığı fayda bakımından en önemli cins *Ficus*'tur. Bu cinsin ekonomik anlamda en önemli türü, alçak, gür bir ağaç veya büyük çalı olan *F. carica* (yaygın incir) 'dır. *F. carica*, Batı Asya'da ortaya çıkmış, eski zamanlarda evcilleştirilmiş ve Akdeniz'den dünyanın çoğu subtropikal bölgesine yayılmıştır (Francis et al., 2004). Bununla birlikte *Ficus* türlerinin temel türler olarak sınıflandırıldığı bilinmekte, meyveleri doğal hayatta yaşayan canlılar tarafından yiyecek olarak tercih edilmektedir. Bu nedenle bu türler, çevresel ıslah materyali olarak büyük bir potansiyel göstermektedir (Soejono et al., 2013).

Familyada bulunan cinslerin hepsi (*Fatoua* cinsi hariç) gövdelerinde ve bazen yapraklarında bulunan parankimatöz dokulardaki latisiferlerden süt kıvamında (bazen sulu) lateks salgılayan monoik (tek evcikli) veya dioik (iki evcikli) ağaçlar, çalılar, sarmaşıklar ve çeşitli otlardan oluşmaktadır. Bazı taksonlarında kökler destekçi yapıdayken, yapraklar alternat, basit (nadiren bileşik), sarmal veya karşılıklı yapıdadır. Bazı yapraklarında stipula (yan yaprakçık-kulakçık) bulunmaktadır, ancak bunlar sıklıkla birleşmiş ve tomurcuğun üzerinde bir başlık oluşturmuştur. Çiçek salkımları çeşitli formlar almaktadır. Çiçekleri tek eşeyli ve genellikle dörtlüdür. Bazı türlerin kuru meyveleri olmasına rağmen, birçoğunda sert kabuklu veya aken meyveler etli çiçek tablasında gömülüdür (Francis et al., 2004; Simpson, 2010).

Moraceae familyası ekonomik ve ekolojik açıdan oldukça önemli olan *Morus* (dut), *Artocarpus altilis* (ekmek ağacı), *Artocarpus heterophyllus* (jak meyvesi) ve *Treculia africana* (Afrika ekmek ağacı), *Ficus carica* (incir) gibi yenilebilen meyveleri üreten türleri içermektedir. *Morus alba* (beyaz dut) türü gibi

meyve ağaçlarının yaprakları ipekböceği güvesi larvalarının besin kaynağı olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, *Antiaris*, *Ficus* ve *Castilla* gibi diğer cinsler keresteleri ve lateksleri açısından önemlidir. Java adasına özgü *Antiaris toksikaria*'nın (upas ağacı) lateksi ok zehiri olarak kullanılmaktadır. Moraceae familyasının en geniş cinsi olan *Ficus*; *Ficus bengalensis* (banyan ağacı) ve Hint kauçuk ağacı gibi çeşitli süs bitkilerini içermektedir. *Broussonetia papyrifera*'nın (acem-yaprak dutu) kabuğu, kumaş ve kâğıt ürünlerinin imalatında kullanılmıştır (Simpson, 2010; Rahman and Khamon, 2013; Zerega and Gardner, 2019).

Önemi uzun zamandan beri bilinmekte olan Moraceae familyasının bitkileri; gıda, ilaç ve kültürel faaliyetlerde kullanılmak üzere yetiştirilmektedir. Moraceae familyasında bulunan bitkilerin antibakteriyel, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antioksidan ve immünomodülatör özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Sreena and Sunitha, 2021).

Antik çağlardan bu yana bu bitkilerden ilaç olarak faydalanılmıştır. Halk arasında meyveleri kanamalı hastalıklar ile göz ve boğaz hastalıklarının tedavisinde, yaprak ve kabukları ise diş tedavisinde kullanılmıştır. Bunlara ek olarak, yaprakları halk arasında kanser tedavisinde de kullanılmaktadır. Özellikle 700'den fazla türe sahip *Ficus* cinsi, umut verici tıbbi değere sahip çeşitli kimyasal bileşenleri içeren önemli bir ağaç grubudur. Yaklaşık 60 cins 100'den fazla türe sahip *Artocarpus*, bol miktarda besin bileşeni ile yüksek verim sağladığına inanılmakta, türleri gıda kaynağı olarak ve ayrıca geleneksel tıbbi uygulamalarda kullanılmaktadır (Özdemir, 2019; Sreena and Sunitha, 2021).

Moraceae, özellikle çiçeklenme mimarisi, üreme sistemleri ve tozlaşma sendromları olmak üzere inanılmaz çeşitlilikte morfolojik özellikler sergilemektedir. Moraceae familyasının çeşitliliği, karakter, bitki-böcek mutualizmi ve üreme sistemi ile ilgili karşılaştırmalı çalışmaları mümkün kılmaktadır (Clement and Weiblen, 2009).

2.2. *Ficus* Cinsinin Genel Özellikleri

Ficus, Moraceae familyasına ait, dünya çapında çoğunlukla tropikal ve subtropikal ormanlarda görülen, yaklaşık 800 tür ve 2000 çeşitten oluşan en büyük kapalı tohumlu bir cinstir (Kaur et al., 2011; Huang et al., 2022).

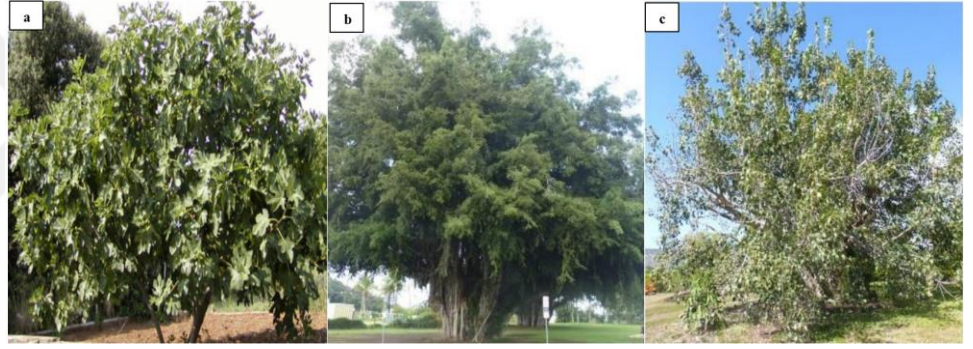
Ficus cinsi; yıl boyunca böcekler, kuşlar ve hayvanlar tarafından yenilen meyveleri ile ekosistemde temel bir rol oynayan, tropikal yağmur ormanlarının kilit taşı olarak kabul edilmektedir. Birçok *Ficus* cinsi, farklı biyocoğrafik bölgelerde yaygınlaşmıştır. *Ficus* türlerinin çoğunlukta olduğu Asya-Avustralya bölgesi, dünyada bulunan türlerinin ortalama %66'sına karşılık gelen, yaklaşık 500 türü içermektedir. Cinsin maksimum çeşitliliği; Asya anakarasında (170 tür), Yeni Gine (132 tür) ve Borneo'da (129 tür) görülmektedir (Chaudhary et al., 2012).

Türlerinin büyük çoğunluğu ovalarda yetişmesine rağmen, bazıları yaklaşık 2.000 m rakımlara kadar ulaşmaktadır. Yaşam formları (ağaç, epifitler, yarı-epifitler, halofitler ve litofitler) ve türlerinin yapısı (belirli mevsimlerde yapraklarını döken ve her zaman yeşil kalan ağaçları, çalıları, otları, sarmaşıkları) açısından en çeşitli cinslerden biri olarak kabul edilmektedir (Chaudhary et al., 2012; Devi and Das, 2016).

Moraceae familyasından biri olan *Ficus* cinsi morfolojilerine göre; *Ficus* (ginodioik), *Synoecia* (ginodioik), *Sycidium* (ginodioik), *Sycomorus* (ginodioik ve monoik), *Pharmacosycea* (monoik), *Urostigma* (monoik) olmak üzere altı alt cinse (subgenus) ayrılır (Berg, 2003; Berg et al., 2006). Tek evcikli alt cins *Urostigma*, 280 tür ile en genişleridir ve türlerin çoğu hemiepifit özelliktedirler (Rønsted et al., 2008).

Ficus bitkilerinin önemi dünya çapında belgelenmiştir. *Ficus* türleri geleneksel olarak, yenilebilir meyveler sağlamak ve insanlar için dini bitki, ilaç, yakacak odun, süs bitkisi, hayvan yemi ve çit olarak kullanılmaktadır (Deepa et al., 2018). Tüm *Ficus* türleri, fiziksel saldırılara karşı kendini korumasını ve kendi kendini iyileştirmesini sağlayan damar yapılarında lateks benzeri bir maddeye sahiptir (Lansky et al., 2008).

Çeşitli *Ficus* türleri, başta diyabet olmak üzere farklı organlarda görülen hastalıkları etkili bir şekilde tedavi etmek için dünyanın her yerinde yerli halk tarafından uzun süredir kullanılmaktadır. *Ficus* spp.'nin farklı bölgelerinden belirlenmiş biyolojik aktiviteleri arasında; antibakteriyel, antimikrobiyal, antikanser, antioksidan, antiinflamatuvar ve antidiyabetik özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca çeşitli farmakolojik çalışmalar, sağladığı yararlı etkinlikleri sebebiyle *Ficus* türlerinin etnomedikal kullanımları ile desteklenmiştir (Deepa et al., 2018; Shi et al., 2018; Mudhafar et al., 2021). *Ficus* spp. bitkileri, dünyanın her yerinde odunsu bitkiler veya ağaçlar olarak bulunmaktadır. *Ficus* spp.'nin en önemli türlerinden bazıları; *F. carica*, *F. bengalensis* ve *F. religiosa*, geleneksel tıpta çeşitli hastalıkları tedavi etmek için ilaç olarak kullanılmaktadır (Şekil 2.1) (Joseph and Raj, 2010; Walia et al., 2022).



Şekil 2.1. *Ficus* cinsine ait olan farklı türdeki bitkilerin görünüşleri; a) *Ficus carica* L., b) *Ficus benghalensis*., c) *Ficus religiosa*. (Derraik and Rademaker, 2007; Murugesu et al, 2021).

Ficus cinsindeki farklı türler için çeşitli farmakolojik etkiler tanımlanmıştır (Mousa et al., 1994). *F. arnottiana* ve *F. hispida*'nın kabuğu hipoglisemik aktivite göstermektedir. *Ficus bengalensis*'in kökleri antihelmintik etkinlik gösterdiği, özlerinin ise karaciğer ve böbrekten insülinaz etkinliğini inhibe ettiği bildirilmiştir. Meyvesinin özleri, antitümör etkinlik sergilemiştir. *F. racemosa*, yara iyileşmesinde ve cilt kanserinin tedavisinde uygulanmıştır. *F. sycomorous* L., *F. benjamina* L., *F. bengalensis* L. ve *F. religiosa* L.'nin meyve özleri, önemli antitümör antimikrobiyal ve antibakteriyel etkinlik sergilemekte, ancak antifungal etkinlik göstermemektedir. *Ficus religiosa*'nın tıpta çok sayıda terapötik kullanıma sahip olduğu bildirilmiştir. Kaynatılan yapraklarının özünden, diş ağrısı için analjezik olarak faydalanılırken, meyveleri; astım, diğer solunum hastalıkları ve uyuz tedavisinde; gövde kabuğu ise

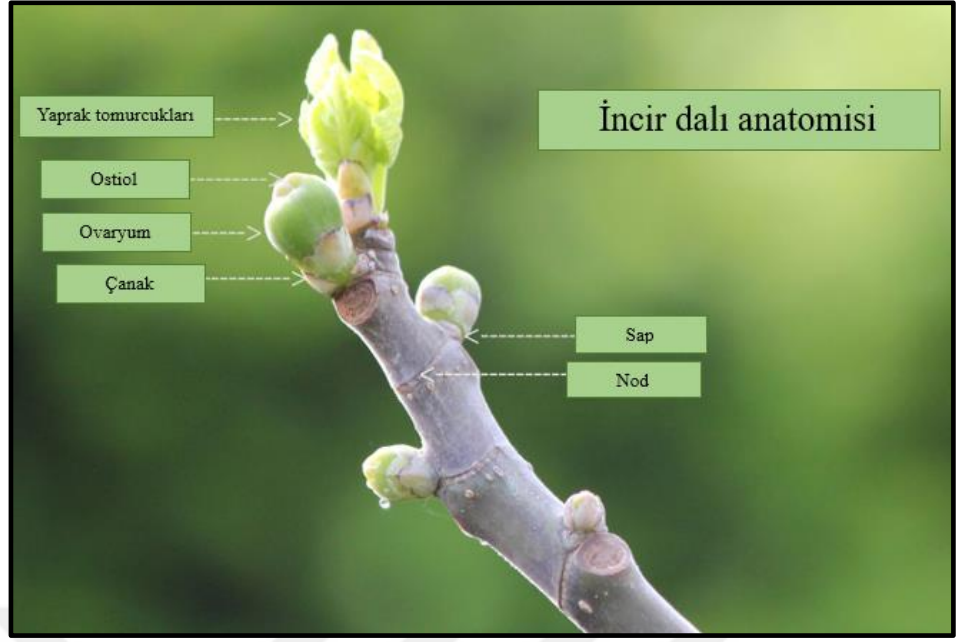
felç, şeker hastalığı, ishal, kemik kırığı, antiseptik, kanamayı durdurucu ilaç ve panzehir olarak kullanılmıştır (Sirisha et al., 2010; Kumar et al., 2021).

Yaygın incir veya *Ficus carica* Linnaeus, olağanüstü ticari önemi ile bilinen en popüler *Ficus* türüdür (Murugesu et al., 2021). Akdeniz ülkelerinin en değerli meyve türlerinden biri olan incir, önemli genetik çeşitliliğe sahip çok sayıda çeşitten oluşmaktadır (Polat and Çalışkan, 2008; Uzundumlu et al., 2018). *F. carica*'nın yaş ve kuru meyveleri; kanser, ülser, karaciğer ve dalak büyümesinde kullanılmakta, lateksi ülser ve gut hastalığının tedavisinde, yaprakları ise kanser, tümör ve dermatitin tedavisinde kullanılmaktadır. *F. carica*'nın meyvesi, antitrombosit etkisinin yanında K^+ -ATP kanallarının aktivasyonu aracılığıyla spazmolitik aktivite göstermektedir. Bu nedenle bağırsak motilitesinde ve inflamatuvar bozukluklarda kullanılmaktadır (Sirisha et al., 2010).

Ficus türleri geleneksel tıpta merkezi sinir sistemi, endokrin sistemi, gastrointestinal sistem, üreme sistemi, solunum sistemi ve bulaşıcı hastalıkların geniş bir yelpazesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Antibakteriyel, antifungal, antiviral aktivitelere ve fitokimyasal yapılara sahip olan farklı *Ficus* türleri; tıbbi değeri büyük flavonoller, flavonoidler, terpenoidler, kumarinler, glikozitler, esterler, karbonhidratlar, serin proteaz vb. bileşikler içermektedirler. Bazı *Ficus* türleri üzerinde yapılan fitokimyasal araştırmalar, ana bileşenlerinin fenolik bileşikler olduğunu ortaya koymuştur (Salem et al., 2013; Tkachenko et al., 2016).

2.3. *Ficus carica* L. Bitkisinin Genel Özellikleri

Ficus carica Linn., Moraceae familyasına ait 7-10 m yüksekliğe kadar büyüyen her yıl yapraklarını döken, düzensiz dallı bir ağaç veya büyük dağınık bir çalıdır. *F. carica* L.; çok sayıda, silindirik, kırmızımsı veya soluk gri pürüzsüz olan kabuklu dallara sahiptir. Genç yaprak saplarında yara izleri ve düşük stipulleri bulunmaktadır, en genç dalları ise tüylüdür (Şekil 2.2) (Çalışkan, 2012; Ali et al., 2012; Hiwale, 2015; Li et al., 2021).



Şekil 2.2. İncir dalının anatomisi (Anonim, 1).

Arkeolojik kanıtlar sonucunda, 11.000 yıldan fazla bir süredir yetiştirildiği ileri sürülen *F. carica*'nın, insanlar tarafından kullanılan en eski ağaç mahsullerinden ve şifalı bitkilerden biri olduğu bildirilmiştir (Kislev et al., 2006; Shi et al., 2018). İncir (*F. carica* L.), Batı Asya'dan geldiği ve insanlar tarafından Akdeniz'e doğru yayıldığı düşünülen güneybatı Asya ve doğu Akdeniz'e özgü, Moraceae (Dutgiller) familyasının *Rosales* takımındaki taksonunda bulunmaktadır (Çizelge 2.1). Dünyanın çeşitli yerlerinde uzun süredir yetiştirilmekte olan incir hem kuru hem de yaş olarak tüketilen en önemli meyvelerden biridir. Ticari değeri yüksek yenilebilir meyvelere sahip olan incir bitkisinin üretimi dünyada, Akdeniz çevresinde ya da Kaliforniya, Avustralya, Yeni Zelanda, Hindistan ve Güney Amerika gibi Akdeniz iklimine sahip ülkelerde yapılmaktadır. Ayrıca tipik olarak ılıman kışları ve sıcak kuru yazları olan Türkiye, Mısır, Fas, İspanya, İtalya, Brezilya, Yunanistan, Portekiz, Cezayir ve Türkistan ise yenilebilir incirin başlıca üretici ülkelerindendir (Patil and Patil, 2011; Ercisli et al., 2012; Mawa et al., 2013; Hiwale, 2015).

Çizelge 2.1.: *Ficus carica* L. bitkisinin taksonomik sınıflandırılması (Anonim, 2).

Kingdom (Alem)	Plantae – Bitkiler
Subkingdom (Alt alem)	Viridiplantae – Yeşil Bitkiler
Superdivision (Üst Bölüm)	Embryophyta
Division (Bölüm)	Tracheophyta – Damarlı Bitkiler
Subdivision (Alt Bölüm)	Spermatophytina – Tohumlu Bitkiler
Class (Sınıf)	Magnoliopsida – Çiçekli Bitkiler
Superclass (Üst Sınıf)	Rosanae
Order (Takım)	Rosales
Family (Familiya)	Moraceae – Dut familyası
Genus (Cins)	<i>Ficus</i> L.
Species (Tür)	<i>Ficus carica</i> L. – İncir

Anadolu, çeşitli gen kaynaklarına sahip olmasının bir sonucu olarak birçok bitki türünün yanı sıra incirin de anavatanı olarak bilinmektedir. İncirin gen merkezlerine bakıldığında Türkiye, Doğu ile Akdeniz'in kesiştiği noktada olması nedeniyle özel bir konuma sahiptir (Özdemir et al., 2020). Ülkemiz; çeşitli renge, boyuta, şekle ve lezzete sahip birçok kültürel ve yerel incir çeşidini kapsamaktadır. Zengin incir popülasyonları, yerel piyasalarda genellikle yaş veya kuru incir olarak tüketilmektedir (Simsek et al., 2020).

İklim ve toprak koşullarının istenilen kriterlere uygun olduğu Ege Bölgesi'nin Büyük ve Küçük Menderes havzalarında, dünyanın en kaliteli kuru incirlerinden biri olan Sarılop incir çeşidi üretilmekte, bununla birlikte incir üretimi ağırlıklı olarak Aydın, Bursa, İzmir, Mersin, Hatay, Balıkesir, Antalya ve Gaziantep illerinde yapılmaktadır (Şekil 2.3).

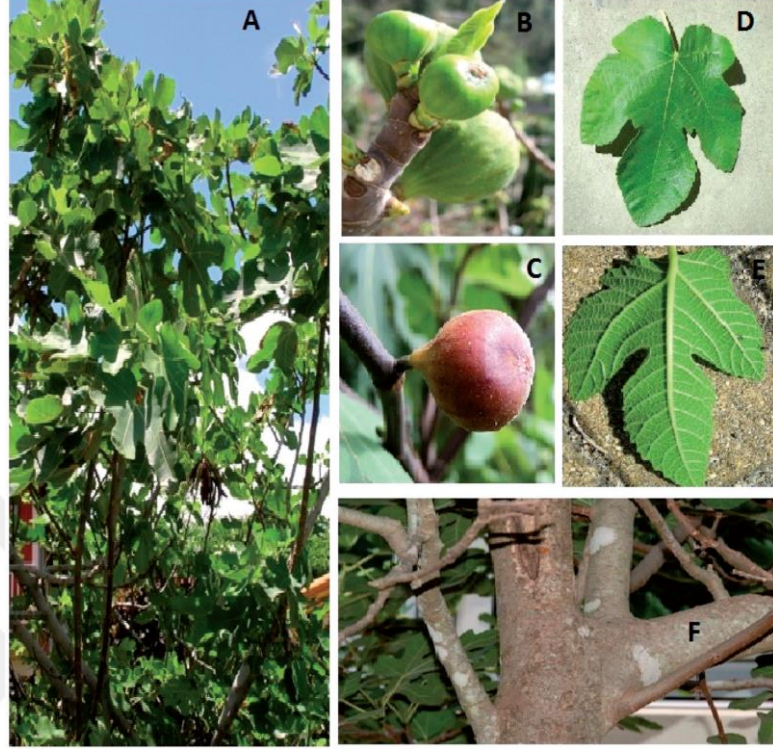


Şekil 2.3. İncir ekim alanlarının Türkiye’deki yayılışı; incir yetiştirilen alanlar (sarı), kuru incirin (yeşil) ve yaş incirin (kırmızı) yetiştirildiği alanlar (Arpacı et al., 2018).

İncir ağaçlarının, hızlı büyümesi ve yayılması sebebiyle, genişlikleri yüksekliklerine kıyasla daha büyük olma eğilimindedir. Çeliklerden veya tohumlardan elde edilen incir bitkileri, yetiştirildiklerinde genellikle tek gövdeli ağaçlara dönüşürler, ancak donma veya diğer yaralanmalardan zarar görmüş ağaçlar, çok gövdeli köklerden yeniden filizlenebilmektedir. İncir ağaçlarının odun yoğunluğu düşüktür ve kolay kırılır. Dalları özlü bir iç kısma sahiptir. İnsan cildini tahriş eden lateks, yarılmış tüm incir bitkisinin yapılarından üretilmektedir (Stover et al., 2007).

Bitkinin lateksi, süt kıvamında beyazdır ve temel olarak protein hidrolitik enzimi olan fisini içermektedir. Tür adı *carica*, papaya benzeri yapraklara sahip olmak anlamına gelmektedir. Yaprakları parlak yeşil, tek, alternat ve büyük, genellikle 3-5 oval loblu, genişlemiş oval biçimdedir. Üst yüzeyi pürüzlü ve alt yüzeyi yumuşak tüylüdür (Gafoor et al., 2019). Yaprak kenarları bıçak şeklindedir ve 2–5 cm uzunluğunda güçlü yaprak sapları vardır. 10 – 20 cm uzunluk ve genişliğindeki laminanın tabanı kalp şeklindedir (Aytürk, 2016). Meyveleri, aksiller yapraklı dalcıklar üzerinde, tek ya da çift, genellikle armut biçimli ve renkleri bakımından değişkendir. Olgunlaşmış incir meyvesi, sert bir kabuğa sahiptir (saf yeşil, kahverengi veya morla kaplı yeşil), genellikle olgunlaştıkça çatlayıp meyve etini açığa çıkarmaktadır. Dış kabuğu, silindirik, düzensiz yuvarlak pullarla kaplı,

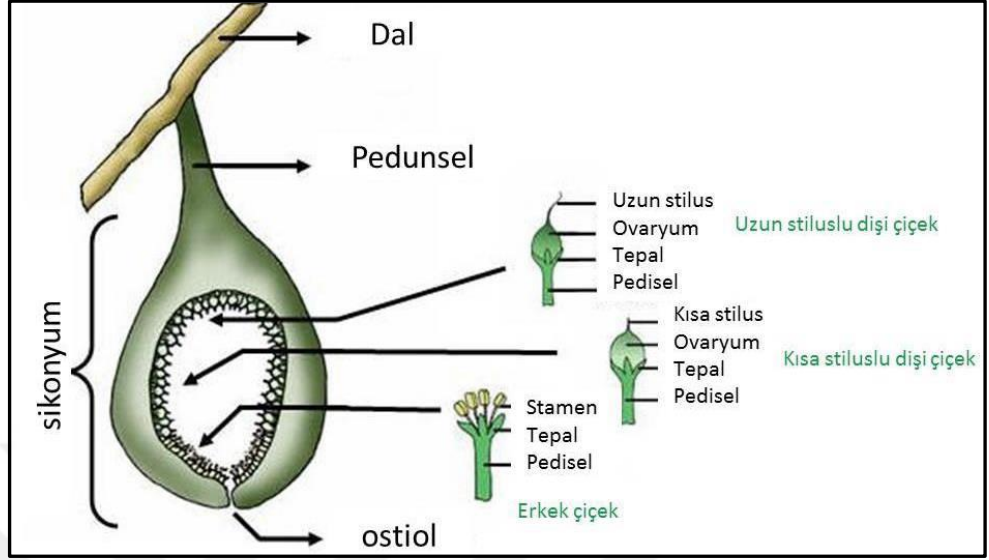
gümüşi gri renkli ve pürüzsüzdür (Şekil 2.4) (Patil and Patil, 2011; Badgujar et al., 2014).



Şekil 2.4. *F. carica*'nın; a) ağacı, b) olgunlaşmamış incir meyvesi, c) olgunlaşmış incir meyvesi, d) koyu yeşil yaprağının üst yüzeyi, e) koyu yeşil yaprağının alt yüzeyi ve f) gövdesinin kabuğu (Badgujar et al., 2014).

İncir bir meyve olarak kabul edilse de aslında ters çevrilmiş bir çiçektir. Olgunlaştığında sulu ve tatlı olan meyveleri, olgunlaşmadan önce lateks ile kaplıdır. *F. carica*'nın erkek ve dişi ağaçlarındaki meyvesi, sikonyum adı verilen ucunda dar bir açıklığı olan, etli içi boş bir çiçek tablası şeklinde özel yapılardan oluşmaktadır. Sikonyum; reseptakulum dokusundan, sikonyumun alt kısmında bulunan ostiol açıklığını çevreleyen pullar (brakte) ve reseptakulum duvarına dizilen çiçeklerden oluşmaktadır (Şekil 2.5). Çiçeklerinin meyve kılıfı içerisinde yer alması sebebiyle, diğer meyve türlerinden farklı olarak meyve tutumu tozlayıcı (ilek) yaban arısı (*Blastophaga psenes* L.) ile gerçekleşmektedir. İncirin meyve kesesi olarak da adlandırılan sikonyumun içinde bir dinamik vardır; burada bulunan pistiller, yumurtadan çıkana kadar bir yaban arısı yumurtasını veya incirin tohumunu barındırabilir, ancak ikisini birden barındıramaz. Tozlayıcı incir yaban arıları,

sikonyumun tepesindeki bir açıklıktan çiçeklere erişim sağlamaktadır (Chawla et al., 2012; Yaman ve Çalışkan, 2016; Aytürk, 2016; Salma et al., 2020).



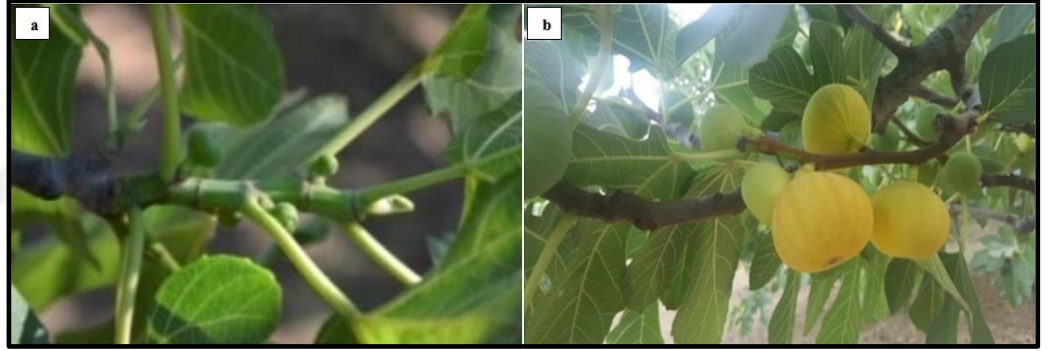
Şekil 2.5. Sikonyumun yapısı (Aytürk, 2016).

Karmaşık bir üreme sistemine sahip olan *Ficus carica*'nın 'erkek' (*Ficus carica* var. *Caprificus*, yabani incir) ve 'dişi' incir (*Ficus carica* var. *Domestica*, yenilen incir) olmak üzere 2 eşeysel formu bulunmaktadır. Yabani incir, bir evciklidir ve bünyesinde ayrı erkek (stamen) çiçekler ile kısa stiluslu dişi (gal) ve uzun stiluslu dişi çiçekleri içeren ayrı dişi (pistil) çiçekleri bulundurmaktadır. Erkek çiçekler polen üretirken, yenilebilir incirler sadece uzun biçimli dişi çiçekleri içermektedir. İşlevsel olarak erkek ağaçlar hermafrodit olduğundan, *Ficus carica* genellikle dioik yerine ginodioik olarak kabul edilmektedir (Armstrong, 2012).

Meyvesi çukur, etli, iç yüzeyi tamamen çiçeklerle kaplı bir kılıf şeklinde olan incir, dışarı ile bağlantısını 'ostiolum' adı verilen etrafı pullarla çevrelenmiş bir açıklıktan sağlamaktadır. Genel olarak erkek incirin meyvesi olgunlaştığı zaman yumuşar, şekerlenmez ve yenilemez; dişi incirlerde ise meyve olgunlaştığı zaman kılıfın dış kısmı meyve kabuğunu, iç duvarları ile çiçek kısmı ise etlenip, sulanıp şekerlenerek meyvenin 'lapa' kısmını oluşturmaktadır. Bu lapa kısmı içerisinde de incirin asıl meyvelerini oluşturan tohumları (çekirdekleri) bulunmaktadır. Bir incir meyvesi içerisinde birçok tohum bulunması sebebiyle literatürde 'Bileşik meyve' olarak da adlandırılmaktadır. Bununla birlikte, meyvesinin yumuşak olmasından

dolayı bazı pomolojik sınıflandırmalarda üzüksü meyveler grubu içerisinde yer aldığı görülmektedir (Çatmadım, 2014).

Geleneksel Türk incirleri, mevcut en kaliteli incir çeşitlerinden bazıları olarak kabul edilmektedir. Türkiye’de yetiştirilen kuru incir üretiminin %90’ını Sarılop çeşidi oluşturmaktadır. Ülkemiz, tarımsal ürünlerimiz arasında üretim ve ihracattaki katkı payını yükselten en değerli kurutmalık incir çeşidi olan Sarılop ile dünyada incir ihracatında en önemli ülkeler arasında yer almaktadır. Üretim ve ihracattaki üstünlüğün devam ettirilebilmesi için klonal varyasyondan yararlanılarak Sarılop çeşidi gibi üstün çeşitlerle üretim yapılması gerekmektedir (Arpacı et al., 2018). Yaz mevsiminde hasat edilen iyilop meyvelerinde, yapraklanma oluşumu tamamlandıktan sonra ostiolün görüldüğü tarih, meyve doğuş tarihi olarak kabul edilmiştir (Şekil 2.6) (Ayar vd., 2022).



Şekil 2.6. *F. carica*; a) meyve doğuşları, b) Sarılop’un yaş meyvesi (Arpacı et al., 2018; Ayar vd., 2022).

Dünyada 135’ten fazla isimle bilinen *F. carica*’nın kuru ve yaş meyveleri, yüksek enerji yoğunluğuna sahip oldukça zengin besin değerlerini içermektedir (Badgujar et al., 2014; Hussain et al., 2021). *F. carica*’nın kurutulmuş meyvelerinin önemli bir vitamin (özellikle A, C, K), mineral (magnezyum, mangan, kalsiyum, potasyum dahil), karbonhidrat, şeker, organik asit ve fenolik bileşik kaynağı olduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak, incir meyvesi 18 farklı çeşitte amino asit içerir ve glutamik asit, aspartik asit, alanin, prolin, serin, lösin miktar olarak en çok bulunanlardır. Yaş ve kuru incir ayrıca insan sağlığına iyi gelen yüksek miktarda lif ve polifenol içermektedir (Mawa et al., 2013; Erdeğer, 2019).

İncir, dünyadaki en yüksek mineral içeriğine sahiptir ve kalsiyum içeriği açısından portakaldan sonra ikinci sırada gelmektedir (Bouyahya et al., 2016). Ham incir; %79 su, %19 karbonhidrat, %1 protein ve ihmal edilebilir düzeyde yağ içermektedir. 100 gram porsiyonu, yaklaşık 74 kalori olan ham incir (Günlük Değerin, GD %14'ü), orta düzeyde bir diyet lifi kaynağıdır. %30'u su olacak şekilde kurutulduğunda, incirlerin karbonhidrat içeriği %64, protein içeriği %3 ve yağ içeriği %1'dir. 100 gramlık bir porsiyonda 249 kalori sağlayan kuru incir ise zengin bir diyet lifi (GD %20'den fazla) ve temel mineral mangan (GD %26'sı) kaynağı iken, iyi miktarda kalsiyum, demir, magnezyum, potasyum ve K vitamini içermektedir (Nuri and Uddin, 2021). Ayrıca potasyum, omega 3 ve omega 6 yağ asitlerinin varlığı sayesinde kan basıncını ve kolesterolünü düzenlemeye yardımcı olmaktadır. İncirin yüksek tıbbi değeri, içerdiği farklı fitokimyasalların varlığı ile ilişkilidir. Muazzam fitokimyasallar ve biyoaktif bileşikler açısından zengin olan incir, terapötik faydaları nedeniyle geleneksel olarak kullanılmıştır (Hussain et al., 2021).

İncir üzerinde yapılan fitokimyasal çalışmalar; seramidler, serebrositler, steroidler, pentasiklik triterpenler, flavonoidler ve fenolik bileşiklerin varlığını ortaya çıkarmıştır. İncirin kabuğu, etli kısmı, yaprakları ve meyveleri klorojenik asit, rutin, luteolin ve (+)-Catechin gibi çeşitli biyoaktif bileşiklerden oluşmaktadır (Hajam and Saleem, 2022). Farmakolojik incelemeler sonucunda fonksiyonel bir gıda olma potansiyeline sahip olan incir, besleyici özelliklerinin yanı sıra antioksidan, antibakteriyel, antimikrobiyal, antikanser ve karaciğeri koruyucu özellikler göstermesi nedeniyle geleneksel tıpta çeşitli hastalıklara karşı metabolik, kardiyovasküler, solunum, antispazmodik ve antiinflamatuvar terapötik ilaç olarak yararlanılmaktadır (Patil and Patil, 2011; Bouyahya et al., 2016; Ivanov et al., 2018).

İncir yapraklarının; hipoglisemik, bağışıklık düzenleyici, ateş düşürücü, antihelmintik etkilere sahip olduğu bildirilmiş, genellikle vitiligo, diyabet, öksürük, astım, kabızlık ve diş eti iltihabı gibi hastalıkların tedavisinde faydalanılmaktadır. Meyvesi; ateş düşürücüdür, toniktir, müşhildir. Kökü toniktir, lökoderma ve saçkıran için yararlı etkileri bulunmaktadır. Geleneksel olarak meyvesi, kökü ve yaprakları doğal tıp sisteminde gastrointestinal (kolik, hazımsızlık, iştahsızlık, ishal

ve ülseratif rahatsızlıklar), solunum (boğaz ağrısı, öksürük ve bronşiyal rahatsızlıklar), inflamatuvar ve kardiyovasküler gibi farklı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Mide, prostat, kolon, karaciğer ve testis gibi belirli kanser türlerine karşı antitümör aktivitesi ile de bilinmektedir (Patil and Patil, 2011; Bouyahya et al., 2016; Rahmani and Aldebasi, 2017).

2.4. İncir Bitkisinin Ticari Önemi

İncir meyvesi, dünyada Akdeniz bölgesinde yetiştirilen en eski meyve ağaçlarından biri olarak kabul edilmektedir. Pek çok besleyici ve tedavi edici özelliğe sahip olan incirin günümüzde yüksek tüketimi nedeniyle önemli bir ekonomik rolü bulunmaktadır (Núñez-Gómez et al., 2021; Nosir et al., 2023). Dünya çapında, incir meyvesi üretimi Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne (Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO) göre, istikrarlı bir şekilde devam etmektedir. Son veriler ışığında, dünya çapında incir ağaçlarının dikildiği alan 289.818 hektarı aşmaktadır ve tahmini üretimi 1.315.588 tondur (Teruel-Andreu et al., 2021). Buna ek olarak, Uluslararası Kuruyemiş ve Kuru Meyve Konseyi'ne (International Nut and Dried Fruit Council-INC) göre, Dünya kuru incir tüketimi 161 bin ton üzerinde ve küresel kuru incir ihracatının 148.400 bin ton olarak gerçekleştiği belirtilmektedir (Çizelge 2.2). Ayrıca, Dünya ülkeleri arasında Türkiye, kuru incir ihracatında en üst sırada yer almakta ve Dünya ihracatının %58'ini karşılamaktadır (Çizelge 2.3) (Mutlu, 2022).

Çizelge 2.2. Dünya Kuru İncir Üretimi (Mutlu, 2022).

Yıl	Üretim (ton)
2010	107.562
2011	107.000
2012	145.250
2013	117.800
2014	135.744
2015	142.505
2016	131.500
2017	143.400
2018	134.900
2019	155.700
2020	148.400

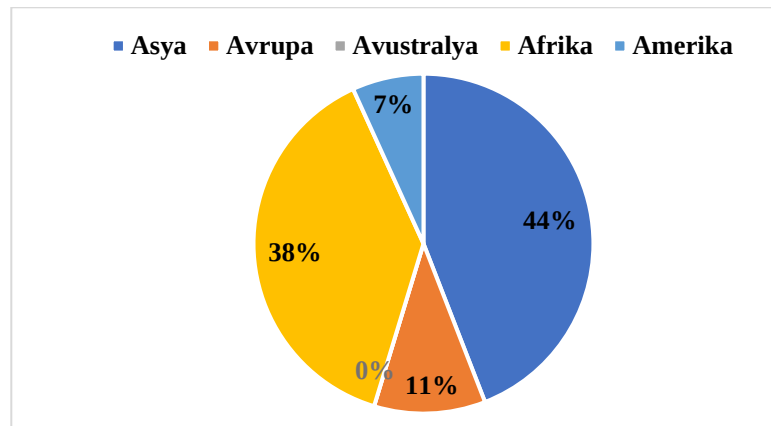
Çizelge 2.3. Ülkelerin 2021 yılı kuru incir üretim ve ihracat payları (Mutlu, 2022).

Ülke	Kuru İncir Üretim Miktarı (ton)	Dünya Üretim Payı (%)	Kuru İncir İhracat Miktarı (ton)	Dünya İhracatındaki Payı (%)
Türkiye	85.500	58	84.702	58
İran	25.000	17	0	0
İspanya	10.000	7	7.566	5
Amerika	9.500	6	0	0
Yunanistan	6.500	4	0	0
Afganistan	4.000	3	12.697	9
İtalya	2.000	1	0	0
Avusturya	0	0	3.906	3
Almanya	0	0	3.856	3
Diğer	5.900	4	32.604	22
TOPLAM	148.400	100	145.331	100

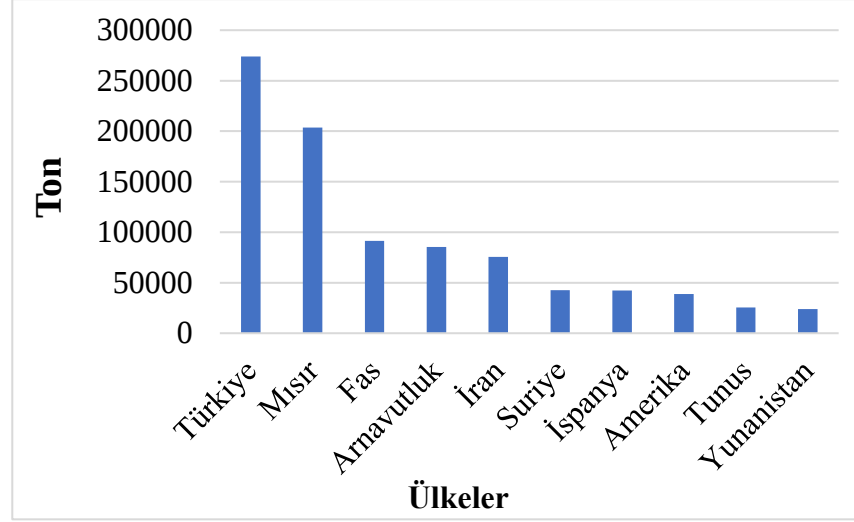
Global olarak; Türkiye, Mısır, Yunanistan, Cezayir, İtalya ve İspanya incir üretim veriminin %90'ını kapsayan Akdeniz üreticileri arasında yer almaktadır. İspanya, 2019'da yaklaşık 56.600 ton ile dünya üretiminin yaklaşık %4'ünü ve Avrupa'daki üretiminin ise yaklaşık %44'ünü temsil eden Avrupa'nın en çok incir üreten ülkesidir (Ramadan, 2023). Pek çok ülkede yetiştiriciliği yapılan incirin, dünya genelindeki yayılımına bakıldığında Asya kıtası %44,1'lik pay ile öncü durumdadır (Şekil 2.7 ve 2.8). FAOSTAT'dan alınan verilere göre ise 1994-2020 yılları arasında dünya çapında en önemli incir üreticisi ülkeler arasında Türkiye ilk sırada yer almaktadır. Ayrıca Türkiye, Mısır, Fas, Cezayir, İran, İspanya ve ABD, dünya toplam yaş ve kuru incir üretiminin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.7. 2020 yılının verilerine göre incir üretimi yapılan ülkeler (FAOSTAT, 2022).

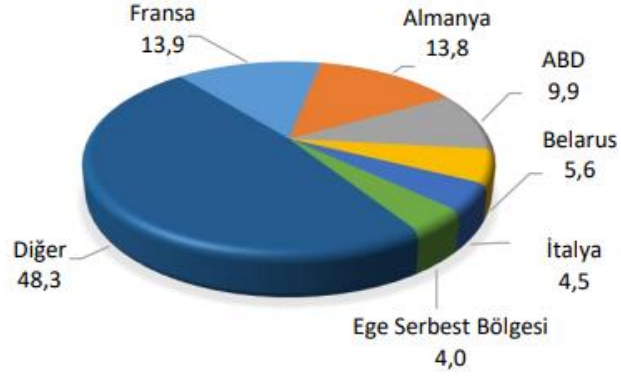


Şekil 2.8. 1994-2020 yılları arasında kıtalara göre toplam incir üretim payı (Türkiye, Asya kıtasına dahildir) (FAOSTAT, 2022).



Şekil 2.9. 1994-2020 yılları arasında dünyanın en önemli yaş ve kuru incir üretici ülkeleri ve üretim miktarları (ton) (FAOSTAT, 2022).

Ticari incir üretiminin büyük bir kısmı, Türkiye'nin de bulunduğu Akdeniz Havzası'nda yer alan ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Ülkemiz, 2020 yılında başta Ege, Marmara ve Akdeniz bölgeleri olmak üzere 53.694 ha alanda yıllık 320.000 metrik ton üretimle yıllardır dünyanın en büyük incir ve kuru incir üreticisidir (Güney et al., 2022). Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü'nden (TEPGE) alınan verilere göre 2020-2021 yılları arasında, Türkiye kuru incir ihracatında önemli ülkelerin başında yer almaktadır (Şekil 2.10). 2020 üretim döneminde Türkiye'de 320 bin ton incir üretimi gerçekleşmiş, üretimin en önemli payını 183 bin ton ile Türkiye üretiminin %57,3'ünü karşılayan Aydın ili sağlamıştır (Şekil 2.11). İncirin ülkemizde başta taze tüketim olmak üzere kültüre alınmış ve yabani pek çok çeşidi bulunmakta ve farklı boyut, şekil, renk ve tatlar gözlemlenebilmektedir. Bu incirlerin isimleri daha çok yerel coğrafi kökene ("Kilis", "Bakras"), meyve şekline ("Bardak", "Kabak", "Armut Sapi"), meyve iriliğine ("Büyük Siyahlop") ve meyve kabuk rengine ("Siyah", "Mor", "Sarı") göre verilmektedir (Çalışkan and Polat, 2012).



Şekil 2.10. 2020-2021 yılları arasında Türkiye kuru incir ihracatında önemli ülkelerin yüzdesi (Anonim, 3).



Şekil 2.11. 2020 yılının verilerine göre Türkiye yaş ve kuru incir üretiminde en önemli paya sahip olan iller (Anonim, 3).

Türkiye'deki ekolojik koşulların ve coğrafi yapıların çeşitliliği nedeniyle ülkenin çeşitli bölgelerinde incir yetiştiriciliği yapılmaktadır (Nosir et al., 2023). Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesi dışında hemen hemen bütün bölgelerinde incir üretimi yapılmaktadır. Ancak bazı bölgelerinde üretimi daha öncelikli bir hal almıştır (Gül, 2017). Türkiye incir üretiminin %90'ını Sarılop çeşidi oluşturmaktadır. Sarılop, Ege bölgesinde özellikle Aydın ve İzmir'de yaygın olarak yetiştirilen, kabukları ince ve yeşilimsi sarı olan bir incir çeşididir. Aydın Ticaret Odası tarafından resmi olarak tescil edilmiş olan bu türün meyve ağırlığı 65-70 g civarındadır ve her yıl temmuz ayı sonundan eylül ayı sonuna kadar hasat edilmektedir. Rengi beyazımsı sarı olan kurutulmuş meyvenin, nem oranının %22-24 ve şeker oranının %50-55 olması, kurutma teknolojisi ve kalite parametreleri açısından önemli bir avantajdır (Nakilcioğlu and Hışıl, 2013).

2.5. İncir Bitkisinin Üretimi

2.5.1. İncirin Ekolojik İstekleri ve Geleneksel Üretim Yöntemleri

Subtropik bir meyve olan incir, geniş bir ekolojik uyum yeteneğine sahiptir. İncir, her ne kadar subtropik iklim bitkisi ise de dünyanın ılıman iklime sahip bölgelerinde de yetiştirilmektedir. İncirin yetişmesinde en önemli rolü oynayan ekolojik faktörlerden biri sıcaklıktır (Ek, 2011; Yıldırım, 2016; Gül, 2017). İncir ağaçları genellikle kışları ılıman, yazları sıcak ve kurak geçen bölgelerde yetiştirilmektedir. İncirin büyümesi için optimum koşullar; düşük bağıl nem (%25'in altında), yoğun güneş ışınımında, yüksek yaz sıcaklıklarında (yaklaşık 32-37°C) ve ılıman kışlarda (-1°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda) sağlanmaktadır (Crisosto et al., 2011). Meyvelerinin hasadında, daha yüksek ortalama sıcaklıkları (mayıs-ekim) ile özellikle meyve olgunluğu ve kurutma döneminde (ağustos-eylül) 30°C'ye kadar çıkan sıcaklıklara gereksinim duyulmaktadır. Sıcaklığın 38-40°C'nin üzerine çıkmadığı alanlarda iyi yetişmekte, 40°C'yi geçen sıcaklıklarda ise incir ağaçları ve meyveleri zarar görmeye başlamaktadır (Yıldırım, 2016).

Ficus carica L.,'nin maksimum meyve verimi için yüksek ışınım gerekmektedir. Ağaçları, daha soğuk havalarda büyümeyi durdurarak yapraklarını dökmekte, tipik bir tepe tomurcuğu geliştirerek dormansi (durgunluk) dönemine girmektedir. Bununla birlikte, düşük kış sıcaklıkları, ticari dikimi için sınırlayıcı bir faktör oluşturmaktadır. -9°C'den daha düşük sıcaklıklardaki yerlerde incir tarımının başarılı şekilde yapılamayacağı bilinmektedir (Bay, 2012; Micheloud et al., 2023).

Sıcaklığın -13, -14°C olduğu yerlerde, incirin toprak üzerinde bulunan bütün organları donmaktadır. Çok kısa süren -10°C'nin altındaki sıcaklıklar zararlı etki oluşturmazken uzun süre devam eden -10°C'nin üzerindeki sıcaklıklar zararlı etki oluşturmaktadır. İncir ağaçları için gereken yıllık yağış miktarı 625 mm'dir. Bununla birlikte, yıllık yağış miktarının 550 mm'nin altına düştüğü durumlarda sulanmaları gerekmektedir. Meyvelerinin şeker ve aromaca istenen özelliklere

sahip olması için, hava bağıl neminin kurutma mevsiminde (temmuz-eylül ayları) %40-45 arasında olması ve %50'yi geçmemesi istenmektedir (Ek, 2011).

Genel olarak incir ağaçları, diğer meyve ağaçlarından daha kurak koşulları tolere etmekte, ancak toprak tipine, yağış miktarına, ağacın boyutuna ve canlılığına bağlı olarak yeterli suya ihtiyaç duymaktadır (Isa et al, 2020). İncir ağaçları, her ne kadar su eksikliğine toleransı nedeniyle kurak alanlar için uygun bir ürün olarak görülse de büyümesi ve gelişmesi yoğun kuraklık koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Yaz aylarında yapılan sulama, incirlerin bir sonraki sezon ilk mahsulünün ve ikinci hasadın yapılacağı sürgünlerinin büyümesi için çok önemlidir. Öte yandan incir ağacının kök çürüklüğüne karşı oldukça hassas bir bitki olması nedeniyle sulama suyunun fazlalığından kaçınılmalıdır (Tapia et al., 2003).

İncir ağacı, toprak istekleri yönünden çok seçici değildir. Toprak pH'sı açısından 6-7.8 olan nötr ve nötre yakın olan, derin kumlu-killi, organik madde yönünden zengin ve kireçli topraklarda iyi şekilde yetişebilmektedir (Aksoy ve Şahin, 2001). Düşük toprak pH'sına sahip yerlerde ağaçlara kireç verilmesi gerekmektedir. Çok fazla nemli topraklar hariç çoğu toprak türünde, kayalıklar üzerinde, taş yarıklarında hatta başka bitkiler üzerinde bile yetişmektedirler. İncirin kök sistemi, nispeten yüzeyseldir, fakat geniş bir alana yayılma eğilimindedir (Bay, 2012; Azmi et al., 2020).

Genel olarak incir ağaçları gübrenemeye daha az ihtiyaç duymaktadır. Gübre ihtiyacı; toprağın tipine, organik maddeye, pH'a, ağacın verimine, büyüklüğüne, yaşına, çeşidine ve bölgede hüküm süren koşullar ile besin talebine bağlı olmaktadır (Benou et al., 2020) Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk, hem tarım topraklarını hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkileri olumsuz etkilemektedir. İncir, orta derecedeki tuzluluğu tolere edebilmektedir. Dünyada incirin yetiştiği topraklar, genellikle ortalamanın üzerinde tuzluluk içermektedir. Bu stres faktörlerine karşı yüksek verimli, strese dayanıklı türler belirlenmeli ve tuzluluk sorunu olan bölgelerde yetiştirilmelidir (Pakyürek and Dumanoglu, 2019). Topraktaki tuzun miktarı kadar tuzun cinsi de önemli

olmaktadır. İncir topraktaki sodyum ve bor gibi minerallerin fazlasına ve birçok herbisitinin aşırı dozlarına karşı duyarlıdır (Bay, 2012). Ayrıca incir ağaçları, yüksek kalsiyum içeriğine sahip topraklara karşı da toleranslıdır (Aksoy, 1997).

Toprağa ve iklime kolay uyum sağlaması nedeniyle dünya çapında sıklıkla yetiştirilen incir ağaçlarının, sağlıklı ve verimli incir bahçelerinin geliştirilmesi açısından fidelerinin üretim tekniklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar büyük önem taşımaktadır (Czaja et al., 2016; Boliani et al., 2019). Geleneksel üretim yöntemleri arasında tohum, çelikleme, daldırma ve aşılama ile çoğaltım bulunmaktadır. Ancak, tohumdan yetiştirilen incirler türe uygun değildir, oldukça güç ve zaman alıcı bir yöntem olmakla birlikte, ıslah çalışmalarında yeni çeşit elde edilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Polat vd., 2000; Flaishman et al., 2008; Ahmad et al., 2018). Bununla birlikte, incir tohumlarının cansızlığı nedeniyle tohumla vejetatif çoğaltım yöntemi tercih edilmemektedir (Azhar and Zainuddin, 2020).

Daldırma veya dip sürgünleri gibi yöntemlerle çoğaltılan ağaçlar, fazla dip sürgünü verme eğiliminde olduklarından ve bu dip sürgünlerini temizleme sorunu ek bir iş gücü gerektirdiğinden, pek tercih edilmemektedir. (Polat vd., 2000). Yüksek köklenme kapasitesine sahip olduğu için fidanlıklarda en çok kullanılan yöntem çelikleme ile çoğaltımdır (Ahmad et al., 2018). Fakat, hava sıcaklığındaki ani değişiklikler ve toprağın nem durumu köklenmeyi ve sürgünlerin gelişimini etkilemektedir (Dolgun and Tekintas, 2009). Bununla birlikte, açık araziye üretiminde; bitkiye zarar veren böceklerin ve hastalıkların görülme sıklığının yüksek olması, yağmur mevsiminde meyvelerin çürümesi, ekim alanlarının kötü yönetimi ve don hasarı gibi birtakım sorunlar oluşmaktadır. Bu nedenle, düşük verim elde edilmekte ve bazı durumlarda tarlalarda incir üretimi gerçekleştirilememektedir (Mendoza-Castillo et al., 2019; Ammar et al., 2022).

Çeşitli abiyotik ve biyotik kısıtlamalar, bu meyve mahsulünün büyümesini engelleyerek gelirden düşüşe ve tarlaların kademeli olarak kaldırılmasına neden olmaktadır (Ben Temessek et al., 2023). Dişi çeşitlerin taleplerini karşılamak için özel olarak seçilmiş tozlayıcıların bulunmaması ve bunları tarlada çoğaltmanın zorlukları da ciddi kısıtlamalardan biridir (Gaaliche et al., 2013).

Öte yandan, geleneksel yöntemlerle çoğaltım yavaş ve kısıtlıdır, yetersiz köklenme nedeniyle çoğalan çeliklerin %20-30'u sağ kalmaktadır. Büyük ölçekli çoğaltımının sağlanabilmesi için dikili incir alanlarının artırılması gerekmektedir, bu durumda da yüksek maliyete neden olan hem daha fazla çeliğe ve hem meyvesinin hasadı için daha fazla işçinin çalışmasına ihtiyaç duyulacaktır. Bununla birlikte, bu yöntemler, mahsulün verim potansiyelini olumsuz etkileyen patojenlerin yayılmasına önemli ölçüde sebep olmakta ve incir üretimini sınırlandırmaktadır (Kumar et al., 1998; Darwesh et al., 2014; Dessoky et al., 2016).

İncirin verimli ve kaliteli olarak çoğaltılabilmesi için, inciri olumsuz etkileyen etmenlerin bilinmesi ve bunlara karşı önlemlerin alınması gerekmektedir. Çeşitli hastalıklar ve zararlılar, incir kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. En çok bilinen incir zararlıları; kırmızı örümcek (*Tetranychus spp.*), ekşilik böcekleri (*Carpophilus spp.*), sirke sineği (*Drosophila melanogaster*), incir maymuncuğu (*Otiorrhynchus spp.*)'dur. Fungal hastalıklardan ise iç çürüklüğü, *Armillaria* kök çürüklüğü, beyaz kök çürüklüğü, küfler ve sürme en sık görülen incir fungal hastalıklarıdır (Barutçu,2011).

Buna ek olarak, kök-ur nematodları (*Meloidogyne incognita*), yaprak akarları (*Eriophyes fici*), yaprak pası (*Cerotelium fici*) ve virüs enfeksiyonları, özellikle “İncir Mozaik Hastalığı”na sebep olan incir mozaik virüsü, incirin çoğaltılmasında hayati sorun teşkil etmekte ve sağlıklı meyve bahçelerinin büyümesini engelleyerek üretimi sınırlamaktadır. Bu nedenle, bu zorluklarla yüzleşmek için çoğaltım ve dikim tekniklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir (Darwesh et al., 2014; Bayoudh et al., 2015; Hayati and Kesumawati, 2021).

İncir bitkisinin geleneksel üretim yollarında karşılaşılan tüm bu zorluklardan dolayı, incirin seri, kitlesel üretimi için hastalık ve zararlılardan ari olan ve kalite olarak standardı sağlayan ürünlerin elde edilebilmesi amacıyla alternatif biyoteknolojik üretim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

2.5.2. Biyoteknolojik üretim yöntemleri

Biyoteknolojinin önemli bir bölümünü kapsayan bitki doku kültürü, birçok farmasötik ve endüstriyel ürünü desteklemek için tarımsal sistemlerde kilit bir faktördür. Doku kültürünün başarılı olduğuna dair ilk çalışmalar, kültürde mezofil hücreleri geliştirebilen ve sürdürebilen bitki doku kültürünün babası olarak kabul edilen Alman Botanikçi Gottlieb Haberlandt'a aittir. O zamandan bu yana bitki doku kültürü, biyofarmasötik üretimde, üreme programlarının uygulanmasında ve genetik biyoçeşitliliğin korunmasını öneren araştırmalarla geliştirilmeye devam etmektedir (Twaij et al., 2020).

Bitki doku kültürleri, temel ve uygulamalı çalışmaların yanı sıra ticari uygulamalarda kullanılan; bitki hücrelerinin, dokularının, organlarının ve bunların bileşenlerinin tanımlanmış fiziksel ve kimyasal kontrollü koşullar altında katı veya sıvı ortam üzerinde gerçekleştirilen *in vitro* aseptik kültürlerdir (Thorpe, 2007; Gaikwad et al., 2017). Küçük bitki doku parçaları ve hücreler, eksplant olarak adlandırılmaktadır ve tek bir eksplanttan, kontrollü koşullar altında yıl boyunca mevsime ve hava durumuna bakılmaksızın, nispeten kısa bir süre ve alanda doku kültürü ile yüzbinlerce bitki çoğaltılabilmektedir (Oseni et al., 2018).

Doku kültürü sistemi, temel bir besin ortamı yoluyla bitki veya eksplant büyümesi için gerekli tüm besinleri, suyu ve enerjiyi sağlamaktadır. Ayrıca, sistemin sağladığı kontrollü inkübasyon koşulları ile bitkisel materyalin büyümesini desteklemek üzere optimize edilmiş ışık ve sıcaklık ayarları yapılabilmektedir. Bitki gelişimi; büyümenin veya olgunlaşmanın belirli aşamalarında, daha sonradan bitki büyüme düzenleyicilerinin (doğal fitohormonlar veya sentetik versiyonlar) eklenmesiyle kontrol edilebilmektedir (Phillips and Garda, 2019).

Bitki doku kültürünün temel prensibi, tek bir bitki hücresinin hücre bölünmesi yolu ile bütün bir bitkiye dönüşme yeteneği olan totipotensi özelliğine dayanmaktadır. Bir bitki hücresinin bütün bir bitkiyi oluşturma potansiyeline sahip olması ve bitki gövdesindeki bir hücrenin son farklılaşmaya uğramasından sonra bile genellikle korunan bu kapasite, “hücrel totipotensi” olarak tanımlanmaktadır

(Bijalwan, 2021). Bitki hücresinin totipotensi potansiyelinin yanında hücrelerin metabolizmalarını, büyümelerini ve gelişmelerini değiştirme kapasiteleri tüm bir bitkinin kendini yenilemesi için oldukça önemlidir (Hussain et al., 2012).

Geleneksel çoğaltım uygulamaları ile bitkilerin klonal çoğaltımı, zaman alıcıdır ve yoğun işgücü gerektirmektedir (Datta et al., 2017). Bitki doku kültürü teknikleri, bitki gelişim süreçlerinin araştırılmasından fonksiyonel gen çalışmalarına kadar uzanan temel ve uygulamalı amaçlar için en sık kullanılan biyoteknolojik araçlardır. Mikroçoğaltım veya genotipin korunduğu *in vitro* klonal çoğaltım, doku kültürünün en güncel genişletilmiş ticari uygulamalarındandır (Loyola-Vargas and Ochoa-Alejo, 2018).

Bir biyoteknolojik ıslah aracı olarak mikroçoğaltım ile çoğaltılan bitkicikler, diğer vejetatif çoğaltım sistemlerine kıyasla birçok avantaj sergilemektedir, böylece zararlılardan ve hastalıklardan arınmış ve daha iyi vejetatif gelişme ve verim sağlayan yüksek kaliteli (fizyolojik ve genetik açıdan) bitkiler üretilebilmektedir. Etkili biyoteknolojik yöntemler üzerine bir asırdan uzun süredir devam eden araştırmalara rağmen mikroçoğaltım, genetik doğruluğunu koruyan hastalık ve zararlılardan arınmış birçok önemli bitki türünün klonal bitkiciklerinin, büyük ölçekli üretimi için önemli bir araç olmaya devam etmektedir. Bazı durumlarda ise mikroçoğaltım, belirli tarımsal türlerin bakımını destekleyen ve ekonomik değerini artıran tek tekniktir (Cardoso et al., 2018).

Mikroçoğaltım, steril ve kontrollü koşullara sahip bir laboratuvar ortamında, kitlesel olarak, daha düşük üretim maliyetleriyle ve daha kısa sürede binlerce bitkinin klonlarını oluşturmak için kullanılan bir tekniktir (da Silva et al., 2020; Kumar, 2022). Önemli biyomoleküllerin üretilmesinde kullanılan bitki doku kültürü; coğrafik, mevsimsel ve çevresel farklılıklardan bağımsız, pestisit ve herbisit uygulamasına gerek olmaksızın nispeten kısa büyüme döngüleri ile aynı kalitede ve verimde kesintisiz üretiminde geleneksel tarla kültürüne göre bir dizi avantaj sunmaktadır. *In vitro* kültür teknikleri, hastaliksız ve ender bitki genotiplerinin hızlı çoğaltılması ile önemli ticari değere sahip bitki kaynaklı metabolitlerin üretimi için vazgeçilmezdir (Espinosa-Leal et al., 2018). Günümüzde bitki doku kültürü uygulamaları, klonal çoğaltım ve mikroçoğaltımın

yanı sıra aksiller (koltuk altı) sürgün çoğaltımı, somatik embriyogenez, somatik hibridizasyon, virüs eliminasyonu, doğrudan organogenez ve biyoreaktörlerin kütle çoğaltım uygulamasını içerecek şekilde genişletilmiştir (Idowu et al., 2009).

Mikroçoğaltımın beş aşaması bulunmaktadır: Aşama 0: Ana bitki materyalinin seçilmesi/bakımı; Aşama 1: Aseptik kültürlerin başlatılması; Aşama 2: Sürgünlerin çoğaltımı; Aşama 3: *In vitro* oluşturulmuş sürgünlerin uzaması ve köklenmesi ve Aşama 4: Bitkilerin sera veya tarla koşullarına transferi, aklimatizasyonu (Page et al., 2020).

Aşama 0: Donör (verici) bitkinin seçilmesi ve hazırlanması: bu aşama *in vitro* aseptik kültürün başlayabilmesi için iyi kalitede eksplant sağlayan ana bitkinin seçimini içermektedir. Seçilen donör bitki, çeşit veya türler için tipik olmalı ve herhangi bir hastalık belirtisi göstermemelidir. Bitki doku kültüründe donör ana bitkinin ve ondan çoğaltılan yavru bitkilerin sağlık durumu, bir doku kültürü operasyonunun başarısını belirleyen en kritik faktörler arasındadır (George et al., 2008; Gürel vd., 2013; George and Manuel, 2013).

Aşama 1: Aseptik kültürlerin kurulması ve başlatılması: bu aşama, bir önceki aşamada seçilen eksplantların, sterilizasyon bileşikleriyle muamele edilmesinden sonra inokulasyon (aşılama) için hazırlanmasını ve iyi tanımlanmış uygun bir besin ortamı üzerine aktarılacak kültürün kurulmasını içermektedir (Bhatia and Sharma, 2015). Bu aşamadaki başarı, öncelikle eksplantların bariz mikrobiyal kirlenmelerden arındırılmış bir besin ortamına aktarılmasına ve bunu bir tür büyümenin takip etmesine (örneğin, bir sürgün ucunun büyümesi veya kallus oluşumu) bağlıdır (George et al., 2008).

Aşama 2: Sürgünlerin çoğaltılması: bu aşamada, daha önceden belirlenmiş uygun besin ortamında rejenere olan sürgünler, istenilen sayı elde edilene kadar kitlesel olarak çoğaltılmaktadır veya somatik embriyoların hızlı oluşumları gerçekleştirilmektedir (García-González et al., 2010; Gürel vd., 2013). Çoğaltım tekniği ve protokollerinin seçimi, türe veya genotiplere bağlıdır. Çoklu sürgün proliferasyonu için nodal eksplantları aşılama üzere sitokinin açısından zengin farklı ortamlar kullanılmaktadır. Bu işlem sırasında doğrudan eksplantlar üzerinde

somatik embriyogenez veya organogenez yoluyla çoklu sürgünler de üretilmektedir (Bhatia and Sharma, 2015).

Aşama 3: Rejenere olan sürgünlerin köklendirilmesi: bu aşama, Aşama 2’de çoğaltılan çoklu sürgünlerin toprağa aktarılmadan önce *in vitro*’da taze besin ortamında köklendirilmesini içermektedir (George et al., 2008; Bhatia and Sharma, 2015). Ayrıca, eksplantların çoğaltılması için kullanılan aynı kültür ortamında eş zamanlı olarak köklendirme de gerçekleştirilebilmektedir. Bununla birlikte, bazı durumlarda, köklenmeyi ve güçlü kök büyümesinin gelişimini indüklemek için bitki büyüme düzenleyici kompozisyonu dahil olmak üzere besin ortamı üzerinde değişikliklerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (García-González et al., 2010).

Aşama 4: Bitkilerin sera veya tarla koşullarına (*ex vitro*) transferi veya adaptasyonu (aklimatizasyonu): *In vitro* kültürde geliştirilen sürgünler; genellikle yüksek nem, düşük ışık yoğunluğu ve zayıf gaz değişimine sahip koşullarda, sükroz, inorganik, organik besinler ve bitki büyüme düzenleyicileri içeren zengin besin ortamıyla karakterize edilen kültür kaplarında yapay bir ortama maruz kalmaktadırlar. Bu doğal olmayan koşullar altında, bitkiler iyi büyüyebilirler, ancak *in vivo* koşullara dikkatli bir şekilde adaptasyon sağlamalarını gerektiren birçok morfolojik, anatomik, sitolojik ve fizyolojik anormallikten de muzdariptirler (Bhojwani and Dantu, 2013). Aklimatizasyon sırasında çok fazla bitki kayıpları meydana gelebileceğinden, bitkiciklerin *in vitro* ortamdan dış koşullara (*ex vitro*) aktarılması son derece önemlidir (Gürel vd., 2013).

Kültürün başlatılması için mikroçoğaltımda en yaygın kullanılan eksplantlar; meristem, sürgün ucu ve aksiller tomurcuklarıdır. Sürgünün apikal kısmı, meristem ve sürgün ucunda aktif olarak bölünen bir grup meristematik hücreden oluşmaktadır (Bhatia and Sharma, 2015). Mikroçoğaltım için en sık kullanılan stratejilerden biri, sürgün rejenerasyonu için kültüre alınan nodal segmentleri barındıran aksiller tomurcukların çoğaltılmasıdır. Bu yöntem, başlangıç materyali ile genetik olarak özdeş olan klonal bitkiler üretmenin en kolay ve en güvenilir yolu olarak kabul edilmektedir (Nowakowska et al., 2020).

Sürgün veya sürgün ucu kültürü, sağlam sürgün meristemi taşıyan eksplantlardan aksiller dalların tekrar oluşumuyla sürgün çoğaltılmasıdır. Bu teknikte, yeni oluşan sürgünler veya sürgün tabanları, devamlı çoğaltım için eksplant görevi görmektedir. Bazı bitki türlerinin aksiller tomurcuklarından çoğaltılması için kullanılabilen başka bir *in vitro* teknik ise tek nod kültürüdür. Sürgün kültüründe olduğu gibi tek nodlu kültürde için de kültüre alınan eksplant; bir sürgün ucu, yanal bir tomurcuk veya birden fazla tomurcuk (bir veya daha fazla noda sahip) taşıyan bir sürgün parçasından oluşmaktadır (George et al., 2008).

Bitki doku kültüründe genellikle kullanılmakta olan diğer teknikler ise tohum kültürü, embriyo kültürü, yumurtalık ve tohum taslağı kültürü, meristem kültürü, kallus kültürü, anter ve mikrospor kültürü, saçaklı kök kültürü, protoplast ve hücre süspansiyon kültürüdür. Ayrıca bu teknikler, çeşitli çalışmalarda ve farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Bitki doku kültürü teknikleri ve uygulama alanları (Pierik, 1987; Brown and Thorpe, 1995; Gürel vd., 2013).

Bitki doku kültürü tekniği	Kullanım alanları
Tohum kültürü	• Dormansiden kaynaklanan çimlenme sorununun çözülmesi • Virüs içermeyen tohum eldesi • Bitki büyüme düzenleyicilerinin uygulanmasıyla çoklu sürgün ve organogenezin indüksiyonu • Tek tohum kökenli klonların eldesi
Embriyo kültürü	• Embriyo üreme döngüsünün kısaltılması • Haploit bitkilerin eldesi • Sentetik tohum üretimi • Embriyo kurtarma tekniği
Yumurtalık ve tohum taslağı kültürü	• Haploit bitkiciklerin üretimi • <i>In vitro</i> fertilizasyon eldesi • Erken zigot gelişimi döneminde hibrit embriyoların kurtarılması
Meristem kültürü	• Virüssüz bitki materyali eldesi • Arzu edilen genotiplerin kitlesel üretimi • Mutasyon ıslahı çalışmaları • Germplazm muhafazası
Kallus kültürü	• Virüssüz bitki materyali üretimi • Biyotransformasyon çalışmaları için • Germplazm muhafazası • Sekonder metabolit üretimi • Somatik embriyogenez ve organogenez yoluyla bitkiciklerin üretimi • Somaklonal varyabilitenin oluşturulması
Anter ve mikrospor kültürü	• Haploit bitkilerin eldesi • Kullanışlı gametoklonal varyasyonların üretimi • Mikrosporların kullanımıyla genetik transformasyon
Saçaklı kök kültürü	• Sekonder metabolit üretimine yönelik ko-kültürlerin kurulması • Kriyopreservasyon tekniklerinin uygulanması • Rekombinant proteinlerin üretimi • Saçaklı köklerden transgenik bitkilerin eldesi
Protoplast kültürü	• Gen transformasyonu • Somatik hibrit eldesi • Protoplastlardan tam bitki eldesi
Hücre süspansiyon kültürü	• Primer ve sekonder metabolit üretimi • Rekombinant terapötik proteinlerin üretilmesi • Fitoremediasyon çalışmaları

2.6 Bitki Doku Kültüründe Kullanılan Kültür Koşulları ve Etkileri

Çoğu bitki doku kültürü, erişilebilir büyüme kabinlerinde veya büyüme odalarında inkübe edilmektedir. Bitki büyüme odalarındaki kültür inkübasyonunda; optimum sıcaklık aralığı, uygun dalga boylarında değişken ışık yoğunluğu ve kalitesi, fotoperiyot kontrolü ile bazı durumlarda bağıl nem birlikte kontrol edilmesi gereken önemli parametrelerdir (Rout et al., 2000; Phillips and Garda, 2019).

2.6.1. Sıcaklık

Kültür odasının aydınlatılmasında kullanılan lambaların ürettiği ısı, oda sıcaklığını 20-25°C gibi belirli bir seviyede tutmak için bir soğutma sistemi ile uzaklaştırılmalıdır (Kozai and Smith, 1995). Bu nedenle, kapalı üniteleri olan kültür (büyüme) odaları, sıcaklığı ve ışığı kontrol eden cihazlar gerektirmektedir. Araştırma laboratuvarlarında genellikle yaz aylarında soğutma için pencere tipi soğutucu veya split klimalar, kış aylarında ise ısıtma için sıcak hava üfleyiciler kullanılmaktadır. Klimalar ve ısıtıcılar, sıcaklığı genellikle $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de tutmak için sıcaklık kontrol cihazlarına bağlanmıştır. Daha yüksek veya daha düşük sıcaklıktaki uygulamalar için dahili floresan ışıklı özel inkübatörler kullanılabilmektedir (Bhojwani and Dantu, 2013).

Geleneksel olarak *in vitro* kültür için kullanılan floresan lambalar, bitki büyüme odasının sıcaklığını artırarak daha pahalı soğutma sistemlerini ve dolayısıyla daha yüksek enerji tüketimini gerekli kılmaktadır. Buna karşılık, LED aydınlatmalar; daha düşük sıcaklıkta, daha uzun ömürlü ve tek dalga boyu emisyonunu düzenleme seçeneği dahil olmak üzere bitki büyüme odalarının performansını optimize etme açısından floresan ışıklarla kıyaslandığında birçok avantajı bulunmaktadır (Díaz-Rueda et al., 2021).

Sıcaklık ve ışık gereksinimleri bitki türlerine bağlıdır. Kültüre alınan ilgili bitki türlerinin *in vitro* büyüme koşulları ile ilgili literatürde herhangi bir bilgi yoksa, bitkinin *in vivo*'da büyüdüğü ışık ve sıcaklık koşullarını seçmek yararlı olabilmektedir (Kärkönen et al., 2011). Sıcaklık, genellikle kültür odalarında

kullanım amacına göre 18 ± 2 , 22 ± 2 ve $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmaktadır (Babaoğlu vd., 2001).

2.6.2. Işık

Işık, bitki fotosentezini ve fotomorfogenezini etkileyen yaşamsal önemde çevresel bir faktördür. Işık sinyalleri, ışığın spektral kalitesi ile yoğunluğu ve fotoperiyot gibi çeşitli faktörler bitkinin fizyolojisi, büyümesi ve diğer metabolik süreçlerinin düzenlenmesini etkilemektedir. Doğada bitkiler, çevredeki ışık ortamına uyum sağlamak için güneş ışınlarından gelen çeşitli ışık sinyallerini bütünleştirmekte ve bu ışık sinyalleri önemli tarımsal özelliklerin düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Bitki, fotomorfogenezini etkileyen kriptokrom, fitokrom ve fototrofinler gibi çeşitli fotoreseptörler yoluyla ışık sinyallerini absorblamaktadır (Su et al., 2017; Fan et al., 2022).

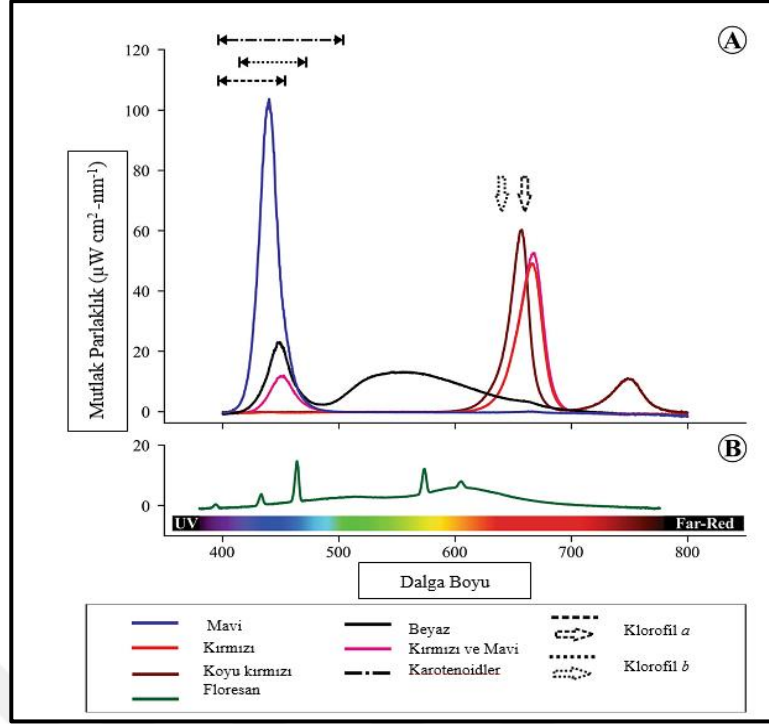
Ticari mikroçoğaltım laboratuvarlarında ışık kaynağı, bitki morfogenezi ile bitki hücre, doku ve organ kültürlerinin metabolizmasını kontrol eden en önemli faktörlerden biridir (Bello-Bello et al., 2017). Başlangıçta *in vitro* bitki büyümesinde kullanılan aydınlatma sistemleri, dalga boyları 400 ile 700 nm arasında değişen floresan tüpler, yüksek basınçlı sodyum, metal halojenür ve akkor lambalar olmuştur. Bunlar arasında floresan ışık, bitki doku kültürü laboratuvarlarında en popüler olanıdır ve toplam elektriğin yaklaşık %65'ini tüketmektedir (Cavallaro et al., 2022). Bununla birlikte, bitki büyümesini desteklemek için oldukça kalitesiz olan floresan ışık, yüksek seviyelerde enerji tüketerek ısı üretmekte, bu nedenle foto-stresin etkilerinden kaçınmak için bitkilerden uzağa yerleştirilmelidir. Bu açıdan, maliyetleri azaltabilecek ve doku kültürü bitkisinin üretimi ile kalitesini artırabilecek enerji verimli bir ışığa sahip olmak gerekmektedir (Lotfi, 2022).

Işık kalitesi; bitkinin çimlenme, çiçeklenme, stoma düzenlemesi ve diğer gelişimsel ve biyokimyasal süreçlerini etkiler, ancak bitki türleri ışık kalitesine farklı şekilde tepki verirler. Bitki doku kültürü için ışık kalitesini iyileştirmenin bir yolu, ışık kaynakları olarak ışık yayan diyotların (Light Emitting Diodes-LED) kullanılmasıdır. LED'ler, kurulum ve bakım kolaylığı nedeniyle bu amaç için

mevcut, en ekonomik ve güçlü ışık kaynakları olarak kabul edilmektedir (He et al., 2020).

LED'ler, çoğunlukla InGaN (%60) ve AlInGaP (%38) olmak üzere yarı iletken malzemelerin elektrolüminesans fenomenine dayanan ışık kaynaklarıdır. LED'lerin keşfi ve ilk tarihsel önemi sırasıyla 1907 ve 1927'de Henry Round ve Oleg Losev tarafından açıklanmıştır. Bu bilim adamları, yarı iletken bir malzeme olan silisyum karbür (SiC) kristallerinin, içlerinden bir elektrik akımı geçtiğinde parladığını göstermişlerdir (Heiskanen and Hamblin, 2018).

Farklı dalga boylarına sahip LED lambalar (<400 ultraviyole (UV); 400–450 mor; 450–500 mavi; 500–570 yeşil; 570–590 sarı; 590–610 turuncu/amber; 610–760 kırmızı ve > 760 nm kızılötesi renk), fotosentezi optimize etmek için tek başına veya kombine olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, *in vitro* koşullarda fotosentezi artırmak üzere bitkilerde bulunan farklı fotoreseptörlerden kırmızı ve uzak kırmızı ışığı emen fitokromları ve mavi ışığı emen kriptokromları ve fototropinleri içeren uygun renkte LED seçimi dikkate alınmalıdır. LED (a) ve floresan lambaların (b) spektral dağılımı Şekil 2.12'de gösterilmektedir. Kesikli çizgiler ve oklar klorofil a, b ve karotenoidlerin absorbanans noktalarını göstermektedir (Batista et al., 2018).



Şekil 2.12. LED (a) ve floresan lambaların (b) spektral dağılımı (Batista et al., 2018).

Yüksek basınçlı sodyum lambalar, halojen lambalar, cıvalı lambalar, akkor lambalar, kompakt floresan lambalar vb. mevcut aydınlatma teknolojilerine potansiyel bir alternatif olan LED'ler, uzun çalışma ömrü (50.000-100.000 saat), düşük enerji tüketimi, küçük boyut, mekanik sağlamlılığı, yüksek enerji verimliliği, düşük ısı emisyonu ve belirli dalga boylarında bitki kültürüne olanak veren spektral kompozisyonun sıkı kontrolü gibi sayısız avantajlara sahiptir (Mishra et al., 2019; Costa et al., 2021).

Işık spektrumunun absorpsiyonu bitkilere özgü değişkenlik göstermektedir. Kırmızı ışık; gövde, yaprak sapı büyümesi ve üreme sistemi fonksiyonunun kontrolünde önemli bir rol oynarken, mavi ışık; bitki büyümesini, yaprak genişlemesini, fotomorfogenezi, stoma açılmasını, fotosentezi ve pigment birikimini düzenlemektedir (Xu et al., 2019). Yeşil ışık, muhtemelen ışık kaynaklı olayları etkileyen fitokromlar ve kriptokromlar tarafından absorblanmaktadır (Girelli et al., 2023).

Bitkide fizyolojik reaksiyonları uyaran LED tabanlı spektral kaynaklar, bitki hücre, doku ve organ kültürlerinin büyümesini ve gelişimini kontrol edebilmektedir. LED'in bitkiler üzerindeki etkilerini araştırmak için tatmin edici sonuçlar veren çok

sayıda çalışma yapılmıştır. *In vitro* olarak yetiştirilen bitkilerin sürgün uzaması, aksiller sürgün oluşumu, somatik embriyo indüksiyonu, rizogenez, yaprak anatomisi ve fotosentetik yetenekleri gibi çeşitli morfolojik, anatomik ve fizyolojik özelliklerinin LED'lerin spektral özellikleri tarafından düzenlendiği bulunmuştur (Dutta Gupta and Jatothu, 2013).

Kültür ortamının aydınlatma durumu, çalışılacak bitki kültüre alınmadan önce belirlenmelidir. Çünkü ışığın özellikle bitki rejenerasyonu üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır. Işık, rejenerasyonun gerçekleşebilmesi için çoğunlukla gerekirken hücre süspansiyonları, embriyogenik kallus oluşumu ve özellikle fenolik bileşikler üreten kültürlerde ışıksız ortamda daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Ayrıca ışıkla ilgili dikkat edilmesi gereken diğer önemli bir konu da ışıklanma süresi veya zamanlaması olarak bilinen fotoperiyottur. Kültürler; sürekli ışıktaki tutulabilecekleri gibi, çoğunlukla 16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık fotoperiyotta veya sürekli karanlıkta da tutulabilmektedir (Babaoğlu vd., 2001).

Işığın şiddeti, *in vitro*'da yetiştirilen bitkinin çeşidine göre değişmektedir. Bitkiciklerin hızlı büyümesi için yüksek yoğunlukta (3.000-10.000 lüks) ışık şiddetine ihtiyaç duyulurken, kallus dokusunun büyümesi ve daha hızlı organogenezin sağlanabilmesi için ise düşük ışık yoğunluğu (300-1000 lüks) yeterli olmaktadır (Panhwar, 2005). Ayrıca *in vitro*'da büyüyen bitkiler, genellikle düşük ışık yoğunluğu (1.200–3.000 lüks) ve sıcaklık ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$) altındadır, bu nedenle bitkiciklerin geniş spektrumlu güneş ışığına (4.000–12.000 lüks) ve sıcaklığa ($26-36^{\circ}\text{C}$) doğrudan aktarımı, yaprakların yanmasına ve solmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle bitkilerin aklimatizasyon işlemi ile doğal koşullarda alıştırılmaları gerekmektedir (Chandra et al., 2010).

2.6.3. Bitki Kültür Odalarında ve Doku Kültürü Kaplarında Bağlı Nem

Araştırmalar, doku kültürü sistemiyle kaliteli klonal materyaller üretmede sıcaklık, ışık ve nem gibi faktörlerin kritik bir öneme sahip olduğunu göstermiştir. Fiziksel koşullar altında, iyi kültürlerin gelişmesi için sıcaklık, ışık ve nem gibi faktörlerin belirli bir standartta ayarlanması gerekmektedir. Yüksek (%90) bağlı nem altında büyütülen bitkilerin daha büyük ve düzgün çalışmayan stomalara sahip

olduğu, bu durumun da yüksek su kaybına ve karanlığın neden olduğu kapanmanın azalmasına neden olduğu gösterilmiştir. Bitki doku kültür odalarında nem %50-70 arasında bir değere ayarlanmaktadır. Kùltürlerin sürekli yüksek nemde tutulması, sürgünlerin hiperhidrisite ile çok sulu bir görünüm kazanmalarına sebep olur ve bu da kültür ortamında istenmeyen bir durumdur. Çünkü bu tür sürgünler köklendirilememektedir (Babaoğlu vd., 2001; Aziz et al., 2010; Arve et al., 2012).

Bitkicikler, *in vitro* olarak küçük kaplarda kültüre alınmaktadır. Kültür kabının içerisindeki havanın sıcaklığı ve bağıl nemi, bitki büyümesini etkileyen önemli faktörlerdir. Kültür kapları içerisindeki bağıl nem yüzdesi genellikle çok yüksektir. Bununla birlikte, bu oran kültüre alınan bitkinin ve kültür kabının çeşidine göre farklılık göstermektedir, örneğin Kozai and Smith (1995), %80-95 arasında değişen bağıl nemin, kültür kabındaki patates sürgünlerinin büyümesi ve uzaması üzerindeki etkisini araştırmıştır. Kültür kabı içerisindeki yüksek bağıl nem, zayıf bir epikutikular mum tabakasının gelişimini ve bitkiciklerin stomalarının fonksiyonunun bozulmasına neden olmaktadır. Dış ortamdaki hava ve kültür kabının içindeki hava arasındaki hava değişim oranı çok düşüktür. Kültür kabının içindeki besin ortamı, yeterli su ve besine sahip olduğundan, iç bağıl nem çok yüksektir. Bitkicikler kapalı bir ortamda kültüre alındığından, kültür kabı mini bir seraya benzemektedir. Ancak havalandırma oranı (hava değişim oranı) sınırlıdır (Chen, 2004).

Dokuların hiperhidrisitesi (camsılaşma, vitrifikasyonu), bitki doku kültüründe sıklıkla karşılaşılan fizyolojik bir etkidir. Hiperhidrisite ayrıca, yüksek bağıl nem, terleme oranı, besin ortamındaki kalsiyum mevcudiyeti ve bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımının bir sonucu olarak *in vitro*'daki bitkilerde görülen fizyolojik bir bozukluk olan sürgün ucu nekrozuyla da bağlantılıdır (García-González et al., 2010). Çoğu bitki doku kültürü kaplarında bulunan yüksek nem nedeniyle, stomalar kalıcı olarak açıktır ve bitki yüzeylerinde serbest su bulunmaktadır. (Hazarika, 2006). *Ex vitro* koşullara alıştırmada sırasında, kütikular terleme oranları kademeli olarak azalmaktadır, çünkü su kaybı stoma düzenlemesi ile daha kontrollü hale gelmektedir. Ayrıca kütikular ve epikutikular mum da gelişme gösterir (Kumar and Rao, 2012).

2.6.4. Bitki Doku Kùltürü Kapları

Doku kùltürü bitkicikleri; geleneksel olarak gerekli besinleri, karbonhidratları ve büyüme düzenleyicilerini içeren steril besin ortamının bulunduğu kùltür kaplarında büyütülürler. Operatör, laminar hava akışlı kabinde besin ortamındaki sürgünleri birer birer çıkararak onları daha küçük mikrosürgünler halinde kestikten sonra taze besin ortamı içeren yeni bir kaba aktarmaktadır (Lee et al., 2019).

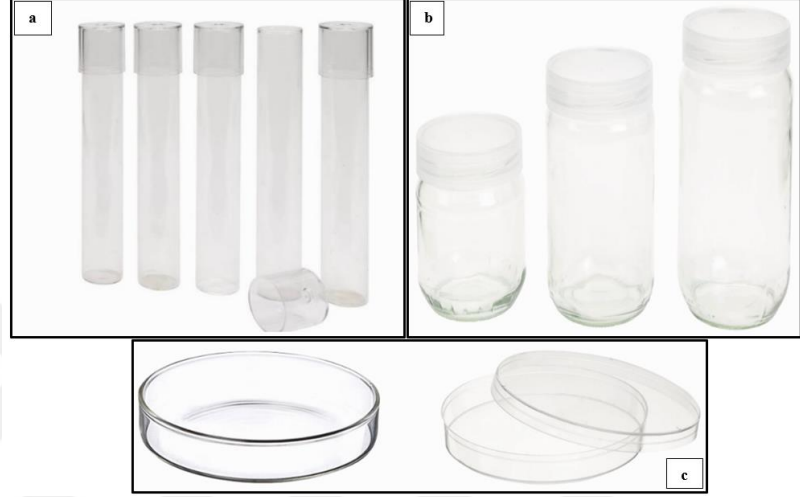
Kaplar, kùltür odasında düzenlenen yatay raflara yerleştirilmektedir. Bitkiciklerin büyümesi; kapların iç mikroiklimindeki ışık miktarı, kalitesi, dağılımı ve hava sıcaklığı gibi koşullardan etkilenmektedir. Kùltür kaplarının iç mikroiklimine ise dış koşullar ve kùltür kaplarının fiziksel özellikleri etkide bulunmaktadır. Kaplar için istenen en önemli özellikler; homojen ve yeterli ışık kalitesini sağlaması, mikroorganizma bulaşmasını engellemesi ve gaz alışverişine izin vermesidir (Huang and Chen, 2005).

Boyutu ne olursa olsun, neredeyse tüm kùltür kapları tamamen hava geçirmez değildir ve gaz değişimi, kabın temas yüzeylerinin boşluklarından doğal havalandırma ile gerçekleşmektedir. Doğal havalandırma altındaki bir kùltür kabındaki gaz değişiminin itici kuvvetleri; iç ve dış ortam arasındaki basınç ve sıcaklık değişimleri, iç ve dış ortam arasındaki gazların (CO_2 , H_2O , vb.) konsantrasyon farkı ve kapları çevreleyen hava hareketinin akış hızı ve modelidir (Xiao, 2011).

Normalde bitki doku kùltüründe kullanılan cam materyaller (test tüpleri, cam şişeler, cam ve plastik petri kapları) pahalıdır ve çeşitli kaplar mikroçoğaltımın farklı aşamalarında kullanılmaktadır (Şekil 2.13). Bununla birlikte, polipropilen kapaklı önceden sterilize edilmiş tek kullanımlık plastik petri kapları, cam şişeler ve bebek maması kavanozları oldukça ekonomiktir ve düşük maliyetli bir seçenek olarak bulunmuştur (Naik et al., 2020).

Bitki dokularının kùltürlenmesinde, dar açıklıkları sebebiyle kontaminasyonu engellediği için genellikle cam test tüpleri kullanılmaktadır. Her

test tüpünde yalnızca 1 veya 2 eksplant kültüre alınmaktadır. Eksplantların büyümesi ve çoğalması ilerledikçe, kültüre alınan bu eksplantlar daha büyük kaplara aktarılmaktadır. Geniş ağızlı kaplar kullanılarak bitkiciklerin kültüre alınması kolaydır ve her kaba yaklaşık 15-20 eksplant aktarılabilir. Sterilize edilerek tekrarlı kullanılabilen bu tip kaplar yaygın olarak bulunur, ancak maliyetlidir (Prakash et al., 2004).



Şekil 2.13. Bitki doku kültüründe kullanılan materyaller; a) Polikarbonat kapaklı ve düz tabanlı cam tüpler, b) Cam kavanozlar, c) Silindirik cam veya plastik kapaklı petri kapları. (Anonim, 4).

Bitki doku kültürü laboratuvarında kullanılan tüm bu kapların (cam şişeler ve kavanozlar) ortak bir sorunu bulunmaktadır. Sürgünler, yuvarlak kavanozların içine ayrıık olmayan yerleşimleri nedeniyle birbirine kolaylıkla dolanabilmektedir bu da üniform olmayan bitki üretimine neden olabilmektedir. Diğer bir sorun ise bitişik kavanozlar arasındaki boş alan nedeniyle depolama alanının uygun şekilde kullanılamamasıdır (Lee et al., 2019).

Bitki doku kültürü çalışmalarında borosilikat veya Pyrex cam malzemeler de kullanılabilir. Soda camı, özellikle tekrarlanan kullanımlarda bazı dokular için toksik olabilmektedir. Pek çok bitki doku kültürü laboratuvarında, cam kültür şişeleri ve besin ortamı hazırlığı için gerekli olan diğer laboratuvar gereçleri büyük ölçüde uygun plastik gereçlerle değiştirilmiştir. Bununla birlikte, bazı plastikler otoklavlanabilmektedir (Bhojwani and Razdan, 1996; Bhojwani and Dantu, 2013).

Otoklavlanabilir polipropilen, polikarbonat ve polistirenden üretilen şeffaf plastikler birçok ülkede kullanılmaktadır. Gama ışını ile sterilize edilmiş otoklavlanmayan gıda kapları, büyük ölçekli mikroçoğaltım için polistiren sandviç kutuları, plastik torbalar, PVC kaplar ve kavanozlarda da kültürler oluşturulmaktadır. “StarPac” (tek kullanımlık poşet), “Watson Modülleri” (plastik tipte kap) gibi kültür kapları, bitki büyümesinin farklı aşamalarında (çoğaltım, toprağa alıştırma, toprakta büyütme) kullanılmaktadır (Datta et al., 2017; Naik et al., 2020).

Otoklavlamaya ve yıkamaya dayanıklı, “Magenta” gibi şeffaf plastik kaplar, çoğunlukla mikroçoğaltım için kullanılmaktadır, ancak çok pahalıdır. Ayrıca, plastik kapların tekrar tekrar otoklavlanması onları bulanık hale getirmekte ve böylece ışığın geçişini azaltmaktadır (Şekil 2.14) (Prakash et al., 2004).



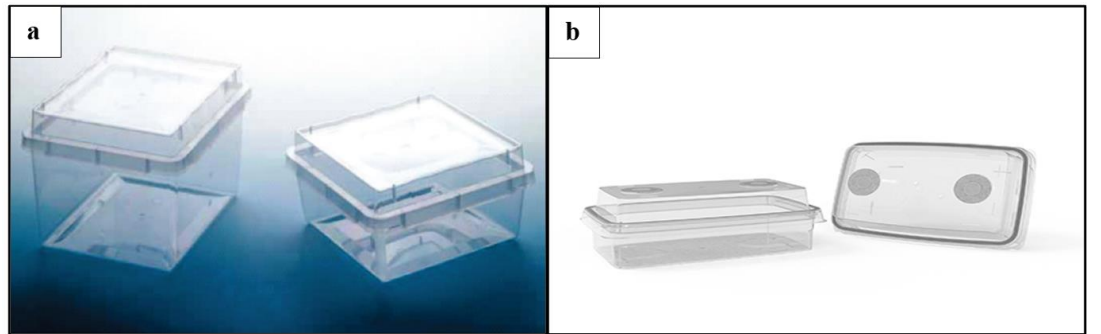
Şekil 2.14. Bitki doku kültüründe kullanılan şeffaf plastik “Magenta” kabı (Anonim, 5).

Prensip olarak sıcaklık, ışık ve fotoperiyot gibi kontrollü koşullar altında *in vitro* olarak çoğaltılan bitkilerin konulduğu kültür kapları, bitki gelişiminde büyük etkiye sahiptir, bu nedenle mikroçoğaltılmış bitkilere ulaşan ışık yoğunluğu ve büyütme odasındaki gaz değişimi oldukça önemlidir. Piyasada sunulan şeffaf polipropilenden üretilen yeni nesil kültür kaplarının geleneksel olarak kullanılan cam kavanozlara göre iki önemli avantajı bulunmaktadır. Bu kültür kapları, dış ortamla sürekli gaz alışverişini sağlamaktadır ve kültür odası raflarının optimum şekilde kullanılmasına olanak tanımaktadır (Kornova and Popov, 2009). Ayrıca, polipropilenden yapılan kültür kapları %65, polikarbonattan yapılanlar ise %100’e

yakın ışığı geçirmektedir. Kültür şişelerinde gaz birikmesine karşı hassas olan bitki materyallerinin kullanımına uygun gaz geçirgen florokarbonat kaplar da piyasada mevcuttur (Bhojwani and Dantu, 2013).

Kap ve kapak arasındaki hava boşluğu aracılığıyla havalandırma, dış ortam ile *in vitro* ortam arasındaki hava değişimini iyileştirebilmektedir ve özel olarak tasarlanmış bu kültür kapları şu anda ticari olarak temin edilebilmektedir. Böyle bir sistem “Vitrovent” (doğal havalandırmalı) kültür kaplarıdır. Gevşek bir şekilde takılan kapakların, mikroçoğaltılmış bitkilerin büyümesini ve kalitesini iyileştirdiği bulunmuştur. Ancak, bu tür havalandırmada özellikle besin ortamında tek karbon kaynağı olarak sükroz kullanıldığında mikrobiyal kontaminasyon riskini artırabilmektedir (Zobayed, 2008).

Yeni geliştirilen “Sterivent” kültür kapları, başarılı “Vitrovent” kaplarının halefidir. Bu kaplar, yeni tasarımı ile birçok işlevsel ve ergonomik iyileştirmeyi içermektedir. “Sterivent”, yüksek düzeyde saflaştırılmış ve tamamen şeffaf polipropilenden yapılmıştır, bu da sağlam ve kristal berraklığında bir bitki doku kültürü kabı sağlamaktadır (Anonim, 6). Ayrıca, doku kültüründe bitkiler için kontrollü hava değişimi sağlayan ve dış ortamdan gelebilecek kirletici maddelere karşı üstün düzeyde koruma sağlayan kültür kapları da bulunmaktadır. InVenti⁺ kültür kapları, en yeni ve gelişmiş, steril tek kullanımlık filtreli plastik kaplardır. Diğer filtreli kültür kaplarının aksine inVenti⁺ kaplarının filtreleri, yalnızca kalıp içine etiketlenmiş bir filtredir ve her kap için eşit gaz değişimini garanti etmektedir (Şekil 2.15) (Anonim, 7).



Şekil 2.15. Bitki doku kültüründe kullanılan a) şeffaf plastik “Vitrovent” kabı (Sterivent) (Anonim, 6), b) filtreli inVenti⁺ kabı (Anonim, 7).

2.7. Bitki Doku Kùltüründe Kullanılan Besin Ortamları ve Bitki Büyüme Düzenleyicileri

2.7.1. Bitki Doku Kùltüründe Kullanılan Besin Ortamları

Bitki doku kùltürü, genel olarak steril bir besin ortamı üzerinde büyüyen bitki hücrelerini, dokularını, organlarını, tohumlarını veya diğerk bitki kısımlarını ifade etmektedir (Tefera, 2019). Birçok bitki doku kùltürü uygulamasında, besin ortamındaki bazal tuzların formülasyonu hayati öneme sahiptir. Bazal tuzlar, gerekli besinleri sağlayarak bitki dokularının büyümesini ve morfolojisini düzenlemektedir (Greenway et al., 2012). Bir bitki doku kùltürü çalışmasının başarısı, çoğunlukla doğru besin ortamının seçimine bağlıdır (Chimdessa, 2020).

Klonal mikroçoğaltım, *in vitro* koşullar altında formüle edilmiş bir besin ortamında ana bitki ile genetik olarak özdeş olan bir hücreden tüm bitkileri büyütmek için kullanılan bir yöntemdir. Formüle edilmiş bir bitki doku kùltürü ortamı genellikle makro ve mikro elementler, vitaminler, amino asitler, şeker, diğerk tanımlanmamış organik takviyeler ve katılaştırıcı maddelerden oluşmaktadır (Nadirah et al., 2019). Mikroçoğaltımın başarısı büyük ölçüde besin ortamdaki minerallerin doğasına ve konsantrasyonuna bağlıdır, ayrıca bu besinler bitki türleri ve cinsleri arasında farklılık göstermektedir. Sağlıklı bir bitki büyümesi için gerekli 14 element vardır (Akin et al., 2017).

Bunlar;

- nispeten büyük miktarlarda bazı anorganik elementler (makro veya ana bitki besinleri): azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), fosfor (P), magnezyum (Mg) ve kükürt (S) iyonları ile
- düşük miktarlarda diğerk elementler (mikro, iz ya da eser elementler): demir (Fe), nikel (Ni), klor (Cl), mangan (Mn), çinko (Zn), bor (B), bakır (Cu) ve molibden (Mo)'dir (George et al., 2008).

Belirli bir tepki için besin ortamının bileşenini optimize etmenin potansiyel faydaları, çok çeşitli türler ve uygulamaları arasında iyi bir şekilde belgelenmiştir.

Örneğin, NH_4^+ ve NO_3^- konsantrasyonu; sürgün rejenerasyonu, somatik embriyoların gelişimi, protoplastların kaplama verimliliği, biyoreaktörde yetiştirilen bitkiciklerin büyümesinin ve biyokütlesinin düzenlenmesi, sürgün kültürlerinde kök başlama oranının kontrolü ve ovül kültüründen sonra bitki iyileşmesinin verimliliği dahil olmak üzere çok sayıda *in vitro* yanıtı etkilemektedir (Niedz and Evens, 2007).

Bitki dokularının optimum büyümesi ve gelişmesi, bitkiler arasında besin gereksinimlerine göre değişmektedir. Ayrıca bitki türleri, büyüme düzenleyicilerine ve yüksek tuzlara karşı hassastır. Bu nedenle besin ortamı, kültürü yapılacak bitkinin türüne göre seçilmektedir (Trivedi et al., 2015). Çeşitli bitki türlerinden dokuların *in vitro* kültürü için 50'den fazla farklı tasarlanmış besin ortamı formülasyonu kullanılmıştır (Shahzad et al., 2017).

Bitki hücre kültüründe büyümeyi ve hücre bölünmesini sürdürmek için ilk başarılı deneme, aseptik koşullar altında izole edilmiş domates köklerinin kültürlerini kurmasıyla White (1934) tarafından yapılmıştır. White'ın besin ortamı basittir, yalnızca sükröz, mineral tuzlar ve vitamin sağlayan maya özütünü içermektedir (Dagla, 2012). Günümüzde hala bitki doku kültürü için en çok kullanılan besin ortamı, Murashige ve Skoog (MS) (1962) veya bu formülasyonun modifikasyonlarıdır (Debergh et al., 1994).

Murashige ve Skoog, tütün hücrelerinin ve dokularının büyümesini ve bölünmesini sürdürmeye yardımcı olan tütün yaprağı bileşimi analizlerine dayanarak iyi tanımlanmış bir mineral besin formülasyonu geliştirmişler, böylece özel bir besin ortamı kombinasyonuna ulaşarak modern bilimin gelişiminde önemli bir atılım yapmayı başarmışlardır (Kumar and Loh, 2012; Baday, 2018). MS, potasyum ve azot tuzları içeriği nedeniyle “yüksek tuzlu” bir besin ortamıdır. Linsmaier ve Skoog (LS) (1965) besin ortamı ise anorganik kısmı bakımından temel olarak MS ortamıdır, ancak organik bileşenleri arasında yalnızca inositol ve tiamin HCl tutulmaktadır (Beyl et al., 2018).

Ek organik ve anorganik ilavelerle veya bunlar olmadan kullanılan genellikle az sayıda standart besin ortamı vardır. Tüm bu ortamların ortak özelliği,

yüksek mineral tuz seviyeleridir. Bu yüksek tuzlu ortamlar, kallus büyümesini ve morfogenezini desteklemek için mükemmeldirler. Düşük anorganik bileşikler içeren Nitsch ve Nitsch (NN) (1969) besin ortamı, anter kültüründen haploid dokuları veya embriyoları elde etmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Bitki doku kültüründe, belirlenen amaçlar doğrultusunda kullanılabilecek uygun olduğu bildirilmiş çok sayıda besin ortamı kompozisyonu bulunmaktadır (Molnár et al., 2011).

Gamborg (B5) (1968), bitki doku kültüründe yaygın olarak kullanılan makro ve mikro elementleri, vitaminleri, potasyum iyodürü ve kalsiyum klorürü içeren diğer bir besin ortamıdır (Purwito et al., 2021). Soya fasulyesinin kallus kültürü için geliştirilen Gamborg'un B5 ortamı, MS ortamına göre daha az miktarda nitrat ve amonyum tuzları içermektedir. B5 başlangıçta kallus elde etmek amacıyla veya süspansiyon kültüründe kullanılmak üzere geliştirilmiş olmasına rağmen, aynı zamanda tüm bitki rejenerasyonu için bir bazal besin ortamı olarak da işlev görmektedir (Greenway et al., 2012; Beyl et al., 2018).

Odunsu bitkilerin bazal ortamı, daha düşük miktarlarda makro besin tuzları içermeleri nedeniyle, günümüzde odunsu bitkiler için çoğunlukla ½-MS, MMS (Modifiye MS) ve WPM (Woody Plant Medium) besin ortamları tercih edilmektedir (Phillips and Garda, 2019). MS, azot içeriği ve kükürt bakımından daha yüksek miktarlara sahip olması ile bilinen bir besin ortamıdır. WPM besin ortamı ise genellikle odunsu bitkilerin çoğaltılmasında kullanılmaktadır (Nowakowska et al., 2019). Lloyd ve McCown (1980), bazı odunsu türlerin tuz hassasiyetine karşı koyabilmek için odunsu bitkilerde kullanılmak üzere WPM besin ortamını geliştirmişlerdir (Beyl et al., 2018).

Bununla birlikte, Driver and Kuniyuki (1984) tarafından geliştirilen DKW (Driver ve Kuniyuki Walnut) besin ortamı, MS'e benzer şekilde amonyum: nitrat oranına sahiptir, ancak MS'den daha az miktarda azot ve farklı tuz kaynaklarını içermektedir, bu da sülfat konsantrasyonunda bir artışa neden olmaktadır. Böylece, bazı odunsu bitkiler bu besin ortamındaki sülfattan daha fazla yararlanabilmektedir (Phillips and Garda, 2019). Başlangıçta ceviz bitkisinde sürgün çoğaltımı ve kallus gelişimi için bir besin ortamı olarak kullanılan DKW'nin toplam tuz oranı daha fazladır aynı zamanda MS'e kıyasla çok daha yüksek konsantrasyonda kükürt

(~7x), kalsiyum (~3x) ve bakır (~10x) elementine sahiptir, ancak MS'den daha az miktarda azot ve farklı tuz kaynaklarını içermektedir (Page et al., 2021; Purwito et al., 2021). DKW; ceviz, dişbudak, karaağaç, fındık, zeytin ağacı ve gürgenlerin *in vitro* çoğaltılmasında kullanılan bir besin ortamıdır (Sokolov et al., 2014).

Besin ortamı, çeşitli kimyasal bileşenlerin stok çözeltilerinin karıştırılmasıyla veya üreticiler tarafından önerildiği gibi ticari olarak temin edilebilen hazır karıştırılmış tozdan da hazırlanabilmektedir (Kumar and Loh, 2012). Her bitki türü, ortam formülasyonunu uyarlamada kullanılabilen kendi karakteristik temel bileşimine sahiptir. Besin ortamının kültüre alınacak bitkiye göre optimize edilmesi genellikle çok daha iyi bir büyüme ile sonuçlanmaktadır (George et al., 2008).

2.7.2. Bitki Büyüme Düzenleyicileri

Bitki büyüme düzenleyicileri, doğal olarak oluşan hormonal bileşikler (fitohormonlar) ve bunların sentetik analoglarını kapsayan ve bitkilerde herhangi bir fizyolojik tepkiye neden olmak için uygulanabilen bir terimdir (Prins et al., 2010; Hajam et al., 2017). Biyo-uyarıcı ve biyo-inhibitör olarak bitki hücrelerinde çok düşük konsantrasyonlarda aktif olabilen bitki büyüme düzenleyicileri (BBD), büyüme ve gelişmeyi düzenleme yeteneğine sahiptirler (Pal, 2019).

Bitki büyüme düzenleyicileri farklı gruplar altında toplanmıştır (Algül vd., 2016). BBD'ler, bitki büyüme ve gelişimini teşvik eden ve engelleyen hormonlardan oluşmaktadır. Oksin, sitokinin ve giberellinler bitki büyüme ve gelişmesini teşvik eden; etilen ve absisik asit ise bitki büyüme ve gelişmesini engelleyen sınıfta yer almaktadırlar. Ayrıca, salisilik asit, poliaminler, brassinosteroidler ve jasmonatlar gibi bazı bileşikler de hormon olarak kabul edilmektedir (Gürel vd., 2013).

Bitki doku kültürü ortamlarında en etkili büyüme düzenleyicileri, özellikle oksinler, sitokininler ve oksin-sitokinin etkileşimleridir. Ancak absisik asit, etilen, giberellinler ve diğer hormon benzeri sentetik bileşiklerin de kültür sistemlerinde göz ardı edilmemesi gereken düzenleyici rolleri vardır. Bitki doku kültürü

ortamında en sık kullanılan oksinler; İndol-3-Asetik Asit (IAA), İndol-3-Bütirik Asit (IBA), 2,4-Diklorofenoksi-asetik asit (2,4-D) ve Naftalen Asetik Asit (NAA) olarak sıralanmaktadır. Bitki dokularında doğal olarak bulunan tek oksin IAA'dır. Oksinler, fizyolojik aktivitelerine ve dokuda metabolize edilme derecelerine göre farklılık göstermektedir. Bitki doku kültürlerinde oksinler, genellikle kallus üretiminde ve hücre büyümesinin uyarılmasında, sürgün ve köklenme oluşumunun başlatılmasında, ayrıca somatik embriyogenezin uyarılmasında kullanılmaktadır (Saad and Elshahed, 2012). Oksinlerin, köklenme homojenliği ile köklenme yüzdesini ve kapasitesini arttırdığı da bilinmektedir (Topacoglu et al., 2016).

Adenin ile yapısal olarak ilişkili olan sitokininlerin, hücre bölünmesi ve farklılaşması gibi birçok bitkinin gelişim sürecini etkilediği bilinmektedir (Srinivasan et al., 2006). En sık kullanılan sitokininler 6-benzilamino purin (BAP), kinetin (KIN) Tidiazuron (TDZ)'dir (Philips and Garda, 2019). Doğal ve sentetik bitki büyüme düzenleyicilerinin etkileri; hücre, doku ve organların *in vitro* tepkileri ile kültürel koşullara, eksplant tipine ve genotipe bağlı olarak değişebilir. Genellikle, aynı anda veya sırayla uygulanan, farklı büyüme düzenleyicisinin bir kombinasyonu gerekli olabilir (Gaspar et al., 1996).

2.8. *Ficus carica* L. Bitkisinde Gerçekleştirilen Mikroçoğaltım Çalışmaları

Muriithi et al. (1982) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *Ficus carica* L. bitkisinin sürgün ucu kültürü ile *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin bir prosedür geliştirmeyi amaçlamışlardır. 'Calimyma' çelikleri (yaklaşık 6-8 cm uzunluğundaki gövde parçaları) ile Kaliforniya'dan ithal edilen ve incir mozaği belirtileri gösteren 'Caprifig', 'Excel', 'Osborne Pacific', 'Pasquale', 'Tena' ve 'Zidi' *F. carica* L. çeşitleri, sterilize edilmiş turba kömürü, polistiren ve kum karışımı içeren (10: 3: 7, v/v/v) toprak kullanılarak plastik saksılara dikilmiştir. Hızlı büyümeyi teşvik etmek için saksılar, sürekli ışıklı (3,5-4,0 klx), %70-90 bağıl nemdeki 37°C'de tutulan odalara yerleştirilmiştir. Filizler, dikimden 12-15 gün sonra gelişmiştir. Gelişen sürgünlerden, apikal uçlarını ve 3-4 yaprak primordiasını içeren sürgün uçları (yaklaşık 0,5-1,0 mm) kesilmiştir. Apikal uçlar, %0,1 cıva klorür (HgCl₂) ile 3 dakika boyunca yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuş ve birkaç kez steril damıtılmış

suda durularak besin ortamında kültüre alınmıştır. Besin ortamı olarak IBA, NAA, BA ve Giberellik asit (GA_3) içeren MS besin ortamı kullanılmıştır. Besin ortamının pH'ı 5,8'e ayarlanmıştır. Kùltürler, %50-60 bağıl nem ve sürekli floresan ışık (1000 lüks) ile sabit $25 \pm 2^\circ C$ 'de inkübe edilmiştir. 2 günlük kùltürden sonra besin ortamı, eksplanttan polifenollerin sızması nedeniyle kahverengiye dönmüştür. Bu maddelerin olası inhibe edici etkisi, taze bir ortama haftalık aktarmayla en aza indirilmiştir. 0,18 mg/L NAA, 0,1 mg/L 6-Benziladenin (BA) ve 0,03 mg/L GA_3 içeren MS besin ortamında kültüre alınan sürgün uçları, 1 hafta sonra büyüme belirtileri göstermeye başlamıştır. Sürgünlerin uçları genişlemiş, uzamış ve 3 haftada yaprakları büyüme göstermiştir. Kùltüre alındıktan 6 hafta sonra, birkaç yapraklı aktif olarak büyüyen sürgünler gelişmiştir. Bu sürgünler, 0,5 mg/L NAA ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında köklenmeye teşvik edilmiş ve daha sonra toprağı aktararak serada tutulmuştur. 15 aylık gözlem boyunca bu sürgünlerden hiçbir virüs semptomları göstermemiş ve böylece ari sürgünler elde edilmiştir. Hastalıklı ana bitkilerin sera koşullarında köklenen gövde çelikleri, mozaik virüsü semptomlarını üretmeye devam etmiştir. Buna karşılık, *in vitro* rejenere bitkilerden alınan köklü çeliklerin ise virüsten ari kaldığı gözlemlenmiştir.

Pontikis and Melas (1986) yaptıkları bir çalışmada, incir bahçelerinin stok ihtiyacını gidermek için *Ficus carica* L. 'Kalamon'un hızlı mikroçoğaltılmasına yönelik etkili bir yöntem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Aseptik sürgün kùltürleri, sera koşullarında yetiştirilen sert ağaç çeliklerinden çoğaltılan 1 yağındaki 'Kalamon' bitkilerinin aktif olarak büyüyen sürgün uçlarından (2-5 mm) başlatılmıştır. Sürgünler %0,55 sodyum hipoklorit ($NaClO$) ve %0,01 Tween 20 içeren solüsyonda 5 dakika boyunca yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuş ve 6 kez steril distile su ile durulanmıştır. Sürgün uçları, 10 mL kùltür ortamı içeren 2 x 15 cm'lik test tüplerine tek tek yerleştirilmişlerdir. 4 hafta sonra kùltürler, aynı ortamdan 250 mL'lik Erlenmeyer şişelerine aktarılmışlardır. Tüpler, alüminyum folyo ve pamuk tıpalarla kapatılmıştır. Kùltürler, Sylvania soğıuk beyaz floresan tüpleri altında 16 saatlik bir fotoperiyotla ($40 \mu mol s^{-1} m^{-2}$) $25 \pm 2^\circ C$ 'de inkübe edilmiştir. Besin ortamı olarak, 0,56 mM (100 mg/L) myo-inositol 87,6 mM (30 g/L) sükroz; 7 g/L Oxoid No.3 agar; 1,2 m (0,4 mg/L) tiamin $HC1$; 2,2 m (0,5 mg/L)

BA; 0,5 μ M (0,1 mg/L) IBA; 0,5 mM (89 mg/L) Floroglusinol (PG) ve 0,29 μ M GA₃'ü bulunduran MS besin ortamı kullanılmıştır. Sürgün uçları, PG içeren besin ortamında ilk 4 hafta boyunca 1-2 yeni sürgün oluşturlarken, ek 8 haftadan sonra ise kültürler 2-4 cm uzunluğunda 15-20 sürgün rejenere etmişlerdir. PG'siz kültürlerde sürgün çoğalması gözlenmemiştir. Eksplantlardan polifenollerin sızmasına bağlı olarak besin ortamındaki renk değişikliği çok az görülmüş ve bu büyümeyi etkilememiştir. Ayrıca elde edilen sürgünler, 2,5 μ M (0,5 mg/L) IBA ile 2,7 μ M (0,5 mg/L) NAA; 4,9 μ M (1 mg/L) IBA ile 9,8 μ M (2 mg/L) IBA gibi çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanan 10 mL köklendirme ortamlarında, PG (BA'sız) içeren 2 x 15 cm'lik test tüplerinde yeni sürgünlerin geliştirilmesi amacıyla altkültüre alınmıştır. Köklenmiş bitkicikler, tüplerden alınarak steril vermikülite aktarılmış ve nemlerini korumak için polietilen ile kaplanmıştır. İklimlendirmenin ardından bitkiler, eşit miktarda turba ve vermikülit (v/v) içeren saksılarda başarıyla aklimatize edilmiştir. Sonuç olarak, *Ficus carica* 'Kalamon'un uzun sürgünleri, 0,5 mg/L BA bulunduran besin ortamında 8 haftanın sonunda sağlanmıştır.

Demiralay et al. (1997), *F. carica* L. bitkisinin 'Bursa Siyahı' çeşidinde meristem kültürü yoluyla *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin bir prosedür geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Meristemler, büyüme mevsimleri boyunca izole edilmiş ve 0,5 mg/L BA, 0,1 mg/L IBA, 0,1 mg/L GA₃ ile 89 mg/L PG ve 2 g/L aktif karbon içeren LS besin ortamında kültüre alınmıştır. Daha sonra büyüyen sürgünler, 0,5 ile 1,0 mg/L BAP ve 89 mg/L PG içeren bir sürgün çoğaltım ortamına aktarılmıştır. Çoğaltılan sürgünlerden köklenmeyi başlatmak için 0 mg/L, 1 mg/L ve 2 mg/L IBA içeren bir köklendirme ortamında altkültüre alınmıştır. Meristem fazında meristemlerin yaşama ve sürgün oluşum oranı, çoğaltım aşamasında çoğaltım oranı ve altkültür sayısının çoğaltım oranına etkisi, köklenme aşamasında ise eksplant başına köklü eksplantların oranı ve kök sayısı incelenmiştir. Meristem fazı sonunda ilkbahar ve sonbahar aylarında alınan sürgün uçlarından izole edilen ve PG veya aktif karbon içeren besin ortamında kültüre alınan meristemler en yüksek sürgün oluşum oranını (%50,1) göstermiştir. 1,0 mg/L BAP içeren LS besin ortamında çoğaltım oranı (4,43), 0,5 mg/L BAP'a göre (3,52) daha yüksek bulunmuştur. Köklendirme denemeleri sonunda oksin uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamış; ancak en yüksek

köklenme (%75,0) oksinsiz ortamda elde edilmiştir. Bununla birlikte, köklenme yüzdeleri sırasıyla %68,33 ve %58,33 ile 1 mg/L ve 2 mg/L IBA içeren LS besin ortamından elde edilmiştir.

Nobre and Romano (1997), kontaminantların ve fenolik bileşiklerin sızması nedeniyle yetişkin *F. carica* L. ağaçlarının yetiştirilmesiyle ilgili zorlukları aşmak için *in vitro* klonal çoğaltım ile verimli bir prosedür geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, iki Portekiz incir ağacı ‘Berbera’ (kuru incir) ve ‘Lampa Branca’ (yaş incir) çeşidinden elde edilen yaklaşık 10-15 mm uzunluğundaki apikal sürgünler eksplant olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, %0,05 PVP içeren Muriithi besin ortamında (Muriithi et al., 1982) apikal sürgün uçlarında olumlu yönde bir büyüme ve gelişme elde edilmiştir. En yüksek çoğaltım oranı, 2,2 μ M BA içeren ve NAA içermeyen benzer bir MS bazal besin ortamında her üç haftalık gözlem sonunda kültür başına 5,3 adet sürgün olarak elde edilmiştir. En iyi köklenme yüzdesi (%96,9), 2,5 μ M IBA içeren besin ortamında elde edilmiştir. Fidanlar başarılı bir şekilde dış koşullara alıştırılmış ve üç ay boyunca serada büyütülmüştür. Ardından meyve bahçesi üretimi için tarla kurulmuş ve *in vitro* mikroçoğaltılmış fidanlar araziye dikildikten iki yıl sonra meyve vermiştir. Bu sonuçlar, tarlada yetişen bitkilerden alınan değerli genotiplerin doğrudan *in vitro* klonlanması ve bitki genetik kaynaklarının korunması yönünde umut verici bir adım olarak görülmektedir.

Günver and Ertan (1997), *F. carica* L. ‘Bursa Siyahı’ incir çeşidinin *in vitro* bitki doku kültürü tekniklerinden biri olan meristem kültürü ile virüssüz çoğaltılması amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Meristematik hücrelerin küçük, ince duvarlı, oldukça sitoplazmik ve vakuolsüz olmalarının yanı sıra daha büyük genetik stabiliteleri, virüssüz bitkiler üretme olasılığı ve birçok türün *in vitro* çoğaltılmasına görece kolaylığı dahil olmak üzere çeşitli avantajları bulunmaktadır. Çalışmada, 10 yaşındaki incir ağaçlarından kesilerek çıkarılan meristem eksplantları; 7 g agar, 30 g süktroz, 100 mg myo-inositol, 1,5 mg tiamin, 2 mg piridoksin ve 0,5 mg nikotinik asit içeren MS besin ortamında kültüre alınmışlardır. Ayrıca çalışmada, oksidasyonu önlemek için karanlıkta bir hafta boyunca 2 mg/L

glisin kullanılmıştır. Besin ortamı, 1 mg/L BA ve NAA büyüme düzenleyicilerini içermektedir. Ortam pH'ı 5.8'e ayarlanmıştır. 6 haftalık kültürden sonra, besin ortamına 3 mg/L GA₃ eklenmiş ve meristemlerin büyümesi artmıştır. Ancak büyüyen meristemlerde, kallus oluşumunun da arttığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, meristemlerin büyüdüğü, ancak sürgünlerin gelişmediği belirlenmiştir.

Kumar et al. (1998) tarafından ele alınan çalışma, *F. carica* L. cv. 'Gular' bitkisinde *in vitro*'da çoklu sürgün indüksiyonu ve bitkicik rejenerasyonu için güvenilir bir prosedür geliştirme amacıyla gerçekleştirilmiştir. 7-8 yaşındaki *F. carica* L. cv. 'Gular' ağaçlarından toplanan apikal tomurcuk eksplantları, akan musluk suyu altında 45 dakika boyunca iyice yıkanmış, ardından 2 damla Laboline (hafif deterjan) içeren %1 NaOCl'e 5 dakika boyunca daldırılmış ve steril damıtılmış saf su ile durulanmıştır. Daha sonra eksplantlar 30 saniye %70'lik etanol içine daldırılmış ve 7 dakika %0,1 HgCl₂ ile sterilize edilerek steril antioksidan solüsyonla (%0,01 L-askorbik asit) dört-beş kez durulanmıştır. Sterilizasyon ve eksplant hazırlama prosedürleri, yaklaşık %95 aseptik tomurcuk kültürlerini vermiştir. Bitki büyüme düzenleyicisi olmayan ortamlarda, 3 aylık kültürden sonra bile sürgün oluşumu gözlenmemiştir. En iyi *in vitro* rejenere sürgünlerin çoğaltımı, 2,0 mg/L BAP ve 0,2 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gözlenmiş ve her altkültür başına ortalama 4,8 (adet) sürgün ile %90 başarı sağlanmıştır. Kesilen sürgünler, 2,0 mg/L IBA ve %0,2 aktif karbon içeren yarı güçteki sıvı MS besin ortamında köklendirilmiştir. Rejenere bitkiciklerin, %68'lik bir oranla başarılı bir şekilde toprağa aklimatizasyonu gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,2 mg/L NAA ile güçlendirilmiş Schenk and Hildebrandt (SH) (1972) veya B5 besin ortamında, yalnızca 5 haftalık kültürden sonra önemli bir morfojenik yanıt alınmıştır. Ancak, MS besin ortamındaki kültürle karşılaştırıldığında alınan yanıtların oldukça gecikmiş olduğu görülmüştür. Ayrıca, çoğaltılan eksplantların, MS besin ortamındaki eksplantlarla kıyaslandığında oldukça zayıf oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle, çalışmada 2,0 mg/L BAP ve 0,2 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, *F. carica*'da apikal tomurcuk eksplantlarından bitkiciklerin sürgün indüksiyonu ve rejenerasyonu için tercih edilen bir besin ortamı olmuştur.

Brum et al. (2001) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *Ficus carica* L. ‘Roxo de Valinhos’ çeşidi için verimli bir *in vitro* çoğaltım prosedürü geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, 20 mm uzunluğundaki *Ficus carica* L. ‘Roxo de Valinhos’ un sürgün eksplantları kullanılarak farklı besin ortamları ve sükroz konsantrasyonlarının denenmesi ile bunların tomurcuk çoğaltım oranı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sükroz konsantrasyonları (0, 15, 30 ve 45 g/L), faktöriyel olarak MS, B5, Knudson (Knudson, 1946), White ve WPM besin ortamları ile birleştirilerek optimal çoğaltım tepkileri gözlemlenmiştir. Bitkinin dallarından küçük aksiller tomurcuklar çıkarılmış ve yarı-katı besin ortamında kültüre alınmıştır. Kùltürler, 16 saatlik fotoperiyotta, $27 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta, $35 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ışık şiddetinde inkübe edilmiştir. 60 günün sonunda, elde edilen sürgünlerin ve köklerin sayıları, uzunlukları ile yaş ağırlıklarının analizleri yapılmıştır. Havada bulunan kısmı için en iyi sonuçlar WPM besin ortamında ve 15 g/L sükrozda elde edilmiş, ancak kök sistemlerinde gelişim gözlenmemiştir. Mevcut tüm özellikler için sükroz ve kültür ortamı arasında %1 olasılıkla etkileşim bulunmuştur. MS, B5 ve WPM besin ortamlarında, diğer ortamlara kıyasla daha uzun sürgünler elde edilmiştir. 1 cm’den daha uzun sürgün sayısı ile toprak üstü kısımda yaş ağırlığı açısından WPM besin ortamında daha iyi sonuçlar kaydedilmiştir. Sonuç olarak, 20 g/L sükroz içeren WPM besin ortamı için en yüksek sayıda sürgün ve mükemmel kök büyümesi gözlemlenmiştir. Ayrıca, 15-20 g/L’ye kadar sükroz konsantrasyonları, sürgün büyümesinin artmasını teşvik etme eğilimi göstermiştir.

Yakushiji et al. (2003) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *F. carica* L. ‘Masui Dauphine’ çeşidi için etkin bir *in vitro* rejenerasyon protokolü geliştirmeyi amaçlamışlardır. *Ficus carica* L. ‘Masui Dauphine’ çeşidinin *in vitro* sürgünlerinin kültüre alınmasıyla rejenere edilen yaprak eksplantları kesilmiş ve farklı konsantrasyonlarda 2,4-D, TDZ ve 0,5 mM PG kombinasyonlarını içeren MS besin ortamına transfer edilmişlerdir. 2,4-D’nin eklenmesi doğrudan eksplant üzerinde kök oluşumunu indüklemiş ve PG’nin varlığı kök oluşumunu önemli ölçüde artırmıştır. PG içeren MS besin ortamına 2,4-D ve TDZ’nin bir kombinasyonu eklendiğinde, eksplantlar adventif tomurcuklar üretmeye başlamıştır. Sonuç olarak, PG ilavesi, adventif tomurcuk oluşumunu teşvik etmede etkili olmuştur. Kesilen sürgünler, bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen veya yalnızca 1,0 mg/L IBA içeren

MS besin ortamında başarılı bir şekilde köklendirilmiştir. Rejenere bitkicikler, kısa bir iklimlendirme döneminden sonra toprağa başarılı bir şekilde aktarılmışlardır. Bu çalışma, *Ficus carica* L.'nin vejetatif organlarından organogenez ve bitki rejenerasyonu hakkındaki ilk protokol olarak ileri sürülmüştür.

Fráguas et al. (2004a), *F. carica* L.'nin *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin bir prosedür geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişler ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin mikroçoğaltım üzerindeki etkisini incelemişlerdir. *In vitro* oluşturulan *F. carica* L. fidelerinin 1-2 cm ve iki tomurcuklu nodal segmentleri, (0, 0,5, 1, 2 ve 4 mg/L) kinetin ve (0, 2, 4, 6 ve 8 mg/L) GA₃ kombinasyonunu içeren WPM besin ortamında kültüre alınmıştır. Sonuç olarak, 2 mg/L kinetin konsantrasyonunda küçük ve vitrifiye tomurcukların oluşumu gözlenirken, 2,45 mg/L kinetin içeren ortamda en fazla sayıda sürgün (4,25 adet) elde edilmiştir. Bununla birlikte, GA₃ yokluğunda ve 0,5 mg/L kinetin içeren WPM besin ortamında 3,36 adet sürgün elde edilmiştir. Bu konsantrasyonlarda hiperhidrisitesiz, köklü, daha uzun sürgünler elde edilmiş ve bitkiciklerin görsel olarak daha iyi durumda oldukları görülmüştür. Ayrıca, 0,5 mg/L kinetinin kullanımı, daha yüksek *in vitro Ficus carica* L. çoğaltım oranlarını teşvik etmiştir. Ancak GA₃, sürgün oluşumunu ve çoğaltımını azaltmıştır ve bitkiciklerde etiolasyonu, hiperhidrisiteyi, sararmayı ve apikal nekrozu indüklemiştir.

Fráguas et al. (2004b) tarafından *Ficus carica* L. 'Roxo de Valinhos' çeşidinin *in vitro* mikroçoğaltımı için verimli ve etkin bir protokol oluşturmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Tarlada yetişen olgun *F. carica* L. 'Roxo de Valinhos' bitkilerinin iki tomurcuk içeren nodal eksplantları, üç farklı çoğaltım çalışması için farklı besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Tüm çalışmada kullanılan eksplantlar, $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de, $35 \mu\text{mol/m}^2\text{s}$ ışık ile 16 saatlik bir fotoperiyot altında büyütülmüşlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 'Roxo de Valinhos' incir ağacı çeşidinin mikroçoğaltımında farklı güçlerde WPM besin ortamı konsantrasyonları (%50, %100 ve %200) uygulanmış ve standart (%100) WPM konsantrasyonunun eksplantların gelişimi için en verimli ortam konsantrasyonu olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, 0,5 mg/L kinetin ile

kombinasyon halinde WPM besin ortamı, *Ficus carica* ‘Roxo de Valinhos’ bitkilerinin sürgün çoğaltılması için en iyi koşul olarak belirlenmiştir. Besin ortamına aktif karbonun ilavesi sürgünlerin çoğalmasını tamamen engellemiştir. BA’nın ortama dahil edilmesi, küçük ve vitrifiye sürgünlerin yanı sıra aşırı kallus oluşumunu indüklemiştir. Ortama GA₃ eklendiğinde ise vitrifiye, sararmış ve ucu yanmış sürgünlerle birlikte aşırı uzamayı indüklediği belirlenmiştir.

Ferreira and Pasqual (2005) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *F. carica* L. ‘Roxo de Valinhos’ çeşidi için verimli bir mikroçoğaltım prosedürü oluşturmayı amaçlamışlardır ve NAA ile GA₃ bitki büyüme düzenleyicilerinin mikroçoğaltım üzerindeki etkisini incelemişlerdir. *Ficus carica* L. ‘Roxo de Valinhos’ çeşidinin iki tomurcuklu nodal eksplantları, (0,0, 0,25, 0,5, 1,0 ve 2,0 mg/L) NAA ve (0,0, 1,0, 2,0, 4,0 ve 8,0 mg/L) GA₃ konsantrasyonlarını içeren WPM besin ortamında kültüre alınmıştır. Deneysel tasarım, 4 tekerrürlü 5x5 faktöriyel bir şemada tesadüfi parseller üzerinde gerçekleştirilmiştir. İncir bitkicikleri, $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışınım ve 16 saatlik bir fotoperiyotta 90 gün sonunda değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, 0 ve 0,5 mg/L NAA konsantrasyonları ile GA₃ konsantrasyonu artırıldıkça köklerin uzunluğunda bir azalma olduğu belirlenmiştir. 0,5 mg/L NAA ile ortalama kök uzunluğunda bir artış elde edilmiş ve 4,0 mg/L GA₃’te maksimuma ulaşmıştır, ancak ardından azaldığı gözlemlenmiştir. 2 mg/L NAA ve 8 mg/L GA₃ kombinasyonunun kullanılması, kök uzaması ile kuru kök ağırlığı üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Ayrıca, 8 mg/L GA₃ varlığında ve NAA yokluğundaki WPM besin ortamında daha fazla sürgün gelişimi meydana gelmiştir. Besin ortamına NAA eklenmesinin elde edilen sürgünlerin kuru ağırlığını azalttığı saptanmıştır.

Hepaksoy ve Aksoy (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, yüksek kalitedeki meyvesi nedeniyle tüm dünyada kurutulmuş standart bir incir çeşidi olarak kabul edilen *F. carica* L. ‘Sarılöp’ çeşidinde klonal seleksiyon gerçekleştirmişlerdir ve meyve verimi ile kalitesi açısından umut vadeden bazı klonların çoğaltılmasını amaçlamışlardır. Çalışmada, klonlar arasında en iyisi olan ‘Klon 37’ seçilmiştir. Mayıs ve haziran aylarında olmak üzere iki farklı zamanda ‘Sarılöp Klon 37’nin 20 yaşındaki ağaçlarından üç-dört cm uzunluğunda sürgün

uçları alınmıştır. Eksplantların önce uçları kısaltılmış, ardından akan su altında yıkanarak kirlerden arındırılmıştır. Yıkama sonrasında eksplantlar 1-2 damla Tween 20 ile %2 (v/v) NaOCl içinde 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra eksplantlar steril distile saf su ile üç kez 5 dakika durularak aktarıma hazır hale getirilmiştir. Binoküler mikroskop altında, 0,2-0,3 mm boyutundaki meristemler çıkarılmış ve MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Eksplantların kültüre alınma süresinin ve ağaç sayısının kısıtlı olması sebebiyle önce 1 mg/L IBA, 1 mg/L GA₃ ve 5 mg/L BA içeren yarı-katı MS besin ortamı kullanılarak yeterli sayıda sürgün elde edilmiştir. Daha sonra bu *in vitro* sürgünler, hem sıvı hem de katı olmak üzere beş farklı besin ortamı kullanılarak kültüre alınmıştır. Köklendirme aşamasında 0, 0,5, 1,2, 2,5 ve 5,0 µM konsantrasyonları içeren IBA ve NAA yarı-katı besin ortamları kullanılmıştır. Difco bacto agar (%0,7 w/v) ile yarı-katı besin ortamı katılaştırılmış ve 20 dakika 121°C'de otoklavlamadan önce pH 5.7'ye ayarlanmıştır. Kültürler, 24 ± 1°C'de 16 saat ışık altında inkübe edilmiştir. Köklendirilmiş *in vitro* bitkicikler turba, volkanik tuf, perlit, kum, toprak ve inek gübresi karışımına (1:1:1) eklenerek toprağa alıştırılmıştır. Sonuç olarak, 'Sarılöp Klon 37', tüm çalışma süresince yüksek bir performans sergilemiştir. Çoğaltım ortamı olarak 1 mg/L IBA, 5 mg/L BA, 1 mg/L GA₃ ve 89 ml/L PG içeren MS besin ortamı en iyisi olurken, köklenme açısından 1,2 ve 2,5 µM IBA veya NAA içeren MS besin ortamından daha iyi sonuç elde edilmiştir. Turba ve volkanik tuf, dış koşullara uyum sağlamada en iyi performansı vermiştir. Perlit, kum, toprak ve inek gübresi karışımında (1:1:1) ise bitkiciklerin hayatta kalma oranlarının daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Hepaksoy and Aksoy (2006), *F. carica* L. bitkisinin seçilen üç klonunun doku kültürü teknikleriyle mikroçoğaltılması için verimli bir prosedür geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 20 yaşındaki *F. carica* L. 'Sarılöp' çeşidinin ağaçlarından '37', '50' ve '82' klonlarının sürgün uçları (3-4 cm uzunluğundaki) alınmıştır. Sürgün ucu eksplantları, akan musluk suyu altında yıkanmış, 1 veya 2 damla Tween 20 ile %2 (v/v) NaClO içinde 20 dakika tutulmuştur ve ardından steril distile su ile üç kez 5 dakika süreyle durulanmıştır. Çalışmada, yeterli sayıda *in vitro* sürgün elde etmek için beş farklı 1 mg/dm³ IBA, 1 mg/dm³ GA₃ ve 5 mg/dm³ BA içeren hem sıvı hem de yarı-katı MS besin ortamı kullanılmıştır. Sonuç olarak, 'Klon 37', eksplant başına 2,69 sürgün sayısı ile 'Klon

50' (1,13 adet) ve 'Klon 82'den (1,10 sürgün) daha yüksek bir performans göstermiştir. En iyi çoğalma 1 mg/dm³ IBA, 1 mg/dm³ GA₃ ve 5 mg/dm³ BA içeren MS besin ortamında gözlenmiştir. En iyi köklenme (%88,9) ise 1,2 ve 2,5 µM IBA veya NAA içeren MS besin ortamında 'Klon 37'de elde edilmiştir. Turba ve volkanik tüf, dış koşullara uyum sağlamada en iyi performansı vermiştir. Yapılan bu çalışmada, yüksek performansları nedeniyle seçilen 'Sarılöp' klonlarının doku kültürü ile kısa sürede ve büyük miktarlarda çoğaltılabileceği ortaya konulmuştur.

Kim et al. (2007) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *Ficus carica* L. 'Seungjung Dauphine', 'Bongraesi', 'Banane', 'Brunswick', 'Violet Dauphine', 'Brown Turkey' ve 'The King' yedi olgun incir ağacı çeşidinin yaprak segmentlerinden çoklu sürgün çoğaltımı ve bitki rejenerasyonu elde etmeyi amaçlamışlardır. Dormansi durumundaki tomurcukların çatlaması büyük ölçüde seçilen çeşide bağlıdır, çalışmada mükemmel derecede tomurcuklanma gösteren 'Seungjung Dauphine' çeşidi seçilmiştir. Yedi çeşit incirin apikal sürgün tomurcukları ve nod eksplantları, Kumho Yaşam ve Çevre Bilimleri Laboratuvarı'nın serasında büyütülmüş ve muhafaza edilmiştir. Daha sonra, ana bitkilerden elde edilen sürgünler, bir aksiller tomurcuğa sahip tek bir nod içeren 5-10 cm'lik parçalar halinde kesilmiştir. Ardından 10 dakika süreyle %70 etanol içinde yüzey sterilize edilmiş, ardından 10 dakika süreyle %4 NaOCl içeren ticari ağartıcıya (Youhan Rox, Kore) daldırılmışlardır. Daha sonra steril distile su ile iyice durulanmış ve fazla nemi uzaklaştırmak için steril kurutulmuş filtre kâğıdı üzerinde kurulanmışlardır. Dokuların kararması, *in vitro* kültür sırasında önemli bir sınırlayıcı faktör oluşturmaktadır. Bitki dokularına 0,5 mM PG uygulanmasıyla segmentlerden sızan ve dokuların kararmasına neden olan fenolik maddeler önemli ölçüde geciktirilebilmiş veya azaltılabilmektedir. Yaralanmış yaprak eksplantları, TDZ eklenmiş MS besin ortamında kültüre alındığında; IBA ile kombine edilmiş ortamda, diğer oksin ve sitokinin eklenenlere kıyasla daha fazla sürgün verdiği saptanmıştır. 2 mg/L IBA'nın, 0,5 veya 1,0 mg/L TDZ ile kullanılması sonucu eksplant başına sırasıyla 8,1 ya da 10,8 adet çoklu sürgün elde edilmiştir. Dokular, aydınlık ortama transfer edilmeden önce bir hafta süre ile karanlık koşullara bırakıldıklarında %90'lık bir başarı oranıyla sürgün vermişlerdir. Yeni gelişen

sürgünlerin en iyi köklendirilmesi, tam güçteki MS besin ortamında sağlanmıştır. *In vitro*'da yeni gelişen bitkicikler, başarıyla sera koşullarına aktarılmışlardır.

Ferreira and Pasqual (2008), *F. carica* L. bitkisinin 'Roxo de Valinhos' çeşidinde *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin bir prosedür geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 'Roxo de Valinhos' çeşidinin daha önceden *in vitro*'da kurulan 1 cm uzunluğunda olan bir-dört tomurcuklu nod segmentleri, (0; 10; 20 ve 40 g/L) süktroz ve (0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 mg/L) kinetin içeren (%0; %50, %100, %150 ve %200) konsantrasyonlarındaki WPM besin ortamında denemeler kurulmuştur. Tüm denemelerde, besin ortamının pH'ı 5.8'e ayarlanmış ve 6 g/L agar içeren WPM besin ortamı kullanılmıştır. Sonuçlar, 'Roxo de Valinhos' çeşidinin bir veya iki tomurcuklu nodal segmentlerinden çoğaltılan sürgünlerinde, 10 g/L süktroz eklenmiş %100'lük WPM besin ortamı ile kinetin içermeyen WPM besin ortamında daha iyi sürgün uzamasının (4,22 cm) gerçekleştiği gösterilmiştir. Ayrıca, WPM besin ortamına 0,5 mg/L kinetin eklenmesi ve eksplantların tomurcukları ile kültüre alınmasının daha geniş sürgünlerin oluşmasını teşvik ettiği saptanmıştır. Sürgün sayısı, kök uzunluğu ve sürgünlerin kuru ağırlığı için denenen WPM besin ortamı konsantrasyonları ile süktroz dozları arasındaki etkileşimin anlamlı bir oranda etki gösterdiği belirlenmiştir.

Mustafa and Taha (2012), *F. carica* L.'nin 'Sultany', 'Aboudi' ve 'White Adcy' farklı incir çeşitlerinin *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin bir prosedür geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir ve çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin mikroçoğaltım ve altkültürleme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bu incir çeşitlerinden alınan 4-8 mm uzunluğundaki aksiller tomurcuklu nodal segmentlere sahip sürgün ucu eksplantlarının, %20 NaClO solüsyonu ile 20 dakika ve %70 etanol ile 1 dakika boyunca yüzey sterilizasyonu yapılmış, ardından eksplantlar steril distile su ile üç kez durulanmıştır. 2,5 mg/L BA, N6-2-İzopentenil adenin (2IP), kinetin ve Adenin sülfat (ADS) içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Çalışma kapsamında 4 haftada bir düzenli olarak birçok altkültür çalışması yapılmış ve çoğaltım aşamasında büyüme parametreleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, 2,5 mg/L oranındaki BAP'ın sürgün çoğalmasını ve

kallus oluşumunu artırdığını, kinetinin ise sürgün uzunluğunun artmasını teşvik ettiğini göstermiştir. En iyi yaprak sayısı, 2,5 mg/L 2IP veya ADS içeren MS besin ortamında elde edilmiştir. Ayrıca altkültür sayısı arttıkça sürgünlerin çoğalması artarken, yaprak sayısı ve sürgün uzunluğu azalmıştır. Çalışmada kullanılan incir çeşitlerinden ‘Sultany’ çeşidinin eksplantları maksimum sayıda (15,03) sürgün artışı sağlarken ‘Aboudi’ çeşidi ise yaprak sayısı, sürgün uzunluğu ve kallus oluşum parametreleri bakımından diğer çeşitlerle kıyaslandığında daha iyi sonuç vermiştir.

Taha et al. (2013), *F. carica* L. bitkisinin ‘Conadria’ ve ‘Black Mission’ çeşitlerinde mikroçoğaltım için etkin bir protokol oluşturmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. *In vitro* çoğaltılan iki incir çeşidinin sürgün ucu eksplantları, 0,5 mg/L BAP içeren modifiye MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Çalışmada, MS besin ortamına eklenen 0,1 ve 0,2 mol/L konsantrasyonlarındaki farklı tuz güçlerinin ($\frac{1}{4}$ MS, $\frac{1}{2}$ MS, MS ve 2MS) ve farklı karbon kaynaklarının (sükroz ve fruktoz) sürgün çoğaltımı ve köklendirilmesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, ‘Black Mission’ çeşidinin sürgün sayısı bakımından ‘Conadria’ çeşidinden daha iyi olduğunu, ‘Conadria’nın ise ‘Black Mission’ çeşidinden daha yüksek yaprak sayısı ve sürgün uzunluğu verdiğini göstermiştir. MS ve 2MS besin ortamlarında hem sürgün sayısı hem de sürgün uzunluğu önemli ölçüde artmıştır. Çoğaltım için karbon kaynağı olarak fruktozun (0,1 M) kullanımı sükroza göre iyi sonuç vermiştir. En iyi sürgün uzunluğu ve sürgün sayısı besin ortamına 0,2 mol/L fruktoz eklendiğinde elde edilmiştir. Köklenme aşamasında, yarı güçteki MS besin ortamı, diğer güçtekilerle karşılaştırıldığında köklenme yüzdesini önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir.

Mustafa et al. (2013) tarafından yapılan çalışmada, *Ficus carica* L. ‘Sultany’ ve ‘Aboudi’ iki incir çeşidinin *in vitro* çoğaltılması için en uygun karbon kaynağı ve etkili bir besin ortamı kompozisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. ‘Sultany’ ve ‘Aboudi’ iki incir çeşidinin sürgün uçları, musluk suyu altında yıkanarak laminar hava akışlı kabinde sterilize edilmiştir. Eksplantlar kuruluş aşaması için 0,5 mg/L BAP, 30 g/L sükroz ve 6 g/L Difco Bacto agar içeren bir bazal MS besin ortamı

üzerinde ayrı ayrı kültüre alınmıştır. Kültüre alınan eksplantlar, 16 saat yapay ışık ($30 \mu\text{M}/\text{sn}$ 'de floresan ışık) ve 8 saat karanlık ortamda, ortalama $23 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta inkübe edilmiştir. Çalışmada, sürgün ucu eksplantları farklı karbon kaynaklarını (sükroz ve fruktoz) ve 0,5 mg/L BAP bitki büyüme düzenleyicisini içeren farklı MS besin ortamlarında ($\frac{1}{4}$ MS, $\frac{1}{2}$ MS, MS ve 2MS) kültüre alınmıştır. 2MS gücündeki besin ortamının anlamlı bir oranda yaprak sayısını ve sürgün uzunluğunu artırdığı bulunmuştur. Ancak en yüksek sürgün sayısı değerleri tam MS gücünü içeren besin ortamında gözlenmiştir. Bununla birlikte, karbon kaynağı olarak fruktozun kullanılmasıyla iki incir çeşidinin çoğaltılmasında sükrozdan daha iyi bir sonuç elde edilmiştir. Ayrıca, en yüksek sürgün uzunluğu ve en yüksek sürgün sayısı değerleri besin ortamına 0,2 M/L fruktoz ilave edildiğinde elde edilmiştir.

Darwesh et al. (2014) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *F. carica* L. bitkisinin doku kültürü teknikleriyle *in vitro* çoğaltılması için verimli bir prosedür geliştirmeyi amaçlamışlardır. *F. carica* L.'nin genç sürgün uçları, sabun ve birkaç damla Tween 20 içeren musluk suyunda 1 dakika yıkanarak yüzey sterilizasyonları gerçekleştirilmiştir. Ardından %70 etanol içinde, steril damıtılmış su ile durulanmış ve 15 dakika boyunca %30 ticari Clorox solüsyonuna (%1 NaClO) daldırılmışlardır. Sterilize sürgün uçları; 3,0, 4,0 ve 5,0 mg/L BA ve 3,0, 4,0 ve 5,0 mg/L kinetin ile 1,0 mg/L GA₃ kombinasyonunu içeren tam güçteki MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Tüm uygulamalar, büyüme odasında $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de ve 16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık fotoperiyotta, 1500 lüks sabit floresan ışığı altında inkübe edilmiştir. Çalışmada, GA₃, BA, kinetin gibi farklı büyüme düzenleyicilerini içeren MS besin ortamı kullanılarak *F. carica* L.'nin olgun ağacından toplanan apikal tomurcuklu çoklu sürgün indüksiyonu için bir yöntem belirlemek üzere yapılmıştır. Sonuç olarak, 5 mg/L BA ve 1 mg/L GA₃'ün MS besin ortamına eklenmesiyle sürgünlerin çoğaltım sayısının arttığı belirlenmiştir. En iyi yaprak sayısı, 1 mg/L'de GA₃'ün 3 mg/L BA ile kombinasyonunu içeren besin ortamından elde edilmiştir. Ek olarak, kontrole kıyasla besin ortamına tek başına 1 mg/L GA₃, 5 mg/L kinetin veya 3 mg/L BA ile GA₃ kombinasyonları eklendiğinde bitki uzunluğu anlamlı bir farkta artmıştır.

Palú et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada, *F. carica* L. ‘Purple Valinhos’ çeşidinin *in vitro* çoğaltılması için en uygun besin ortamı kompozisyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Araziden toplanan yaklaşık on cm uzunluğundaki ‘Purple Valinhos’ çeşidinin sürgün uçları, akan su altında ve on damla nötr deterjan içeren bir kaptaki 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Sürgünler akan suda yıkandıktan sonra, bisturi yardımıyla yaklaşık bir cm uzunluğunda apikal tomurcuklar elde edilmiştir. Apikal tomurcuk eksplantları, %70 etanol içinde bir dakika bekletilerek üç kez otoklavlanmış distile su ile durulanmıştır. Ardından eksplantlar sırayla, 2 g/L 3-metil-tiyofen (fungisit) ve 250 mg/L kloramfenikol (antibiyotik) çözeltisine beş dakika batırıldıktan sonra tekrardan üç kez otoklavlanmış distile su ile durulanmıştır. Daha sonra eksplantlar aseptik bir ortamda laminar hava akışlı kabin içinde, beş dakika süreyle 250 mg/L sitrik asit ile 250 mg/L askorbik asit içine daldırılmış ve %2,5 sodyum (v/v) hipoklorit çözeltisinde 15 dakika bekletilmiştir. En son aşamada eksplantlar, en az üç kez otoklavlanmış distile su ile durulanarak besin ortamına aktarılmıştır. Çalışmada, apikal tomurcuk eksplantları farklı ½ MS, MS, ½ WPM ve WPM besin ortamlarında kültüre alındıktan 60 gün sonra incelenmiştir. Sonuç olarak, yaprakların ve yanal tomurcukların ortaya çıkışının görsel olarak incelenmesiyle birlikte, gelişen tomurcukların yüzdeleri belirlenmiştir. Elde edilen apikal tomurcuklar, WPM ve ½ MS besin ortamlarının kullanılmasıyla sağlanmıştır. Apikal tomurcukların *in vitro* oluşturulmasında kullanılan farklı çeşitteki besin ortamlarının arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Büyüyen tomurcukların en yüksek yüzdeleri, sırasıyla %72 ve %68 ile WPM (%100) ve ½ MS (%50) besin ortamının kullanılmasıyla sağlanmıştır. ½ WPM (%50) ve MS (%100) uygulamalarından, birbirinden istatistiki açıdan farklı olmayan sırasıyla ortalama %36 ve %52 ile en düşük gelişmiş tomurcuk yüzdeleri elde edilmiştir.

Moniruzzaman et al. (2015) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, incir (*F. carica*) bitkiciklerinin *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin bir protokol oluşturmayı amaçlamışlardır. Eksplant olarak toplanan ‘Masui Dauphine’ incir çeşidinin taze sürgünleri, birkaç damla (Teepol) sıvı sabun içeren beherde musluk suyu altında 1 saat yıkanarak yüzey sterilizasyonu sağlanmıştır. Bu uygulama, eksplantlardaki tozun yanı sıra fenolik bileşiği de gidermek için yapılmıştır. Daha sonra,

sterilizasyon tekniğinin standardizasyonu için farklı konsantrasyonlarda (%5, 10, 15, 20) ve farklı sürelerde (10, 20, 30, 40, 50, 60 dk) ticari çamaşır suyu (Clorox) kullanılmıştır. Sterilizasyondan önce Clorox solüsyonuna bir damla Tween 20 eklenmiştir. Her uygulamadan sonra, eksplantlar steril deiyonize su ile her biri 10 dakika olmak üzere 3 kez durulanmıştır. Eksplantlar, ayrı ayrı 0,5, 1, 1,5 mg/L konsantrasyonunda BA ve TDZ bitki büyüme düzenleyicilerini içeren MS bazal besin ortamında kültüre alınmıştır. Besin ortamları, bitki doku kültürü odasında $25 \pm 2^\circ\text{C}$, %60 nemde, 16/8 saat fotoperiyotta, $35\text{-}40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ beyaz floresan ışık altında muhafaza edilmişlerdir. Kültüre alınan eksplantlar 4 hafta sonra, farklı (0,5, 1, 1,5 mg/L) BAP konsantrasyonları ve 0,2 mg/L NAA ile kombinasyonunu içeren MS besin ortamına alınarak sürgün sayıları, sürgün uzunlukları ve yaprak sayıları 4 haftalık gözlemlerin sonunda kaydedilmiştir. Büyüme düzenleyicileri olmadan MS besin ortamında kültüre alınan eksplantlar, herhangi bir büyüme aktivitesi göstermemiştir, ancak TDZ içeren ortama BAP'ın dahil edilmesiyle sürgün uçlarından doğrudan tomurcuklu sürgün indüksiyonu sağlanmıştır. Böylece, sürgün uçları için en iyi hayatta kalma oranı yüzde $60,0 \pm 5,7$ oranla gözlemlenmiştir. Sürgün çoğalması ve uzaması için, 0,5 mg/L BAP ve 0,2 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, gerçekleştirilen kombinasyonlar arasında en iyisi olarak belirlenmiştir. Ortalama sürgün sayısı (adet), ortalama sürgün uzunluğu (cm) ve ortalama yaprak sayısı (adet) sırasıyla $2,45 \pm 1,34$, $2,23 \pm 0,38$ ve $6,23 \pm 0,86$ olarak kaydedilmiştir.

Dhage et al. (2015) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *Ficus carica* L. bitkisinin 'Poona Fig', 'Brown Turkey', 'Conadria' ve 'Deanna' olmak üzere dört incir çeşidi için etkin bir *in vitro* rejenerasyon prosedürü geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada eksplant olarak kullanılan dört incir çeşidinin aksiller sürgün uçları ve 'Poona Fig'in taze yaprakları; %0,1, %0,2, %0,3 (w/v) HgCl_2 ve %4 (w/v) NaClO solüsyonu ile sırasıyla 3, 5, 7, 9 dakika sterilize edilmiştir. Ardından beş kez steril damıtılmış su ile durulanmıştır. Sterilize sürgün uçları, 2,5 ve 3,5 mg/L 6-BAP, 0,5 mg/L GA_3 , 100 mg/L askorbik asit ve 150 mg/L sitrik asit içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Başlangıçta bir hafta karanlıkta bekletilen kültürler daha sonra 25°C sıcaklıkta, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyotta inkübe edilmişlerdir. Sonuç olarak, en yüksek sürgün ucu oluşumu

yüzdesi, 2,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L GA₃ içeren MS besin ortamında ‘Deanna’da (%100), ardından ‘Conadria’ (%79,2) ve ‘Brown Turkey’de (%76,7) gözlemlenmiştir. ‘Poona Fig’ çeşidinde ise (%11,7-13,3) sürgün uçlarının oluşumu çok zayıf olarak gözlenmiştir. Sürgünlerin 1,0 mg/L IBA içeren MS besin ortamı üzerinde kültüre alınması hem çoklu sürgün hem de köklenme ile sonuçlanmıştır. ‘Brown Turkey’ 1 adet ve ‘Poona Fig’ de 0,6 adede karşılık ‘Conadria’ 4,7 adet ve ‘Deanna’da 3,8 adet ile önemli sayıda yeni sürgün oluşumu gözlemlenmiştir. En yüksek kök indüksiyonu yüzdesi ‘Conadria’da (%73,3), ardından ‘Deanna’ (%52,2), ‘Brown Turkey’ (%26,7) ve ‘Poona Fig’de (%24,4) gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, incirdeki sürgün tomurcuğu oluşumunun ve çoklu sürgün indüksiyonunun yüksek oranda genotipe özgü olduğunu doğrulamıştır. Popüler bir çeşit olan ‘Poona Fig’in sürgün ucu kültürüne tepkisi çok zayıf olması sebebiyle rejenerasyon çalışması için ayrıca hassas yaprak eksplantları kullanılmıştır. Kallus oluşumu için 4,0 mg/L 2,4-D, sürgün için 7 mg/L TDZ ve 0,25 mg/L NAA, köklendirme için 1,0 mg/L IBA içeren MS besin ortamları kullanılarak optimum rejenerasyon elde edilmiştir.

Toma and Tamer (2015), *F. carica* L. ‘Benaty’ çeşidindeki incir genotipinin *in vitro* mikroçoğaltımı için verimli bir protokol geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yanal ve tepe tomurcuklarını içeren eksplantlar (yaklaşık 1 cm uzunluğundaki), 7 ve 10 dakika süreyle %0,15 HgCl₂ içine daldırılarak yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Ardından eksplantlar, 0,2 mg/L NAA, 1 mg/L GA₃ ve 1 mg/L BA bitki büyüme düzenleyicileri ile 30 g/L sükröz, 7 g/L agar ve 0,4 mg/L tiamin-HCl içeren modifiye edilmiş bir MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Bu kültürler, 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyotta, 25 ± 2°C sabit sıcaklıkta 1000 lüks aydınlatmada inkübe edilmiştir. Denemenin kuruluş aşamasında eksplantlar; 0, 1,0, 2,0, 3,0 ve 4,0 mg/L BA ile 0, 2,0, 4,0 6,0 ve 8,0 mg/L’deki kinetin konsantrasyonlarında denenerek çoğaltım aşaması için en iyi olan hormon konsantrasyonları belirlenmiştir. Çoğaltım aşamasında, belirlenen en iyi sitokinin konsantrasyonuna 0, 2 ve 4 g/L konsantrasyonlarında aktif karbon eklenmiştir. Köklenme aşaması için 0, 0,25, 0,50, 0,75 ve 1,00 mg/L konsantrasyonlarında IBA ile NAA kombinasyonlarını içeren ¼, ½ ve tam dozlarda olmak üzere farklı MS besin ortamları kullanılmıştır. Bu aşamada en iyi oksin

konsantrasyonu ile tam güçteki MS besin ortamına 0, 2 ve 4 g/L aktif karbon eklenmiştir. Çalışma sonucunda ‘Benaty’ incir bitkisi çeşidi, bitki doku kültürü tekniği ile başarılı bir şekilde çoğaltılmıştır, ayrıca bu çalışma ile tekrarlanabilir ve güvenilir bir mikroçoğaltım protokolü geliştirilmiştir. Başlangıç aşamasında, eksplantlara 7 dakika süreyle %0,15 HgCl₂ uygulanmasıyla lateral ve tepe tomurcuk eksplantlarından yaklaşık %85’lik bir oran ile aseptik kültürler elde edilmiştir. Sürgün çoğaltımı aşamasında ortama 2,0 mg/L BA ve kinetin ilavesi, sırasıyla eksplant başına 2,66 adet ve 3,33 adet sürgün ile en yüksek sürgün sayısı elde edilmiştir. Bununla birlikte aktif karbon, sürgünlerin çoğalmasını teşvik etmiştir. Eksplant başına en yüksek sürgün sayısı (eksplant başına 5 sürgün), 4,0 g/L aktif karbon içeren MS besin ortamında elde edilmiştir. Kök oluşumu aşamasında, 0,25 mg/L NAA ile tam güçteki MS besin ortamının kullanımı, %87,5’e ulaşan en yüksek köklenme yüzdesini vermiştir. En yüksek kök sayısı (eksplant başına kök sayısı 18,5 adet), 0,25 mg/L NAA ile tam güçteki MS besin ortamının uygulanmasında kaydedilmiştir. En uzun kökler (6,66 cm) ise 0,50 mg/L IBA ile yarı güçteki MS ortamında elde edilmiştir. Köklendirme besin ortamına aktif karbon eklenmesi, başlangıçta %87,5 olan köklenme yüzdesini, 2,0 ve 4,0 g/L aktif karbon eklendikten sonra sırasıyla %50 ve %62,5’e düşürmüştür. *In vitro* olarak çoğaltılan incir bitkicikleri, %95’lik hayatta kalma oranı ile laboratuvar ortamından tarla koşullarına başarılı bir şekilde kademeli olarak aktarılmıştır.

Bayoudh et al. (2015) gerçekleştirdikleri çalışmada, *F. carica* L. bitkisinin hızlı *in vitro* mikroçoğaltımı için güvenilir ve etkin bir protokol oluşturmayı amaçlamışlardır. Tunus’un üç büyük yerel incir çeşidi ‘Zidi’ (ZDI), ‘Soltani’ (SNI), ‘Bither Abiadh’ (BA), nadir ve rekalsitrant yabancı incir ‘Assafri’nin (ASF) 4-5 cm uzunluğundaki sürgün uçları eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Tüm numuneler 15 dakika akan musluk suyu altında yıkanmıştır. Daha sonra numuneler, 2 damla Tween 20 eklenmiş %10’luk NaOCl solüsyonunda 25 dakika bekletildikten sonra steril distile su ile 3 kez 10’ar dakika durulanmıştır. 0,5, 1,0 ve 1,5 mm’lik sürgün uçları aseptik eksplantlardan çıkarılmış ve 30 g/L sükroz, 7 g/L agar, 90 mg/L PG ve çeşitli bitki büyüme düzenleyicileri içeren MS besin ortamında sürgün ucu kültürü başlatılmıştır. Her bir *in vitro* adım için, farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren dört MS besin ortamı kullanılmıştır.

Kültürler, soğuk beyaz floresan lambalar tarafından sağlanan $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışık yoğunluğu ile 16 saatlik fotoperiyotta $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Test edilen dört farklı besin ortamı arasında; ZDI, BA, SNI ve ASF'nin 0,5, 1 ve 1,5 mm boyutlarındaki en iyi sürgün uçları, 0,2 mg/L BAP, 0,1 mg/L NAA, 0,1 mg/L GA₃ ve PG'nin kombinasyonunu içeren MS besin ortamında, eksplant diplerinde daha düşük oranlarda kallus üretmesi ile elde edilmiştir. 'Soltani' (SNI) çeşidi %100 eksplant geliştirme oranı ile en yüksek sürgün ucu oluşturma potansiyelini göstermiştir. Sürgün çoğalması ve bitkicik gelişimi, 0,5 mg/L BAP, 0,1 mg/L NAA ve 0,1 mg/L GA₃'ün kombinasyonunu içeren MS besin ortamı ile sağlanmıştır. En yüksek ortalama yaprak sayısı artışı, (bitki başına 92 yaprak) ve çoğaltım oranı (bitki başına, 16,91 dal) ile M6'da elde edilmiştir. En iyi köklenme oranı (%83,34), ½MS ve 1 mg/L IBA içeren ½MS besin ortamında sağlanmıştır. İncir fidelerinin *ex vitro* köklenmesi nemli torfta %90 başarı oranı ile gerçekleştirilmiştir. Aklimatize edilmiş incir *vitro* bitkileri, virüs hastalıkları veya morfolojik anormallik gösteren semptomlar olmaksızın turbadan oluşan S1 substratları üzerinde yüksek tutma oranları (%92,1) ile hızlı büyüme göstermişlerdir.

Shahcheraghi and Shekafandeh (2016) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, incir (*F. carica* L.) genotipinin *in vitro* mikroçoğaltımı için verimli bir protokol oluşturmayı amaçlamışlardır. Nesli tükenmekte olan ve endemik 'Barghenari', 'Dehdez' ve 'Runu' isimli üç farklı incir genotipinden toplanan 5-20 cm uzunluğundaki sürgünler, akan musluk suyu altında bir saat bekletildikten sonra, 20 dakika 4 g/L benomil solüsyonuna daldırılmıştır. Eksplantların yüzey sterilizasyonu, %70 etanol ile 5 dakika ardından %15 Clorox (%5,25 NaClO) ticari çamaşır suyu ile 15 dakika süreyle bekletildikten sonra, 3-4 kez steril distile su ile durulanarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, steril sürgünlerden tek nodlu segmentler izole edilmiştir ve bakteriyel kontaminasyonu kontrol etmek için 100 mg/L seftriakson (antibiyotik) içeren bir bazal MS besin ortamında kültüre alınmışlardır. Fenolik maddelerin kontrolü için besin ortamına 2 g/L aktif karbon eklenmiştir. Sürgünlerin çoğalması için nodal eksplantlar, farklı konsantrasyonlarda çeşitli büyüme düzenleyicileri ilave edilen MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Sürgünlerin köklendirilmesi, farklı konsantrasyonlarda (0, 0,5, 1 veya 1,5 mg/L) IBA içeren MS ve ½ MS besin ortamlarında başlatılmıştır. Sonuç olarak, altkültür

sayısı artırıldıkça sürgünlerin çoğaltımında bir artış olduğu gözlemlenmiştir. İkinci altkültürden sekiz hafta sonra, eksplant başına en yüksek sürgün sayıları 13,67 ve 8,8 (adet) ile sırasıyla 'Runu' ve 'Bargchenari' genotiplerinde 0,5 mg/L BA ve 0,2 mg/L 2IP içeren MS besin ortamında elde edilmiştir. 'Dehdez' genotipinde MS besin ortamına 6 mg/L kinetin ve 0,2 mg/L NAA eklendiğinde eksplant başına sürgün sayısı 4,4 (adet) olmuştur. En yüksek kök sayısı (2,23 adet), 1,5 mg/L IBA içeren ½ MS besin ortamında 'Bargchenari' genotipinde elde edilmiştir.

Dessoky et al. (2016), *F. carica* L. bitkisinin *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin ve verimli bir protokol oluşturmayı amaçlamışlardır. Çalışmada, seradan toplanan *F. carica* sp.'nin sürgün ucu ve nodal eksplantları, yüzeysel tozları uzaklaştırmak için önce akan musluk suyu altında 30 dakika yıkanmış, daha sonra 1 dakika süreyle %70 etanol içine daldırılmıştır. Ardından %15 Clorox (%5,25 NaClO) içinde 12 dakika bekletilerek steril distile su ile üç kez durulanmıştır ve son olarak steril antioksidan solüsyon (%0,01 L-askorbik asit) ile durulanmıştır. Tüm *in vitro* kültürler, $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de tutulan bir kültür odasında 16/8 saatlik bir aydınlık/karanlık fotoperiyotta inkübe edilmiştir. Aksiller tomurcuklu nodal eksplantlar sürgün başlangıcı için, dört hafta boyunca çeşitli konsantrasyonlarda BAP ve kinetin içeren tam güçteki MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Sürgün çoğaltma ve uzatma aşamaları, çoğalan sürgünlerin farklı BAP, kinetin ve GA₃ konsantrasyonlarını içeren MS ortamında altkültürlenmesiyle gerçekleştirilmiştir. Köklenme aşaması için sürgünler (5-6 cm), farklı kombinasyon ve konsantrasyonlarda IAA ve IBA ile dört hafta boyunca 2 g/L aktif karbon içeren yarı güçteki MS besin ortamına aktarılmıştır. Köklenen materyaller, steril toprak içeren saksılara dikilmiş ve iklimlendirme için serada bekletilmiştir. Sonuçta, 3,0 mg/L BAP ve 0,1 mg/L kinetin içeren MS besin ortamında sera bitkilerinden toplanan iki tomurcuğa sahip nodal eksplantların kültürü ile yüksek oranda sürgün çoğaltımı (%95) sağlanmıştır. Oluşan sürgünler; 2,0 mg/L BAP, 0,1 mg/L kinetin ve 0,1 mg/L GA₃ içeren MS besin ortamında altkültüre alındıktan sonra çoklu sürgünler (eksplant başına 12 adet) elde edilmiştir. Ardından, sürgünler 2,0 mg/L IAA, 0,1 mg/L IBA ve 2 g/L aktif karbon içeren yarı güçteki MS bazal besin ortamına aktarılmasıyla yüksek köklenme yüzdesi (%100) elde edilmiştir. Steril toprak içeren saksılara dikilen ve serada muhafaza edilen köklü bitkicikler, %100

hayatta kalma oranı ile başarıyla iklimlendirilmiştir. Bir yaşındaki bitkiler, ana bitkiye göre normal morfolojik karakterler sergilemiştir. Mikroçoğaltılan bitkilerin genetik homojenliği, ana bitki ile rastgele seçilen dokuz adet 1 yaşındaki incir bitkisinin moleküler analizi yoluyla değerlendirilmiştir.

Patah et al. (2018) yaptıkları çalışmada, *Ficus carica* L.'nin seri üretiminde bitki doku kültürü sistemiyle *in vitro* mikroçoğaltılması için alternatif ve verimli bir protokol oluşturmayı amaçlamışlardır. Çalışmada, yaklaşık 1,0 cm x 1,0 cm boyutlarında küçük parçalar halinde kesilen 4 tip eksplant (gövde, gövde, kök ve yaprak sapı) kullanılarak çeşitli BAP ve NAA kombinasyonlarını içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Bununla birlikte, 6,0 pH'lı bazik ortam solüsyonunda sterilize edilmiş taze incir tohumları da kültüre alınmıştır. Tohumlar, başlangıçta musluk suyu altında yıkanmıştır. Daha sonra, %30'luk NaClO çözeltisinde 5 dakikada bekletilerek 5 kez distile su ile yıkanmıştır, ardından laminar hava akışlı kabinde %70'lik alkol ve steril distile su ile aseptik olarak durulanmıştır. Eksplantlar sabit fotoperiyot koşullarında, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlıkta, $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 'de inkübe edilmiştir. Sonuç olarak, sürgün ve gövde eksplantlarının MS besin ortamında BAP ve NAA kullanımı, sürgün ve kallus gelişimini istatistiksel olarak anlamlı oranda etkilemiştir. En yüksek sürgün rejenerasyonu, gövde eksplantlarından 1,0 mg/L BAP içeren MS besin ortamında elde edilmiştir. Kök ile yaprak sapı eksplantlarının çoğu, kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerine karşı anlamlı ölçüde bir farklılık göstermemişlerdir. Ayrıca, kallus indüksiyonu için gövde eksplantlarının 0,5 mg/L BAP ve 1,0 mg/L NAA kombinasyonu ile MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda en yüksek yaş ağırlık $2,28 \pm 0,239$ g olarak elde edilmiştir. Sürgün eksplantlarının 1,0 mg/L BAP ve 0,5 mg/L NAA kombinasyonu ile MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda elde edilen en yüksek yaş ağırlık $2,39 \pm 0,134$ g olarak sağlanmıştır. Yaprak sapı eksplantları, 0,5 mg/L BAP ve 1,0 mg/L NAA içeren MS besin ortamında kültüre alındıklarında $1,42 \pm 0,230$ g yaş ağırlık elde edilmiş ve kök eksplantları 1,0 mg/L BAP ve 1,0 mg/L NAA kombinasyonunda kültüre alındıklarında yaş ağırlık $1,43 \pm 0,148$ g sağlanmıştır. En düşük yaş ağırlık, 2,0 mg/L BAP ve 1,0 mg/L NAA kombinasyonu ile MS ortamında kültüre alınması sonucunda $0,12 \pm 0,048$ g olarak elde edilmiştir.

Shatnawi et al. (2019), *Ficus carica* L. bitkisinin hızlı ve kitlesel mikroçoğaltımı için etkili bir protokol oluşturmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, eksplant olarak *F. carica* ‘Salti Kodari’ çeşidinin on yaşındaki ana bitkilerinden toplanan sürgün uçları, 3-5 mm uzunluğunda kesilmiştir. Daha sonra sürgün uçları, %70’lik alkole 30 saniye daldırılmış ve %4’lük NaOCl ile birkaç damla Tween 20 eklenen solüsyonda 20 dakika süreyle sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Son aşamada steril sürgün uçları, laminar hava akışlı kabin altında steril deiyonize su ile üç kez durulanmıştır. Steril sürgün uçları (5 mm), 30 g/L süktroz eklenen bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen ½ MS ortamında kültüre alınmıştır. Eksplantlar, $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de 16 saatlik bir fotoperiyotta, soğuk beyaz floresan lambalar tarafından sağlanan $50 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışınım ile inkübe edilmiştir. Altı haftalık büyümenin ardından, bu eksplantlardan elde edilen mikrosürgünler, 0,2 mg/L kinetin ve 0,01 mg/L IBA içeren MS besin ortamı ile 1,0 g/L aktif karbon içeren MS besin ortamında her altı-yedi haftada bir altkültüre alınmıştır. Sonuç olarak, sürgün uçları (5 mm), 30 g/L süktroz ilavesiyle ½ MS besin ortamında büyütüldükten sonra ortama sürgün çoğaltımı için BAP ve kinetin eklenmesi sonucu eksplant başına elde edilen yeni sürgün sayısı ile sürgün boyu açısından anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. 0,2 mg/L IBA ile kombinasyon halinde 0,4 mg/L BAP kullanılarak, eksplant başına 4,2 (adet) sürgünle maksimum *in vitro* çoğaltım oranı sağlanmıştır. Kök oluşumunu başlatmak için farklı konsantrasyonlardaki IBA, IAA veya NAA içeren MS besin ortamları denenmiştir. En yüksek kök sayısı (4,3 adet), 1,5 mg/L IBA kullanıldığında elde edilmiştir. Bitkicikler, 1 toprak: 1 perlit: 1 turba karışımını içeren toprakta iklimlendirme sonrasında %80’lik bir başarı oranı ile hayatta kalmıştır. *F. carica*’nın *in vitro* korunması için, mikrosürgünler farklı süktroz konsantrasyonları içeren MS besin ortamında 40 hafta süreyle depolanarak muhafaza edilmiştir. %3 süktroz ile içeren MS besin ortamında $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de en yüksek yeniden büyüme yüzdesi (%89) sağlanmıştır. Belirli bir süre depolandıktan sonra yeni taze besin ortamına aktarılan bitkiciklerin daha yavaş büyüdükleri gözlemlenmiştir.

Azhar and Zainuddin (2020) gerçekleştirdikleri bir çalışmada, *F. carica* L. bitkisinin BTM-6 çeşidinde farklı bitki büyüme düzenleyicileri kullanarak sürgün indüksiyonu, sürgün çoğaltımı, köklendirilmesi ve toprağa aktarılması için *in vitro*

klonal çoğaltım yoluyla etkin bir protokol geliştirmeyi amaçlamışlardır. Tarlada yetiştirilen 2-3 aylık incirden toplanan en az 3 nodlu sağlıklı sürgün eksplantları, yüzey sterilizasyonu için başlangıçta, gece boyunca akan musluk suyun altında iyice yıkanmıştır. Daha sonra eksplantlar, fungusit (Karbendazim, %0,2) kullanılarak 30 dakika boyunca ön işleme tabi tutulmuştur. Ardından eksplantlar önce iyice distile su ile yıkanmıştır ve 15 saniye süreyle %70 (v/v) etanol içinde daldırılarak tekrardan distile su ile durulanmıştır. Daha sonra eksplantlar %2,5 (v/v) NaClO çözeltisi içinde 15 dakika inkübe edilmiştir ve son olarak eksplantlar steril distile su ile üç kez durulanmıştır. Yüzey sterilizasyonundan sonra, eksplantlar sterilize edilmiş filtre kağıdı kullanılarak kurutulmuştur. Yaprak eksplantları, sterilize edilmiş bisturi kullanılarak yaklaşık 1cm x 1cm boyutlarında kesilmiştir. Daha sonra, eksplantlar, 30 g/L süktroz ve %8 agar içeren MS bazal besin ortamına aktarılmışlardır. Sonuçta, eksplantların karbendazim ile ön işleme tabi tutulması, fungal kontaminasyonunun oluşumunu başarılı bir şekilde azalttığı gözlemlenmiştir. BBD'nin sürgün indüksiyonu üzerindeki etkisini araştırmak için eksplantlar, tek veya kombinasyon halinde farklı BBD konsantrasyonlarında kültüre alınmıştır. Yalnızca 2 mg/L BA, 2 mg/L BA ve 0,5 mg/L NAA ile kombinasyon halindeki MS ortamı ve 0,5 mg/L BA ile 0,5 mg/L NAA'nın kombinasyon halinde MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda sürgün ve kök indüksiyonu gözlenmemiştir; ancak kallus uyarılması başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

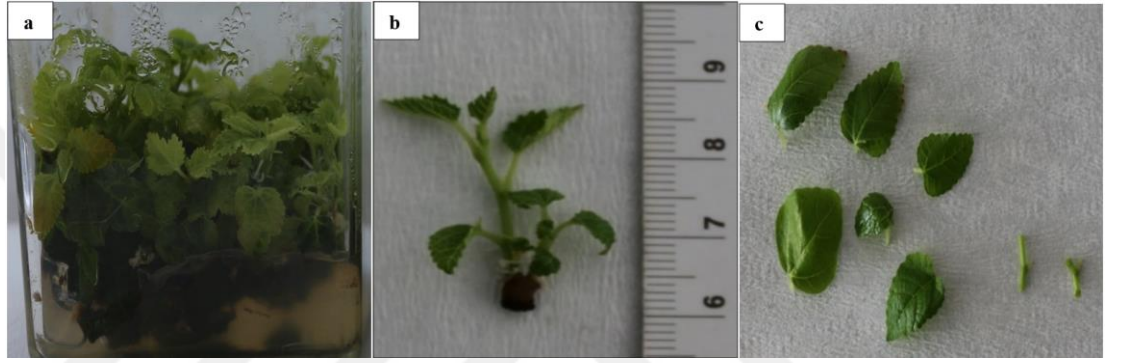
Ling et al. (2022), *F. carica* L. 'Violette de Solliès' çeşidinin *in vitro* mikroçoğaltımı için etkin bir protokol geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Eksplant olarak yaklaşık 3 cm uzunluğundaki 'Violette de Solliès'in (VDS) taze sürgün uçları, yüzey sterilizasyon aşamasından önce sağlıklı büyüyen ana bitkilerden toplanmıştır. Sürgün ucu eksplantları, %2 Sunlight bulaşık deterjanı ile akan musluk suyu altında on dakika yıkanmıştır. Eksplantlar daha sonra 5 dakika süreyle %70 etanol ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur, ardından 2-3 damla Tween 20 içeren %25 Clorox solüsyonu ile 5 dakika süreyle hafifçe çalkalanmıştır. Son olarak eksplantlar, sekiz kez steril distile su ile durulanarak kültüre alınmadan önce steril filtre kağıdı üzerinde kurutulmuştur. Yüzeyi sterilize edilmiş sürgün ucu eksplantları, farklı konsantrasyonlarda sitokininler (BAP, TDZ,

kinetin ve zeatin) içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. İndüklenen sürgünlerin köklendirilmesi için, farklı oksin konsantrasyonları (NAA, IAA ve IBA) ile WPM besin ortamı kullanılmıştır. Kùltürler, beyaz LED ışığı (Philips TLD 36 W/865–6500 K, 3070 lm) altında, 16/8 saatlik bir fotoperiyot ile $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve 50 ± 10 bağıl nemde inkübe edilmiştir. Köklenen eksplantlar, ticari bir parselde yetiştirilmeden önce sekiz farklı toprak substratında iklimlendirilmiştir. Elde edilen bitkicikler genetik stabilite ve klonal doğruluk açısından RAPD ve SCoT moleküler belirteçler kullanılarak analiz edilirken, iklimlendirme sonrası bitkilerin stoma morfolojisini gözlemlemek için taramalı elektron mikroskobu (scanning electron microscopy-SEM) kullanılmıştır. 5,0 mg/L BAP içeren MS ortamı, çoklu sürgün indüksiyonu ($15,20 \pm 1,03$ sürgün) için en uygun uygulama olurken, en yüksek köklenme yüzdesi (%93,33) 3,0 mg/L BAP ve 3 mg/L IBA içeren WPM besin ortamı kullanılarak elde edilmiştir. Bitkicikler, %100 hayatta kalma oranıyla biyolojik kömürlü toprakta başarıyla iklimlendirilmiştir. RAPD ve SCoT analizi, altı altkùltür döngüsü boyunca herhangi bir polimorfizm oluşumu göstermezken, SEM aracılığıyla yapılan gözlemler, *ex vitro* ortama alıştırılmış bitkiciklerin yaprakları üzerinde normal stoma yapıları oluştuğunu göstermiştir. Bu çalışma, ticari çoğaltmaya uygun *Ficus carica* ‘Violette de Solliès’ çeşidi için tek tip ve birebir aynı formda olan bitki stoklarının üretiminde verimli bir mikroçoğaltım protokolü olarak belgelenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Tez çalışmasında materyal olarak Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü Bitki Hücre, Doku ve Organ Kültürü Laboratuvarı'nda mevcut *in vitro* donör stoklardan alınan *Ficus carica* L. “Sarılöp” incir çeşidi bitkiciklerine ait sürgünlerden yaprakları uzaklaştırılarak hazırlanmış tek nodlu eksplantlar tüm denemelerde kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. a) Donör stok bitkicikleri b) donör stok bitkiciklerden alınan yaklaşık 2,5 cm uzunluğundaki sürgün materyali, c) sürgünden yaprakları uzaklaştırılarak hazırlanmış tek nodlu eksplantlar.

3.2. Metod

3.2.1. Nod eksplantlarının kültüre alınacağı besin ortamlarının hazırlanması

Bu çalışmada, MS (Murashige and Skoog, 1962), WPM (Lloyd and McCown, 1981 Woody Plant Medium), DKW (Driver and Kuniyuki, 1984) ve B5 (Gamborg, 1968) besin ortamları, farklı dozlardaki çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin kompozisyonlarını ve kombinasyonunu içerecek şekilde hazırlanmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Tüm çalışmalar süresince kullanılan temel besin ortamları (mg/L).

Bileşikler	Kültür ortamlarındaki bileşiklerin konsantrasyonları (mg/L)			
	MS	DKW	WPM	B5
Makrobileşikler				
KNO₃	1900	--	--	2500
K₂SO₄	--	1560	1700	--
NH₄NO₃	1650	1416	400	--
(NH₄)₂SO₄	--	--	--	134
NaH₂PO₄.H₂O	--	--	--	150
MgSO₄	--	--	--	250
MgSO₄.7H₂O	370	740	370,1	--
CaCl₂.2H₂O	440	147	96	150
Ca(NO₃)₂.4H₂O	--	1960	471,26	--
KH₂PO₄	170	259	170	--
Mikrobileşikler				
MnSO₄.H₂O	16,9	33,5	22,3	10
KI	0,83	--	--	0,75
H₃BO₃	6,2	4,8	6,2	3,0
ZnSO₄.7H₂O	8,6	17	8,6	2,0
CuSO₄.5H₂O	0,025	0,25	0,25	0,025
Na₂MoO₄.2H₂O	0,25	0,39	0,25	0,25
CoCl₂.6H₂O	0,025	--	--	0,025
FeSO₄.7H₂O	27,8	33,4	27,9	27,8
Tritriplex (Na₂.EDTA)	37,3	44,7	37,3	37,3
Organik Bileşikler				
Nikotinik asit	0,5	2,0	0,5	1,0
Pridoksin-HCl	0,5	--	0,5	1,0
Thiamin-HCl	0,1	2,0	1,0	10
Myo-inositol	100	100	100	100
Diğer Bileşikler				
Glisin	2,0	2,0	2,0	--
Sükroz	30.000	30.000	30.000	30.000

3.2.1.1. Stok çözeltilerin hazırlanması

MS, WPM, DKW ve B5 besin ortamlarını hazırlanırken stok çözeltiler kolaylık olması açısından bazı kimyasallar gruplandırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan stok çözeltiler “1 litre besin ortamı için 5 mL stok çözelti” prensibine göre hesaplanmıştır (Çizelge 3.2; Çizelge 3.3; Çizelge 3.4; Çizelge 3.5). 100 mL stok çözeltiler, 5 mL stok içerisinde 1 mg/L bitki büyüme düzenleyicisi içerecek şekilde oluşturulmuştur. Temel besin ortamında bulunan bileşikler dışında, kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerinin de stok çözeltileri hazırlanmıştır.

Çizelge 3.2. MS besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).

MS ortamı bileşenleri	1 L için gereken miktarlar (mg/L)	100 mL stok çözeltide bulunması gereken miktar (g/100 mL)	Stok Grupları
KNO₃	1900	*	*
NH₄NO₃	1650	33	1. stok
MgSO₄.7H₂O	370	7,4	2. stok
MnSO₄.H₂O	16,9	0,338	
ZnSO₄.5H₂O	8,6	0,172	
CuSO₄.5H₂O	0,025	0,0005	
H₃BO₃	6,2	0,124	3. stok
KH₂PO₄	170	3,400	
Na₂MoO₄.2H₂O	0,25	0,050	
CaCl₂.2H₂O	440	8,800	4. stok
KI	0,83	0,0166	5. stok
CoCl₂.6H₂O	0,025	0,0005	6. stok
Myo-inositol	100	*	*
Na₂.EDTA	37,3	0,746	7. stok
FeSO₄.7H₂O	27,8	0,556	
Nikotinik asit	0,5	0,010	8. stok
Pridoksin-HCl	0,5	0,010	
Thiamin-HCl	0,1	0,002	
Glisin	2	0,040	9. stok
Sükroz	30.000	*	*

*Besin ortamına tartılarak ilave edilen bileşik ve miktarı.

Çizelge 3.3. WPM besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).

WPM besin ortamı bileşenleri	1 L için gereken miktarlar (mg/L)	100 mL stok çözeltide bulunması gereken miktar (g/100 mL)	Stok Grupları
K₂SO₄	999	*	*
NH₄NO₃	400	8	1. stok
MgSO₄.7H₂O	370,1	7,4	2. stok
MnSO₄.4H₂O	22,3	0,446	
ZnSO₄.7H₂O	8,6	0,172	
CuSO₄.5H₂O	0,25	0,005	
H₃BO₃	6,2	0,124	3. stok
KH₂PO₄	170	3,4	
Na₂MoO₄.2H₂O	0,25	0,05	
CaCl₂.2H₂O	96	1,92	4. stok
Ca(NO₃)₂.4H₂O	471,26	9,425	5. stok
Glisin	2	0,04	6. stok
Myo-inositol	100	*	*
Na₂.EDTA	37,3	0,746	7. stok
FeSO₄.7H₂O	27,8	0,556	
Nikotinik asit	0,5	0,01	8. stok
Pridoksin-HCl	0,5	0,01	
Thiamin-HCl	1	0,02	
Sükroz	30.000	*	*

*Besin ortamına tartılarak ilave edilen bileşik ve miktarı.

Çizelge 3.4. DKW besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).

DKW besin ortamı bileşenleri	1 L için gereken miktarlar (mg/L)	100 mL stok çözeltide bulunması gereken miktar (g/100 mL)	Stok Grupları
K₂SO₄	999	*	*
NH₄NO₃	1416	28,32	1. stok
Ca(NO₃)₂.4H₂O	1960	1,96	*
CaCl₂.2H₂O	147	2,94	2. stok
MgSO₄.7H₂O	740	14,8	3. stok
CuSO₄.5H₂O	0,25	0,005	
MnSO₄.H₂O	33,5	0,67	
KH₂PO₄	259	5,18	4. stok
H₃BO₃	4,8	0,096	
Na₂MoO₄.2H₂O	0,39	0,078	
ZnSO₄.7H₂O	17	0,34	5. stok
FeSO₄.7H₂O	33,4	0,668	6. stok
Na₂.EDTA	44,7	0,894	
Myo-inositol	100	*	*
Thiamin-HCl	2	0,04	7. stok
Nikotinik asit	2	0,04	
Glisin	2	0,04	8. stok
Sükroz	30.000	*	*

*Besin ortamına tartılarak ilave edilen bileşik ve miktarı.

Çizelge 3.5. B5 besin ortamı bileşenleri, stok çözeltilerin grupları ve miktarları (mg/L).

B5 besin ortamı bileşenleri	1 L için gereken miktarlar (mg/L)	100 mL stok çözeltide bulunması gereken miktar (g/100 mL)	Stok Grupları
KNO₃	1900	*	*
CaCl₂.2H₂O	150	3	1. stok
MgSO₄.7H₂O	250	5	2. stok
MnSO₄.H₂O	10	0,2	
ZnSO₄.7H₂O	2	0,04	
CuSO₄.5H₂O	0,025	0,0005	
H₃BO₃	3	0,06	3. stok
Na₂MoO₄.2H₂O	0,25	0,005	
KI	0,75	0,015	4. stok
CoCl₂.6H₂O	0,025	0,0005	5. stok
Na₂.EDTA	37,3	0,746	6. stok
FeSO₄.7H₂O	27,8	0,556	
Myo-inositol	100	*	*
Nikotinik asit	1	0,01	7. stok
Pridoksin-HCl	1	0,02	
Thiamin-HCl	10	0,2	
(NH₄)₂SO₄	134	2,68	8. stok
NaH₂PO₄.H₂O	150	3	9. stok
Sükroz	30.000	*	*

*Besin ortamına tartılarak ilave edilen bileşik ve miktarı.

3.2.1.2. Besin ortamlarının hazırlanması

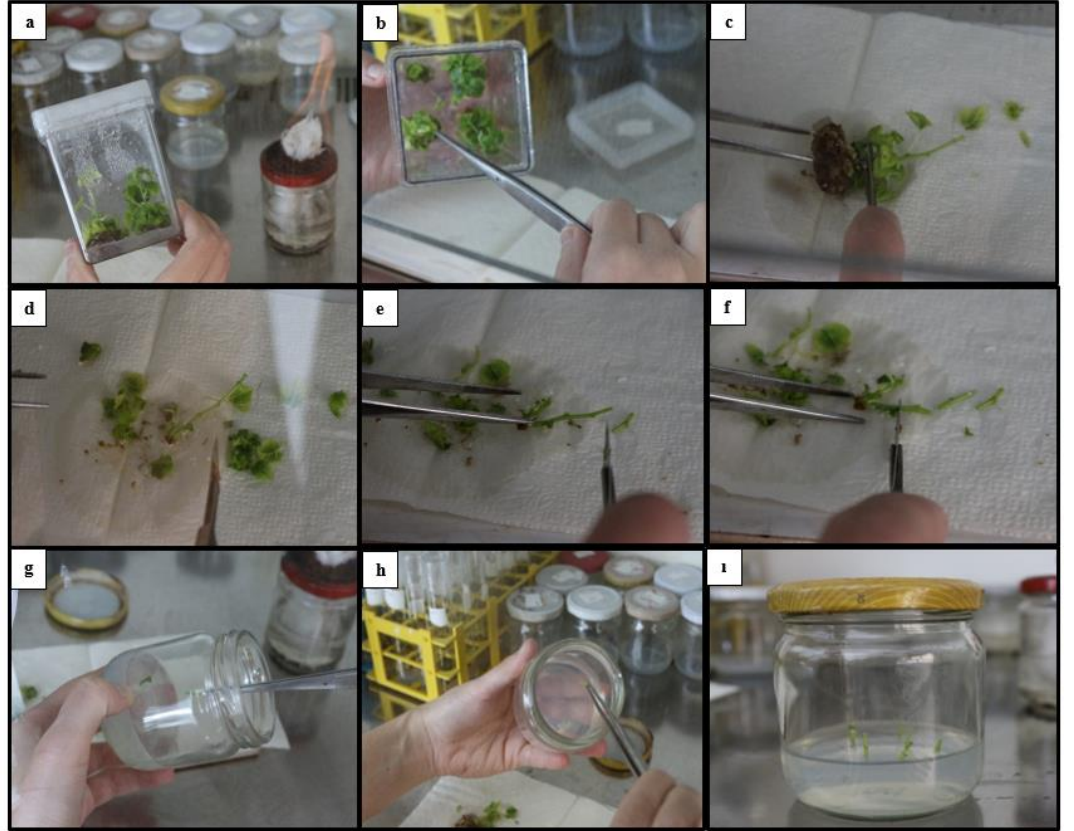
1 litrelik temel MS, WPM, DKW ve B5 besin ortamlarını hazırlamak için ilk olarak daha önceden hazırlanmış olan her bir stok çözeltiden cam pipet yardımı ile 5 mL çekilerek bir behere aktarılmıştır. Ardından, Çizelge 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5'te

belirtilen her bir besin ortamı için bulunması gereken diğer bileşikler olan KNO_3 , K_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, myo-inositol ile karbon kaynağı olarak 30 g/L sükröz tartılarak besin ortamlarına ilave edilmiş ve iyi bir şekilde çözündürülmüştür. Yapılacak olan denemelerin içeriğine göre kullanılacak olan bitki büyüme düzenleyicileri önceden hazırlanmış olan stoklarından çekilerek gerekli miktarda ilave edildikten sonra besin ortamlarının hacmi 1 litreye saf su ile tamamlanmıştır. Besin ortamlarının homojenliğinin ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda sağlanmasından sonra 1N HCl (hidrojen klorür) ve 1N NaOH (sodyum hidroksit) çözeltileri yardımıyla ortamların pH'ı 5.8'e ayarlanmıştır. Besin ortamlarının katılaşması amacıyla jelleştirici ajan olarak 3 g/L Gelrite (Duchefa) tartılarak eklenmiş ve ortamlar tamamen berraklaşmaya kadar ısıtıcılı manyetik karıştırıcı üzerinde karıştırılarak kaynatılmıştır. Ardından kaynatılmış olan besin ortamları, kullanılacak olan kültür kabına göre; cam tübe şırınga yardımıyla 10 mL; 170 mL'lik cam kavanoza 20 mL; 300 mL'lik ve 265 mL'lik cam kavanozlara 30 mL; Magenta GA-7 kültür kabına 40 mL ve Vitrovent kültür kabına 50 mL olacak şekilde konulmuştur. Son olarak ağızları kapatılmış besin ortamı içeren kültür kaplarının sterilizasyonu otoklavda 1 atm basınçta, 121°C'de 15 dakika süresince sağlanmıştır. Otoklavdan çıkarılan steril edilmiş besin ortamları, kapakları açılmadan kullanılacakları zamana kadar serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmiştir.

3.2.2. Hazırlık aşaması ve *F. carica* L. (incir) bitkisinin kültüre alınması

Tez çalışmasındaki tüm denemeler laminar hava akışlı kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Ticari olarak tedarik edilen %96'lık etil alkolden 70 birim alınarak üzerine 26 birim saf su eklenmiş ve %70'lik etil alkol hazırlanmıştır. Denemelere başlanmadan önce kabinin yüzeyi hazırlanan %70'lik alkol ile silinmiştir. Kabin içinde kullanılacak olan fayans, pens, destek, bisturi ve peçete gibi malzemeler alüminyum folyoyla sarılarak 1 saat boyunca 170°C'de etüvde steril edilmiştir. Denemelerde kullanılacak olan tüm ekipmanlar, besin ortamları ve eksplant kaynakları, %70'lik etil alkol çözeltisiyle silindikten sonra çalışma kabinine alınmıştır. Yüzeysel sterilizasyonun sağlanması amacıyla kabinin kapağı kapatıldıktan sonra 15 dakika süresince UV sterilizasyonu uygulanmıştır.

Eksplantlar, içerisinde besin ortamları bulunan kültür kaplarına aktarılmıştır. Kültür kaplarının kapakları açılarak önce alevden geçirilmiş daha sonra pens yardımıyla eksplantlar tutularak kapların içine konulmuş ve kapakların ağzı tekrar alevden geçirilerek kapatılmıştır. Eksplantlar bitene kadar bu işlem bütün kültür kaplarına uygulanmış, kültüre alınan eksplantlar işlem bitince kabinden çıkarılmıştır. Ardından etiketlemeleri yapılan kültür kaplarının kapaklarının etrafı streç filmle kapatılmıştır. Her denemede eksplantlar, en iyi sürgün rejenerasyonu için seçilmiş olan besin ortamını ve bitki büyüme düzenleyicisini içeren kültür kaplarına aktararak 4 haftalık periyotlarla kültüre alınmışlardır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. İncir bitkisinin (*F. carica* L.) üç nodlu eksplantlarının kültüre alınması. a) Magenta kültür kabında büyütülen incir bitkicikleri, b) Sürgünün steril peçete üzerine konulması, c) Bisturi ve pens yardımıyla sürgünün kökten ayrılması, d) Pens ve bisturi yardımıyla yaprakların sürgünden ayrılması, e-f) Pens ve bisturi yardımıyla nod eksplantının kesilme işlemi, g-h) Kesilen nod eksplantlarının kültüre alınması, i) Kültüre alınmış nod eksplantları.

3.2.3. Mikroçoğaltım denemeleri

3.2.3.1. Temel besin ortamı kompozisyonunun sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi

İncir bitkilerinin nod eksplantları, *in vitro* sürgün rejenerasyonunun sağlanması amacıyla denemelerde kullanılacak temel besin ortamının belirlenmesi için hormonsuz MS, WPM, DKW ve B5 besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Tüm denemelere 30 g/L süktroz ilave edilmiş ve jelleştirici ajan olarak 3 g/L gelrite kullanılmıştır (pH:5,8). Kültür kabı olarak cam tüpler kullanılmış ve denemeler $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot koşullarında, beyaz LED aydınlatmalı 4500 lüks ışık şiddetinde büyümeye bırakılmışlardır. 30 günlük kültür sonucunda gözlemler yapıldıktan sonra en uygun temel besin ortamı kompozisyonuna karar verilmiştir. Ayrıca kök rejenerasyonları da incelenmiştir.

Sürgün rejenerasyonu için en iyi sürgün çoğaltım ortamının belirlenmesinin ardından elde edilen sürgünler bu besin ortamını içeren cam tüplere aktararak 4 haftalık periyotlarla 4 kez altkültüre alınmışlardır.

3.2.3.2 Oksinler ve sitokininlerin sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi

Çalışmada bitki büyüme düzenleyicilerinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı oksinler (IBA ve IAA) ve sitokininleri (BAP ve KIN) içeren besin ortamlarında denemeler gerçekleştirilmiştir. Denemelerde farklı konsantrasyonlarda (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicileri tek başlarına kullanılmıştır. Temel besin ortamı olarak birinci aşamada belirlenen DKW besin ortamı kullanılmıştır. Tüm denemelere 30 g/L süktroz ilave edilmiş ve jelleştirici ajan olarak 3 g/L gelrite kullanılmıştır (pH:5,8). Kültür kabı olarak cam tüpler kullanılmış ve denemeler $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot koşullarında, beyaz LED aydınlatmalı 4500 lüks ışık şiddetinde büyümeye bırakılmışlardır. 30 günlük kültür sonucunda gözlemler yapıldıktan sonra sürgün ve kök rejenerasyonu açısından en uygun oksin ve sitokinin konsantrasyonuna karar verilmiştir. En uygun oksin ve sitokininin belirlenmesinin ardından belirlenen bitki büyüme düzenleyicileri aynı konsantrasyon denemelerinde kombine halde yeniden

denenmiş ve en uygun besin ortamı kompozisyonuna karar verilmiştir. Çalışmada, sürgün rejenerasyonunu sağlamak amacıyla kullanılmış olan besin ortamı kompozisyonları Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. *F. carica* L. “Sarılop” incir çeşidine ait tek nodlu eksplantların kültüre alındığı sürgün rejenerasyon ortamlarının içeriği.

Besin ortamı kodu	Katılaştırıcı madde ve miktarı (g/L)	Bitki büyüme düzenleyicilerinin içeriği ve konsantrasyonu (mg/L)
DS-1	3 g/L Duchefa gelrite	0,5 mg/L BAP
DS-2	3 g/L Duchefa gelrite	0,5 mg/L IBA
DS-3	3 g/L Duchefa gelrite	0,5 mg/L IAA
DS-4	3 g/L Duchefa gelrite	0,5 mg/L KIN
DS-5	3 g/L Duchefa gelrite	1 mg/L BAP
DS-6	3 g/L Duchefa gelrite	1 mg/L IBA
DS-7	3 g/L Duchefa gelrite	1 mg/L IAA
DS-8	3 g/L Duchefa gelrite	1 mg/L KIN
DS-9	3 g/L Duchefa gelrite	2 mg/L BAP
DS-10	3 g/L Duchefa gelrite	2 mg/L IBA
DS-11	3 g/L Duchefa gelrite	2 mg/L IAA
DS-12	3 g/L Duchefa gelrite	2 mg/L KIN
DS-13	3 g/L Duchefa gelrite	0,5 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA
DS-14	3 g/L Duchefa gelrite	1 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA
DS-15	3 g/L Duchefa gelrite	2 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA

3.2.3.3 Kültür kabının ve kültür koşulunun sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi

İncir bitkisinin mikroçoğaltımı amacıyla en uygun kültür kabının belirlenmesi için Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL’lik cam tüpler, farklı

hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar kültür kabı olarak kullanılmıştır (Şekil 3.3). Yapılan gözlemler sonucunda birinci aşamada belirlenen temel besin ortamı ile ikinci aşamada belirlenen en etkili bitki büyüme düzenleyicilerinin kompozisyonu kullanılarak hazırlanan besin ortamları fotoperiyot (16 saat aydınlık/8 saat karanlık) altında $24 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de, beyaz ışık-LED (4500 lüks) ve 2:1 kırmızı-mavi ışık-LED (600 lüks) aydınlatmalı koşullarda 30 gün süreyle kültüre alınmıştır. Kültürden dört hafta sonra; eksplantlardan elde edilen sürgün rejenerasyon yüzdesi (%), ortalama sürgün sayısı (adet), ortalama sürgün uzunluğu (cm), ortalama nod sayısı (adet), ortalama yaprak sayısı (adet), ortalama yaprak uzunluğu (cm), köklenme yüzdesi (%), ortalama kök sayısı (adet), ortalama kök uzunluğu (cm), çoğaltım katsayısı ve bütün bunlara ek olarak rejenerantların hiperhidrisite, kararma, sararma, nekroz vb. fizyolojik özellikleri de gözlem parametreleri olarak incelenmiştir.



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan kültür kapları. a) Vetrovent (12x11x9,5 cm), b) 300 mL'lik kavanoz (8x6,5x10 cm), c) Cam tüp (2x2x14,5 cm), d) 265 mL'lik kavanoz (8x8x8,4 cm), e) 170 mL'lik kavanoz (6,4x6,4x7,6 cm), f) Magenta (7,4x7,4x9,6 cm).

3.2.4. Aklimatizasyon

In vitro koşullarda, 4500 lüks beyaz LED ışık altında ve DS-15 kodlu besin ortamından elde edilen Sarılop çeşidine ait 20 adet köklü bitkicik seçilerek aklimatize edilmiştir. 265 mL, 300 mL cam kavanozları ile Magenta kültür kaplarından dikkatlice çıkarılan incir sürgünlerinin kökleri, üzerindeki katılaştırıcı ajan kalıntılarının temizlenmesi amacıyla saf su ile yıkanarak arındırılmıştır. İncir

sürgünlerinin kökleri, saf su ile ıslatılıp yumuşatılan kaya (taş) yününün arasına özenlice yerleştirildikten sonra alt kısımları iğne ile delinmiş plastik bardaklara konulmuştur. Plastik bardaklardaki sürgünlere can suyu verilmesinin ardından mini bir sera ortamı olarak hazırlanan strafor kutunun içerisine yerleştirilerek üzeri streç filmle kapatılmıştır. Aktarılan sürgünler, 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot, 4500 lüks ışık şiddeti ve $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşullarında bekletilmişlerdir. Aklimatizasyon işleminin başlangıcından sonra *ex vitro* koşullarına adaptasyonun sağlanması amacıyla kutunun üzerine örtülen streç film; 2. gün 5 dk, 5. gün 15 dk, 10. gün 25 dk, 18. gün 45 dk, 20.gün 2 saat, 19.gün itibariyle 5 saate çıkarılmış ve bitkiler havalandırılarak bir miktar saf su ile sulanmıştır. 20. günde sera üzerindeki streç tamamen çıkarılmış ve bitkiler, 10 gün boyunca tamamen açık bir şekilde laboratuvar koşullarında 16 saat aydınlık/ 8 saat karanlık fotoperiyot, 4500 lüks ışık şiddeti ve $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık koşullarında muhafaza edilmiştir. 30 günlük aklimatizasyon sürecinden sonra, sürgünler torf içeren saksılara aktarılmış ve 4 hafta sonunda canlı kalma oranları (%) gözlemlenmiştir.

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Tez çalışması boyunca yapılan tüm *in vitro* uygulamalar, tesadüf parselleri deneme desenine göre her denemede 10 adet eksplant olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak ele alınmıştır. Uygulamalardan elde edilen veriler, Minitab 17 (Minitab®, LLC, Pennsylvania, USA, 2015) Statistical Software programı ile değerlendirilerek %95 güven aralığında Tukey HSD ve Fisher LSD metodlarının kullanılmasıyla tek ve iki yönlü ANOVA analizleri yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Mikroçoğaltım Denemeleri

4.1.1. Temel besin ortamı kompozisyonu denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi

4.1.1.1. Farklı besin ortamlarının sürgün rejenerasyon yüzdesine ve sürgün sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, sürgün rejenerasyonunu değerlendirmek amacıyla WPM, DKW, MS ve B5 temelli besin ortamlarını içeren cam tüplerde kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra hormon içermeyen besin ortamlarının ortalama sürgün sayısına (adet) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Hormon içermeyen WPM, DKW, MS ve B5 besin ortamlarından elde edilen sürgünler Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Kültüre alınan nod eksplantlarından elde edilen sürgün rejenerasyon yüzdesi (%), tüm besin ortamlarından %100 başarı ile sağlanmıştır. Yeni gelişen sürgünlerin, eksplantların dip kısımlarından meydana geldiği ve çoğunlukla da 1 ya da 2 adet sürgün olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan tüm denemelerde, üretilen bitkiciklerde hiperhidrisite, kararma, sararma ve nekroz başta olmak üzere fizyolojik sorunlar gözlenmemiştir. Ancak B5 besin ortamındaki bazı eksplantların yapraklarında sararmaların meydana geldiği saptanmıştır. Eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet) ile ilgili olarak yapılan varyans analizi sonucunda, istatistiksel analize göre besin ortamı %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Ortalama sürgün sayısı ile ilgili yapılan gözlemler, eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (1,23 adet) DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün sayısı (1,00 adet) ise MS besin ortamında elde edilmiştir. Rejenere olan ortalama sürgün sayısı değeri DKW besin ortamında en yüksek orana ulaşıldığı için çalışmanın sonraki aşamalarına bu besin ortamıyla devam edilmesine karar verilmiştir.

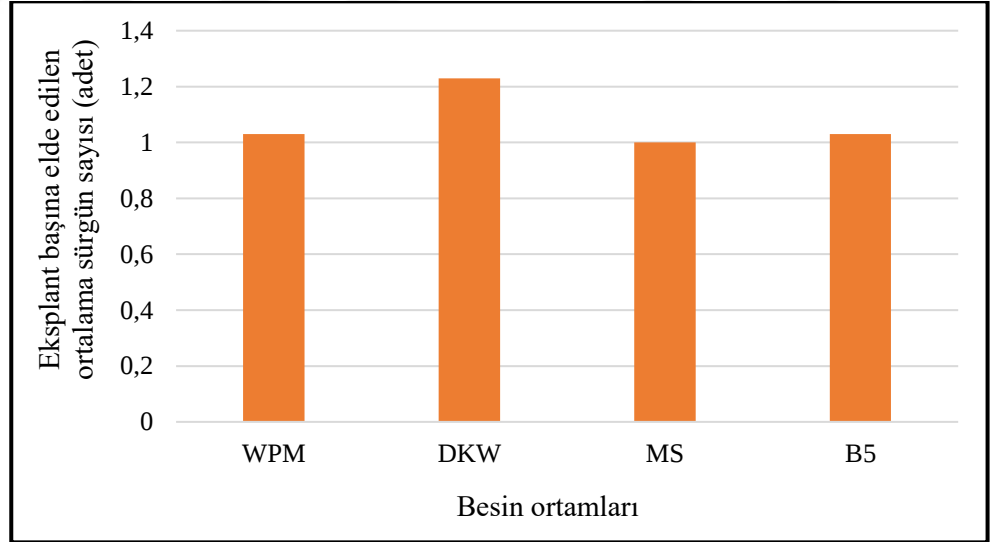
Çizelge 4.1. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).

Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	1	1,1	1	1,03 ±0,03 b
DKW	1,1	1,3	1,3	1,23 ±0,07 a
MS	1	1	1	1,00 ±0,00 b
B5	1	1	1,1	1,03 ±0,03 b

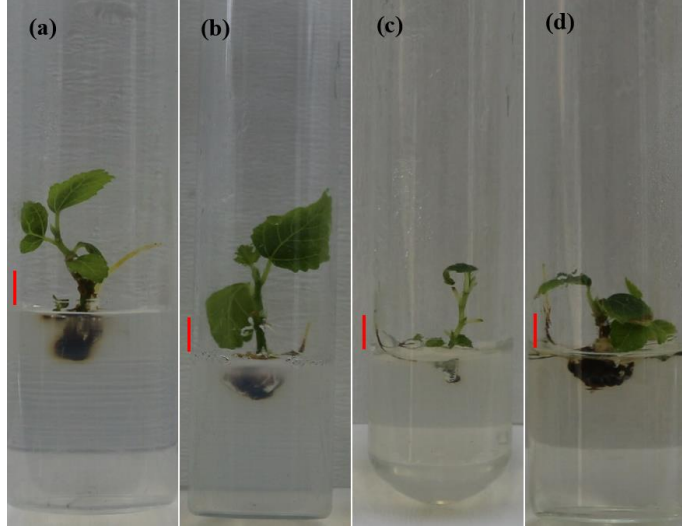
Çizelge 4.2. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Besin ortamı	3	0,10	0,03	6,83	0,01*
Hata	8	0,04	0,00		
Toplam	11	0,14			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.1. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).



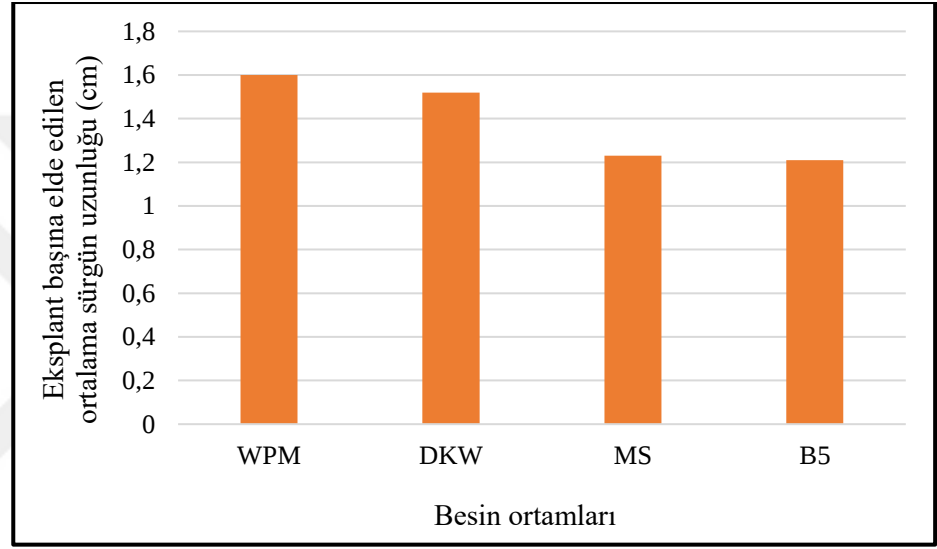
Şekil 4.2. Hormonsuz sürgün çoğaltım besin ortamlarında gelişen Sarılop çeşidine ait sürgünler; a) WPM, b) DKW, c) MS, d) B5 (BAR 0,5 cm).

4.1.1.2. Farklı besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, ortalama sürgün uzunluğunu değerlendirmek amacıyla hormon içermeyen WPM, DKW, MS ve B5 temelli besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra hormon içermeyen besin ortamlarının ortalama sürgün uzunluğuna (cm) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,60 cm), WPM besin ortamında gözlemlenmiştir. Bunu 1,52 cm ile DKW besin ortamı izlemiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,21 cm) ise B5 besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu ile ilgili olarak yapılan varyans analizi sonucunda, besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisi açısından önemli bir istatistikî farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.3. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).

Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	1,72	1,52	1,55	1,60 ±0,06
DKW	1,6	1,53	1,44	1,52 ±0,05
MS	1,29	1,29	1,12	1,23 ±0,06
B5	1,11	0,89	1,64	1,21 ±0,22



Şekil 4.3. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).

4.1.1.3. Farklı besin ortamlarının nod sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, ortalama nod sayısını değerlendirmek amacıyla hormon içermeyen WPM, DKW, MS ve B5 temelli besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra hormon içermeyen besin ortamlarının ortalama nod sayısına (adet) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'te verilmiştir. Veriler incelendiğinde, eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı bakımından DKW besin ortamı (1,62 adet) ve WPM besin ortamı (1,60 adet) birinci gruba dahil olmuşlardır. Eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,17 adet) ise B5 besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analizi sonucunda, istatistiksel analize göre besin ortamı %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

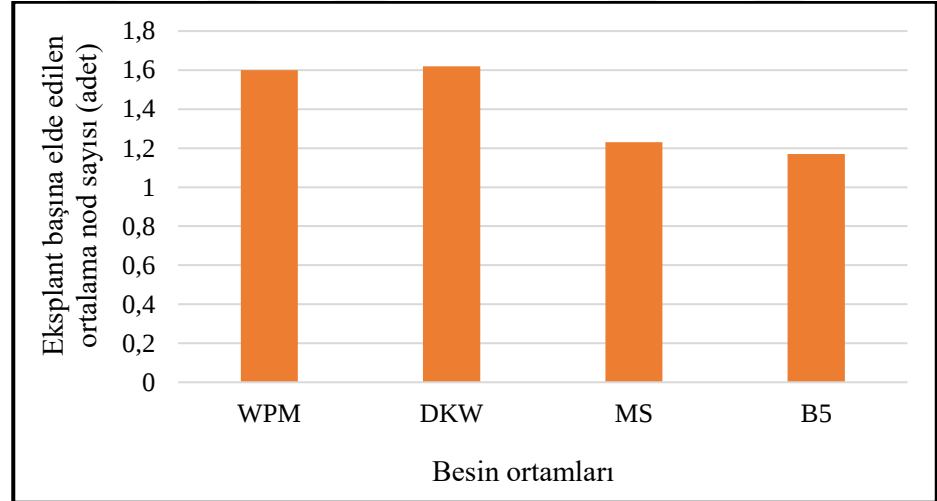
Çizelge 4.4. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	1,8	1,6	1,4	1,60 ±0,11 a
DKW	1,55	1,7	1,6	1,62 ±0,04 a
MS	1,2	1,4	1,1	1,23 ±0,09 ab
B5	1	1,2	1,3	1,17 ±0,09 b

Çizelge 4.5. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Besin Ortamı	3	0,51	0,17	7,31	0,01*
Hata	8	0,18	0,02		
Toplam	11	0,69			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.4. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

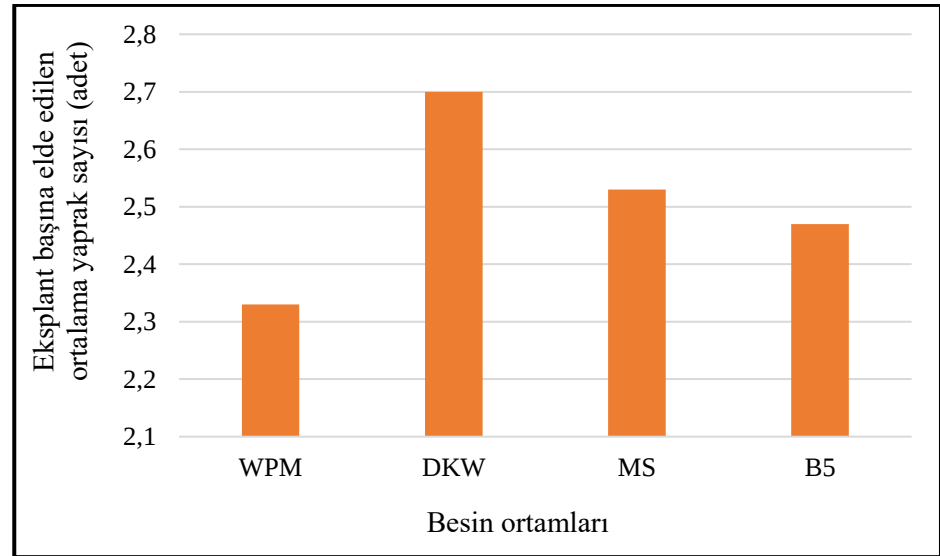
4.1.1.4. Farklı besin ortamlarının yaprak sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, ortalama yaprak sayısını değerlendirmek amacıyla hormon içermeyen WPM, DKW, MS ve B5 temelli besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra hormon içermeyen

besin ortamlarının ortalama yaprak sayısına (adet) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5'te verilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (2,70 adet), DKW besin ortamında gözlemlenmiştir. Bunu 2,53 adet MS besin ortamı takip etmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,33 adet) ise WPM besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analizi sonucunda, besin ortamlarının yaprak sayısına etkisi açısından önemli bir istatistiki farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	1,9	3,18	1,9	2,33 ±0,43
DKW	2,5	2,6	3	2,70 ±0,15
MS	2,6	2,5	2,5	2,53 ±0,03
B5	1,8	2,6	3	2,47 ±0,35



Şekil 4.5. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

4.1.1.5. Farklı besin ortamlarının yaprak uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, ortalama yaprak uzunluğunu değerlendirmek amacıyla hormon içermeyen WPM, DKW, MS ve B5 temelli besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra hormon içermeyen besin ortamlarının ortalama yaprak uzunluğuna (cm) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6’da verilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,27 cm), DKW besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak uzunluğu (0,69 cm) ise WPM besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu ile ilgili olarak yapılan varyans analizi sonucunda, istatistiksel analize göre besin ortamı %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

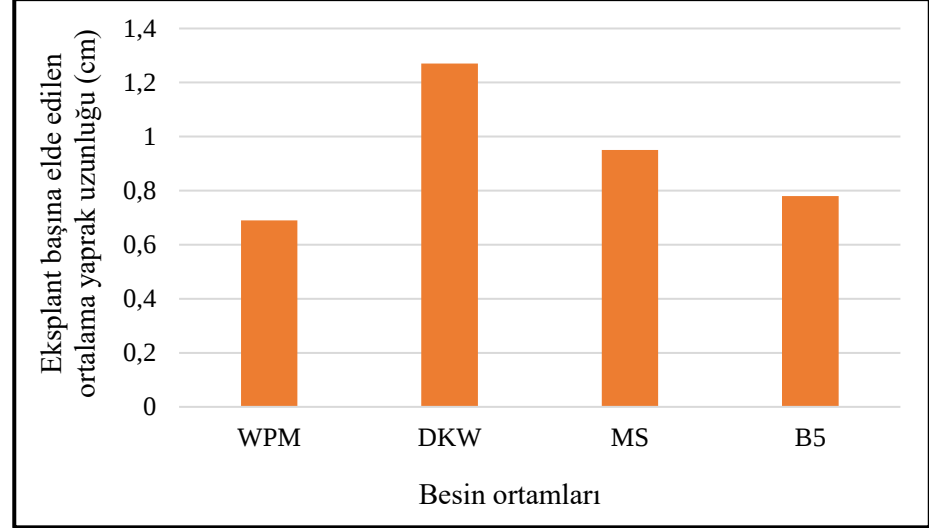
Çizelge 4.7. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	0,57	0,68	0,82	0,69 ±0,07b
DKW	1,28	1,5	1,04	1,27 ±0,13a
MS	0,94	1,03	0,88	0,95 ±0,04 ab
B5	0,79	0,94	0,61	0,78 ±0,09 b

Çizelge 4.8. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Besin Ortamı	3	0,60	0,20	7,80	0,009**
Hata	8	0,20	0,02		
Toplam	11	0,80			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



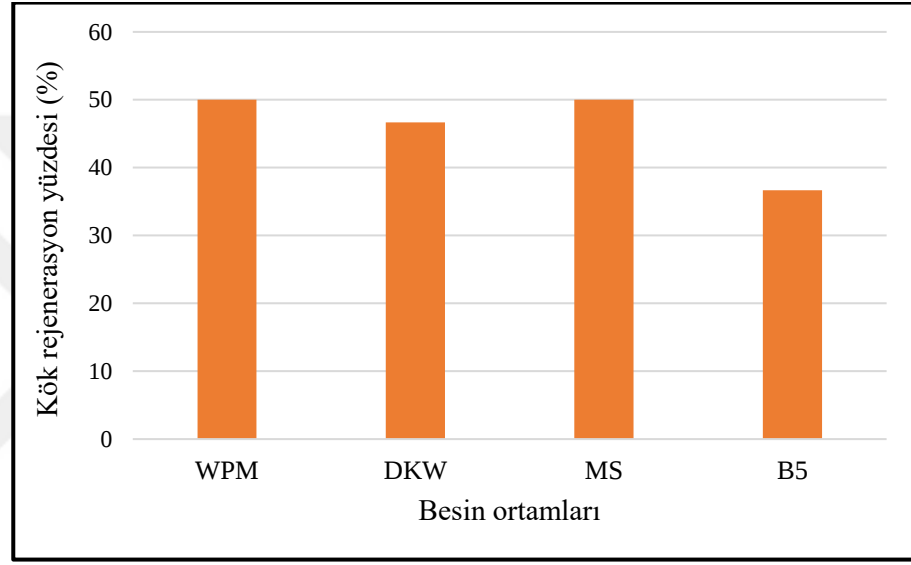
Şekil 4.6. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

4.1.1.6. Farklı besin ortamlarının kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kök rejenerasyon yüzdesini ve ortalama kök sayısını değerlendirmek amacıyla hormon içermeyen WPM, DKW, MS ve B5 temelli besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra hormon içermeyen besin ortamlarının kök rejenerasyon yüzdesine (%) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.7’de, ortalama kök sayısına (adet) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.8’de verilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%50) ve en yüksek ortalama kök sayısı (0,57 adet) WPM ve MS besin ortamlarında gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%36,67) ve en düşük ortalama kök sayısı (0,37 adet) ise B5 besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi ve ortalama kök sayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analizi sonucunda, besin ortamlarının kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisi açısından önemli bir istatistiki farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.9. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

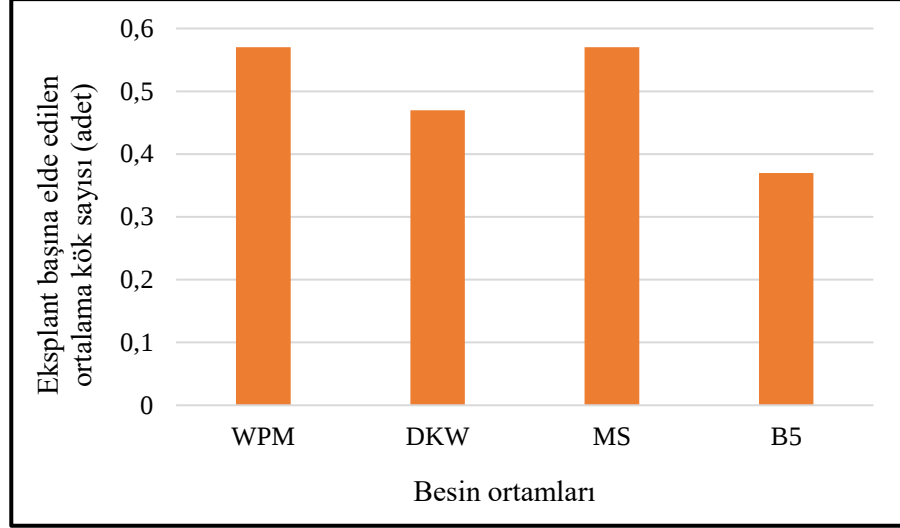
Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	50	40	60	50,00 ±5,77
DKW	70	40	30	46,67 ±12
MS	10	90	50	50,00 ±23,1
B5	20	40	50	36,67 ±8,82



Şekil 4.7. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

Çizelge 4.10. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	0,5	0,4	0,8	0,57 ±0,12
DKW	0,7	0,4	0,3	0,47 ±0,12
MS	0,1	1,1	0,5	0,57 ±0,29
B5	0,2	0,4	0,5	0,37 ±0,09



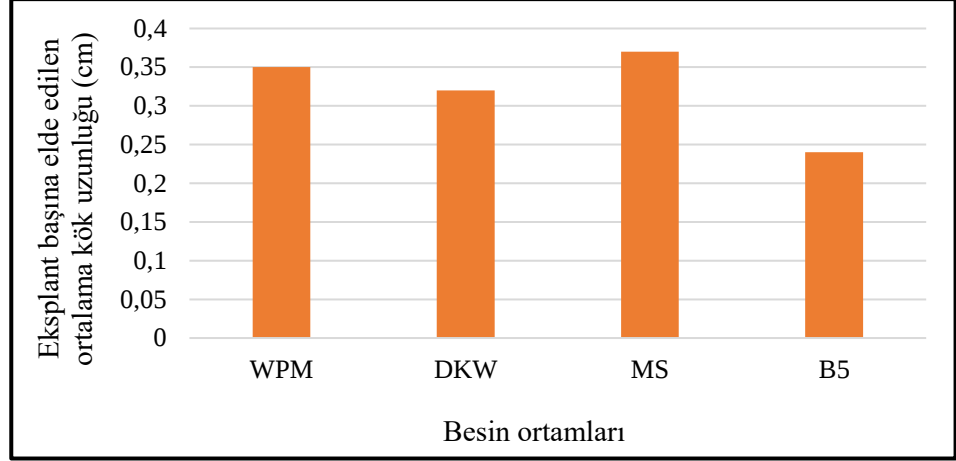
Şekil 4.8. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

4.1.1.7. Farklı besin ortamlarının kök uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, ortalama kök uzunluğunu değerlendirmek amacıyla hormon içermeyen WPM, DKW, MS ve B5 temelli besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra hormon içermeyen besin ortamlarının ortalama kök uzunluğuna (cm) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.11 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,37 cm), MS besin ortamında gözlemlenmiştir. Bunu 0,35 cm ile WPM ve 0,32 cm ile DKW besin ortamları izlemiştir. Eksplant başına en düşük ortalama kök uzunluğu (0,24 cm) ise B5 besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu ile ilgili olarak yapılan varyans analizi sonucunda, besin ortamlarının kök uzunluğuna etkisi açısından önemli bir istatistikî farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.11. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

Besin ortamı	T1	T2	T3	ORT.
WPM	0,36	0,44	0,25	0,35 ±0,05
DKW	0,36	0,31	0,29	0,32 ±0,02
MS	0,02	0,78	0,3	0,37 ±0,22
B5	0,14	0,33	0,25	0,24 ±0,05



Şekil 4.9. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

4.1.2. Oksin ve sitokin denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi

4.1.2.1. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün sayısına etkisi

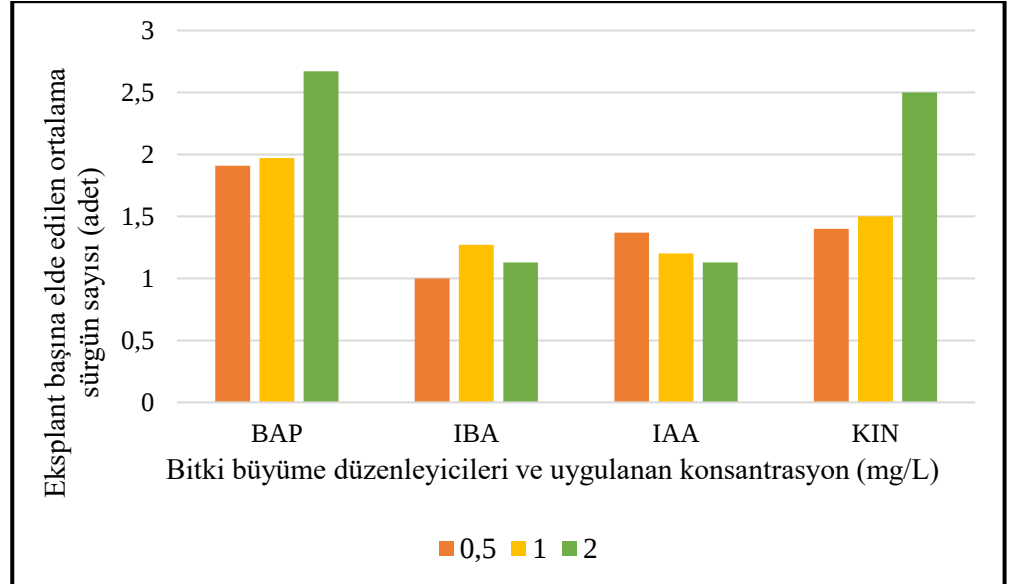
Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, bitki büyüme düzenleyicilerinin sürgün rejenerasyonuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla bazal besin ortamı olarak DKW'nin kullanıldığı, farklı konsantrasyonlardaki BAP, KIN, IBA ve IAA (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerini içeren sürgün çoğaltım ortamlarında (DS) (Çizelge 3.6) cam tüplerde kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama sürgün sayısı (adet) Çizelge 4.13 ve Şekil 4.10'da belirtilmiştir. Kültüre alınan nod eksplantlarından elde edilen sürgün rejenerasyon yüzdesi (%), tüm besin ortamlarından %100 başarı ile sağlanmıştır. Ayrıca yeni gelişen sürgünlerin, eksplantların dip kısımlarından meydana geldiği ve çoğunlukla da 1 ya da 2 adet sürgün olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı üzerine en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak 2,18 adet ile BAP bulunmuştur. Konsantrasyonlar açısından ise incelenen bu özellik bakımından en iyi sonucu 1,86 adet ile 2 mg/L konsantrasyonunda sağlanmıştır. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,67 adet), 2 mg/L BAP içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün sayısı (1,00 adet) ise 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; bitki büyüme düzenleyicileri, uygulanan konsantrasyon ve bitki

büyüme düzenleyicileri*konsantrasyon interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısına etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12). Rejenere olan ortalama sürgün sayısı değeri olarak DS-9 (2 mg/L BAP) besin ortamında en yüksek orana (2,67 adet) ulaşıldığı için çalışmanın bundan sonraki aşamalarında sitokinin olarak 2 mg/L BAP içeren DKW temelli besin ortamıyla devam edilmesine karar verilmiştir.

Çizelge 4.12. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (BBD)	3	6,55	2,18	61,49	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	1,35	0,68	19,06	0,00**
BBD*K	6	2,13	0,35	10,00	0,00**
Hata	24	0,85	0,03		
Toplam	35	10,89			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.10. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).

Çizelge 4.13. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).

Bitki Büyüme Düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				
Konsantrasyon (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	ORT.
0,5	1,8	1,7	2,22	1,91 ±0,16 bcd	1,00	1,00	1,00	1,00 ±0,00 e	1,5	1,4	1,2	1,37 ±0,09 cde	1,3	1,5	1,4	1,40 ±0,06 cde	1,42 b
1	2,2	1,8	1,9	1,97 ±0,12 bc	1,4	1,2	1,2	1,27 ±0,07 de	1,1	1,3	1,2	1,20 ±0,06 e	1,3	1,3	1,9	1,50 ±0,20 cde	1,48 b
2	2,5	2,7	2,8	2,67 ±0,09 a	1,2	1,00	1,2	1,13 ±0,07 e	1,2	1,1	1,1	1,13 ±0,03 e	2,2	2,5	2,8	2,50 ±0,17 ab	1,86 a
ORT.	2,18 a				1,13 c				1,23 c				1,8 b				

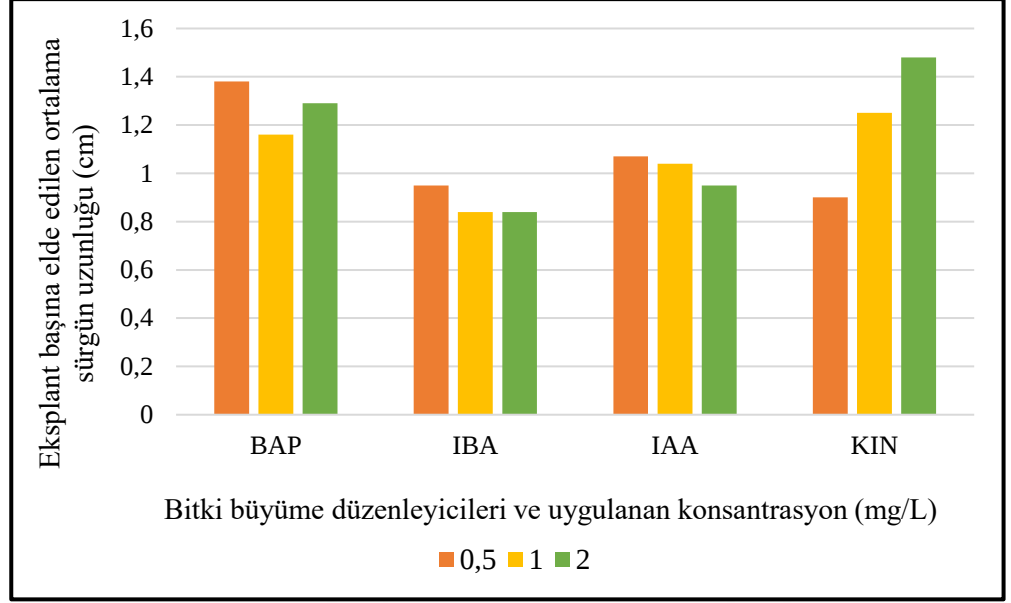
4.1.2.2. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, bitki büyüme düzenleyicilerinin sürgün uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki BAP, KIN, IBA ve IAA (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama sürgün uzunluğu (cm) Çizelge 4.15 ve Şekil 4.11’de belirtilmiştir. Farklı konsantrasyonlardaki bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarından elde edilen Sarılop çeşidine ait rejenere sürgünlerin uzaması Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama sürgün uzunluğu üzerine en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak 1,28 cm ile BAP bulunmuştur. Bunu 1,21 cm ile KIN izlemiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,48 cm), 2 mg/L KIN içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (0,84 cm) ise 1 ve 2 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; uygulanan konsantrasyonun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri ve bitki büyüme düzenleyicileri*konsantrasyon interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğuna etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

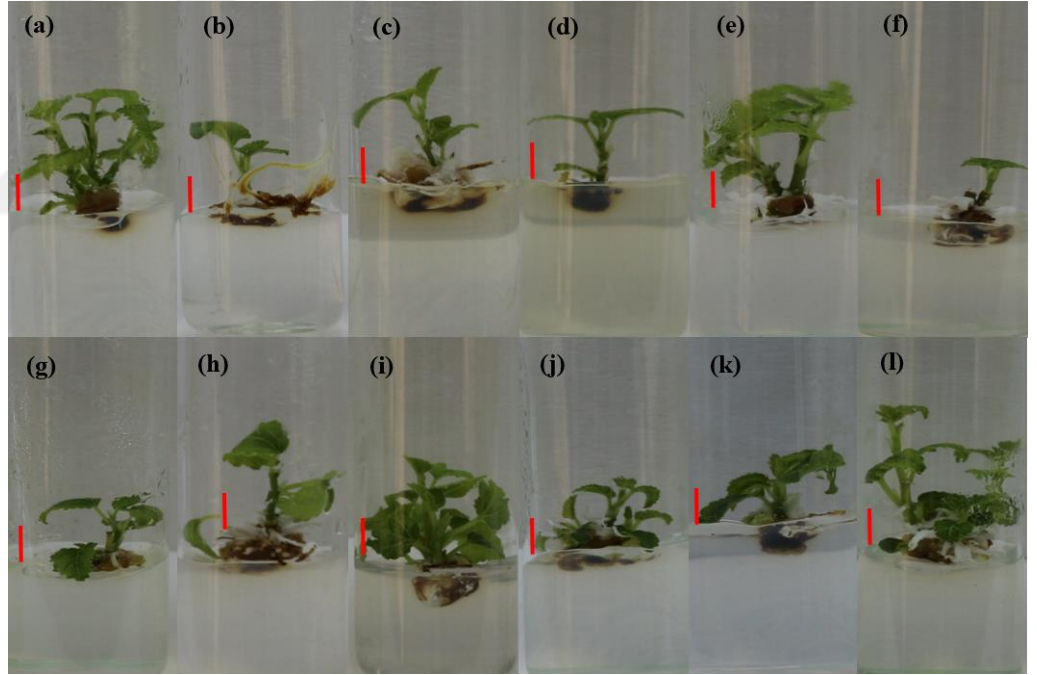
Çizelge 4.14. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (BBD)	3	0,88	0,29	42,91	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	0,04	0,02	2,71	0,087
BBD*K	6	0,60	0,10	14,56	0,00**
Hata	24	0,16	0,01		
Toplam	35	1,68			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.11. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).



Şekil 4.12. Farklı konsantrasyonlardaki bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında Sarılop çeşidine ait sürgünlerin uzaması; a-d) 0,5 mg/L sırasıyla BAP, IBA, IAA ve KIN içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları, e-h) 1 mg/L sırasıyla BAP, IBA, IAA ve KIN içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları, i-l) 2 mg/L sırasıyla BAP, IBA, IAA ve KIN içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları (BAR 0,5 cm).

Çizelge 4.15. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).

Bitki Büyüme Düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				
Konsantrasyon (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	ORT.
0,5	1,35	1,42	1,38	1,38 ±0,02 ab	1,08	0,93	0,84	0,95 ±0,07 de	1,02	1,09	1,1	1,07 ±0,02 cde	0,96	0,82	0,92	0,90 ±0,04 de	1,07
1	1,14	1,1	1,23	1,16 ±0,04 bcd	0,78	0,88	0,87	0,84 ±0,03 e	1,07	0,99	1,06	1,04 ±0,02 cde	1,3	1,21	1,23	1,25 ±0,03 abc	1,07
2	1,21	1,22	1,44	1,29 ±0,07 abc	0,86	0,92	0,76	0,84 ±0,05 e	0,96	0,93	0,96	0,95 ±0,01 de	1,35	1,65	1,44	1,48 ±0,09 a	1,14
ORT.	1,28 a				0,88 c				1,02 b				1,21 a				

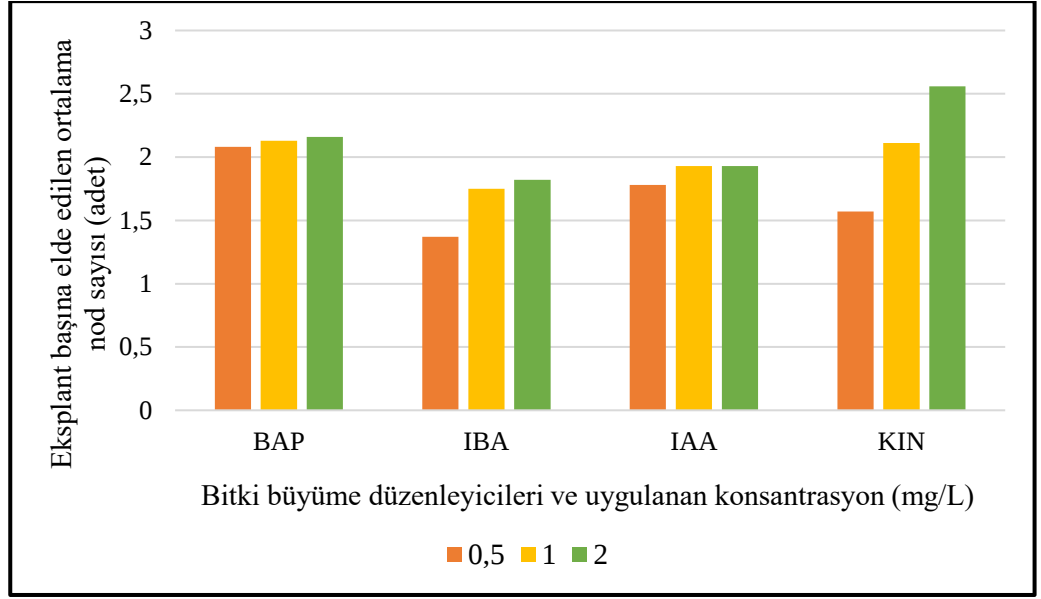
4.1.2.3. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının nod sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, bitki büyüme düzenleyicilerinin nod sayısına etkisini değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki BAP, KIN, IBA ve IAA (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama nod sayısı (adet) Çizelge 4.17 ve Şekil 4.13'te belirtilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama nod sayısı üzerine en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak 2,12 adet ile BAP bulunmuştur. Konsantrasyonlar açısından ise incelenen bu özellik bakımından en iyi sonucu 2,11 adet ile 2 mg/L konsantrasyonunda sağlanmıştır. Bunu 1,98 adet ile 1 mg/L konsantrasyon takip etmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,56 adet), 2 mg/L KIN içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,37 adet) ise 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; bitki büyüme düzenleyicileri, uygulanan konsantrasyon ve bitki büyüme düzenleyicileri*konsantrasyon interaksyonunun eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısına etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (BBD)	3	1,28	0,43	24,13	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	1,10	0,55	30,80	0,00**
BBD*K	6	0,80	0,13	7,46	0,00**
Hata	24	0,42	0,02		
Toplam	35	3,60			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.13. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

Çizelge 4.17. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

Bitki Büyüme Düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				ORT.
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Konsantrasyon (mg/L)																	
0,5	2,12	2,05	2,07	2,08 ±0,02 b	1,7	1,2	1,2	1,37 ±0,167 d	1,9	1,65	1,8	1,78 ±0,07 bcd	1,45	1,6	1,65	1,57 ±0,06 cd	1,70 b
1	2,1	2,1	2,2	2,13 ±0,03 ab	1,65	1,85	1,75	1,75 ±0,06 bcd	1,85	1,9	2,05	1,93 ±0,06 bc	1,95	2,2	2,18	2,11 ±0,08 ab	1,98 a
2	2,15	2,17	2,16	2,16 ±0,00 ab	1,86	1,8	1,8	1,82 ±0,02 bcd	1,9	1,85	2,05	1,93 ±0,06 bc	2,31	2,66	2,7	2,56 ±0,12 a	2,11 a
ORT.	2,12 a				1,64 c				1,88 b				2,08 ab				

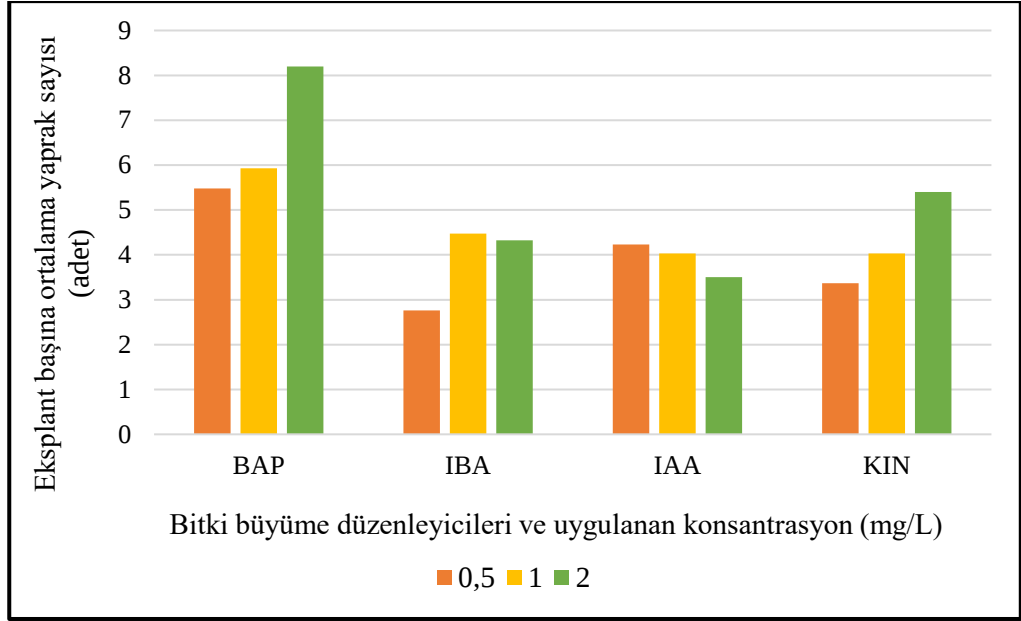
4.1.2.4. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, bitki büyüme düzenleyicilerinin yaprak sayısına etkisini değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki BAP, KIN, IBA ve IAA (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama yaprak sayısı (adet) Çizelge 4.19 ve Şekil 4.14'te belirtilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama yaprak sayısı üzerine en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak 6,53 adet ile BAP bulunmuştur. Konsantrasyonlar açısından ise incelenen bu özellik bakımından en iyi sonucu 5,35 adet ile 2 mg/L konsantrasyonunda sağlanmıştır. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (8,20 adet), 2 mg/L BAP içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,76 adet) ise 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; bitki büyüme düzenleyicileri, uygulanan konsantrasyon ve bitki büyüme düzenleyicileri*konsantrasyon interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısına etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (BBD)	3	44,30	14,76	74,20	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	12,02	6,01	30,20	0,00**
BBD*K	6	13,92	2,32	11,66	0,00**
Hata	24	4,78	0,20		
Toplam	35	75,01			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.14. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

Çizelge 4.19. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

Bitki Büyüme Düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				ORT.
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Konsantrasyon (mg/L)																	
0,5	5,28	5,55	5,6	5,48 ±0,10 bc	2,8	2,6	2,6	2,76 ±0,07 e	3,8	4,2	4,7	4,23 ±0,26 cde	3,25	3,4	3,45	3,37 ±0,06 de	3,93 c
1	6,1	6,32	5,37	5,93 ±0,29 b	4,4	4,8	4,2	4,47 ±0,18 bcd	3,75	4,7	3,65	4,03 ±0,03 cde	3,25	4,85	4,00	4,03 ±0,46 cde	4,61 b
2	7,36	8,81	8,42	8,20 ±0,43 a	4,17	4,5	4,3	4,32 ±0,10 cd	3,5	3,45	3,55	3,50 ±0,03 de	5,05	5,18	5,92	5,40 ±0,27 bc	5,35 a
ORT.	6,53 a				3,82 b				3,92 b				4,26 b				

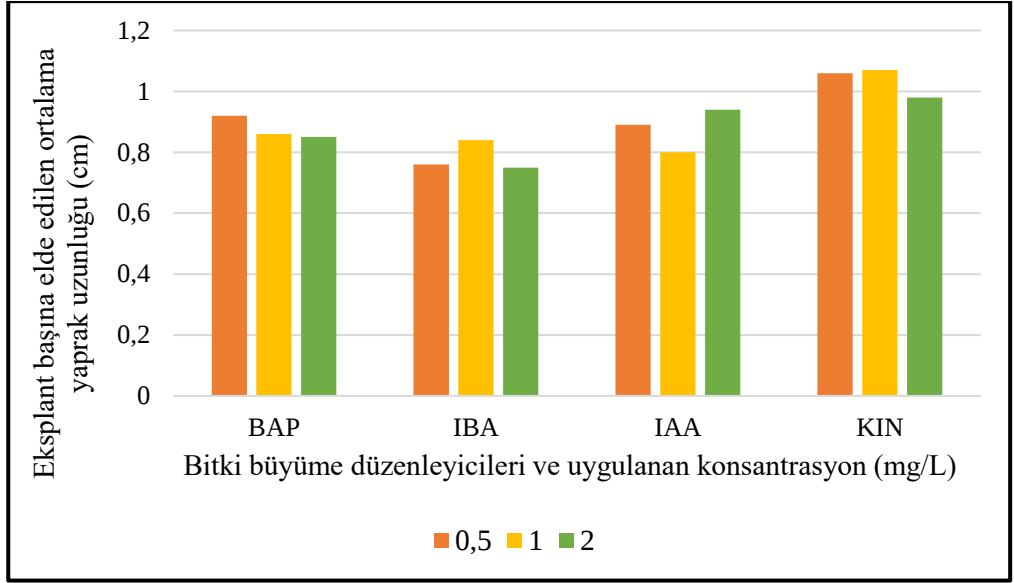
4.1.2.5. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, bitki büyüme düzenleyicilerinin yaprak uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki BAP, KIN, IBA ve IAA (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama yaprak uzunluğu (cm) Çizelge 4.21 ve Şekil 4.15'te belirtilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama yaprak uzunluğu üzerine en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak 1,03 cm ile KIN bulunmuştur. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,07 cm), 1,0 mg/L KIN içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak uzunluğu (0,75 cm) ise 2 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; uygulanan konsantrasyonun eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bununla birlikte, bitki büyüme düzenleyicileri %1 seviyesinde ve bitki büyüme düzenleyicileri*konsantrasyon interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğuna etkisi açısından %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (BBD)	3	0,29	0,10	24,93	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	0,00	0,00	0,63	0,543
BBD*K	6	0,06	0,01	2,57	0,046*
Hata	24	0,09	0,00		
Toplam	35	0,44			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.15. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

Çizelge 4.21. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

Bitki Büyüme Düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				ORT.
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
0,5	0,84	0,94	0,99	0,92 ±0,04 abcd	0,79	0,75	0,75	0,76 ±0,01 d	0,94	0,93	0,81	0,89 ±0,04 abcd	1,06	0,99	1,12	1,06 ±0,04 ab	0,91
1	0,83	0,86	0,89	0,86 ±0,02 abcd	0,93	0,86	0,74	0,84 ±0,05 bcd	0,75	0,83	0,83	0,80 ±0,03 cd	1,18	1,03	0,99	1,07 ±0,06 a	0,89
2	0,86	0,86	0,83	0,85 ±0,01 abcd	0,75	0,78	0,73	0,75 ±0,01 d	0,98	0,9	0,93	0,94 ±0,02 abcd	0,98	1,06	0,91	0,98 ±0,04 abc	0,88
ORT.	0,88 b				0,79 b				0,88 b				1,03 a				

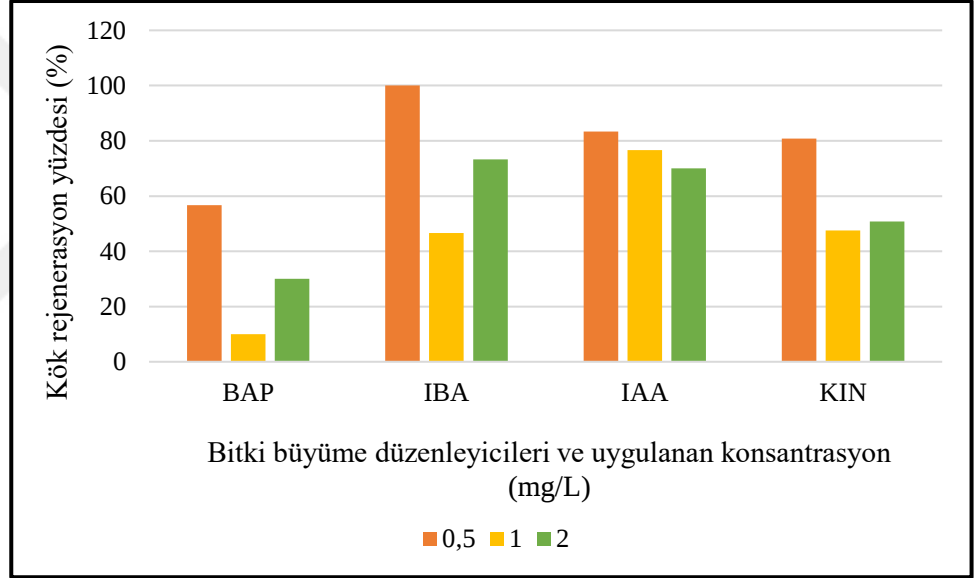
4.1.2.6. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının kök rejenerasyon yüzdesi ve kök sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, bitki büyüme düzenleyicilerinin kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisini değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki BAP, KIN, IBA ve IAA (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda kök rejenerasyon yüzdesi (%) Çizelge 4.24 ve Şekil 4.16’da, eksplant başına ortalama kök sayısı (adet) ise Çizelge 4.25 ve Şekil 4.17’de belirtilmiştir. Çalışmada kök rejenerasyon yüzdesi üzerine en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak %76,67 ile IAA olurken, bunu %73,33 ile IBA takip etmiştir. Eksplant başına düşen ortalama yaprak sayısı üzerine ise en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak 1,12 adet ile IBA bulunmuştur. Bunu 1,01 adet ile IAA izlemiştir. Konsantrasyonlar açısından incelenen köklenme yüzdesi bakımından en iyi sonucu %80,83 ve kök sayısı bakımından ise en iyi sonucu 1,10 adet ile 0,5 mg/L konsantrasyonunda sağlanmıştır. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%100) ve en yüksek ortalama kök sayısı (2,17 adet), 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%10) ve en düşük ortalama kök sayısı (0,10 adet) ise 1 mg/L BAP içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; bitki büyüme düzenleyicileri ve uygulanan konsantrasyon köklenme yüzdesine etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22). Bitki büyüme düzenleyicileri, uygulanan konsantrasyon ve bitki büyüme düzenleyicileri*konsantrasyon interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısına etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23). Rejenere olan ortalama kök sayısı değeri olarak DS-2 (0,5 mg/L IBA) besin ortamında en yüksek orana (2,17 adet) ulaşıldığı için çalışmanın bundan sonraki aşamalarında oksin olarak 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamıyla devam edilmesine karar verilmiştir.

Çizelge 4.22. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki büyüme düzenleyicileri (BBD)	3	12367	4122,2	9,45	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	10739	5369,4	12,31	0,00**
BBD*K	6	3150	525,0	1,20	0,338
Hata	24	10467	436,1		
Toplam	35	36722			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli

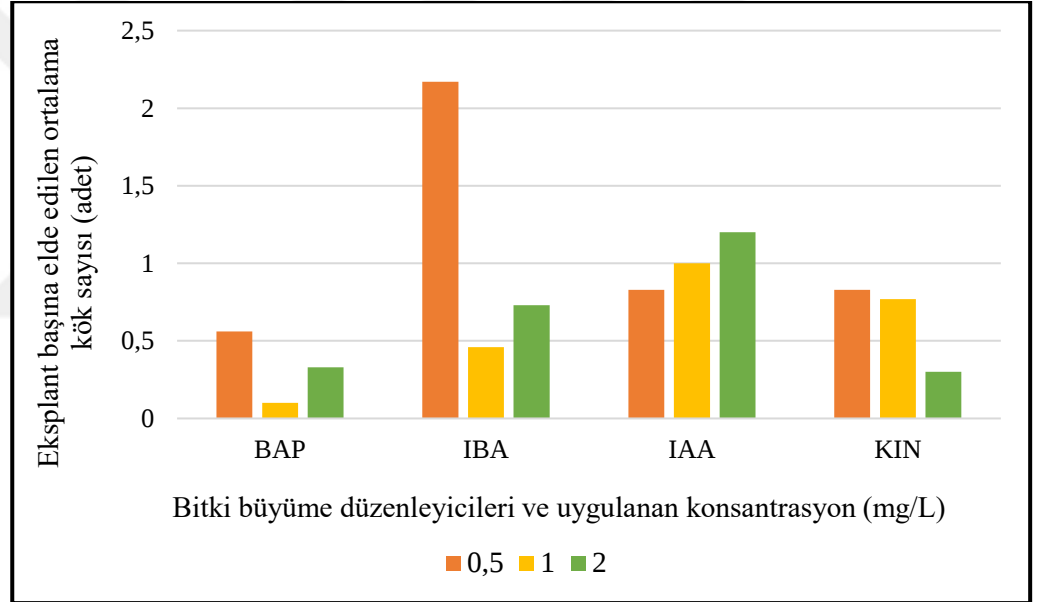


Şekil 4.16. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

Çizelge 4.23. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (BBD)	3	3,52	1,17	11,68	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	1,92	0,96	9,56	0,001**
BBD*K	6	4,13	0,69	6,84	0,00**
Hata	24	2,41	0,10		
Toplam	35	11,99			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.17. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

Çizelge 4.24. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

Bitki büyüme düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				
Konsantrasyon (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	ORT.
0,5	50	30	90	56,67 ±17,6 abc	100	100	100	100 ±0,00 a	60	90	100	83,33 ±12 ab	90	60	100	83,33 ±12 ab	80,83 a
1	0	10	20	10,00 ±5,77 c	60	50	30	46,67 ±8,82 abc	80	60	90	76,67 ±8,82 ab	100	40	30	56,67 ±8,82 b	47,5 b
2	40	40	10	30,00 ±10 bc	80	80	60	73,3 ±6,67 ab	70	70	70	70,00 ±10 abc	10	0	80	30,0 ±25,2 bc	50,83 b
ORT.	32,22 c				73,33 ab				76,67 a				56,67 bc				

Çizelge 4.25. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

Bitki Büyüme Düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				
Konsantrasyon (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	ORT.
0,5	0,5	0,3	0,9	0,56 ±0,18 b	2,7	1,9	1,9	2,17 ±0,27 a	0,6	0,9	1	0,83 ±0,12 b	0,9	0,6	1	0,83 ±0,12 b	1,10 a
1	0	0,1	0,2	0,10 ±0,06 b	0,6	0,5	0,3	0,46 ±0,09 b	1,1	0,8	1,1	1,00 ±0,10 b	1,6	0,4	0,3	0,77 ±0,42 b	0,58 b
2	0,4	0,4	0,2	0,33 ±0,07 b	0,8	0,8	0,6	0,73 ±0,07 b	1,3	1,1	1,2	1,20 ±0,06 a	0,1	0	0,8	0,30 ±0,25 b	0,64 b
ORT.	0,33 b				1,12 a				1,01 a				0,63 ab				

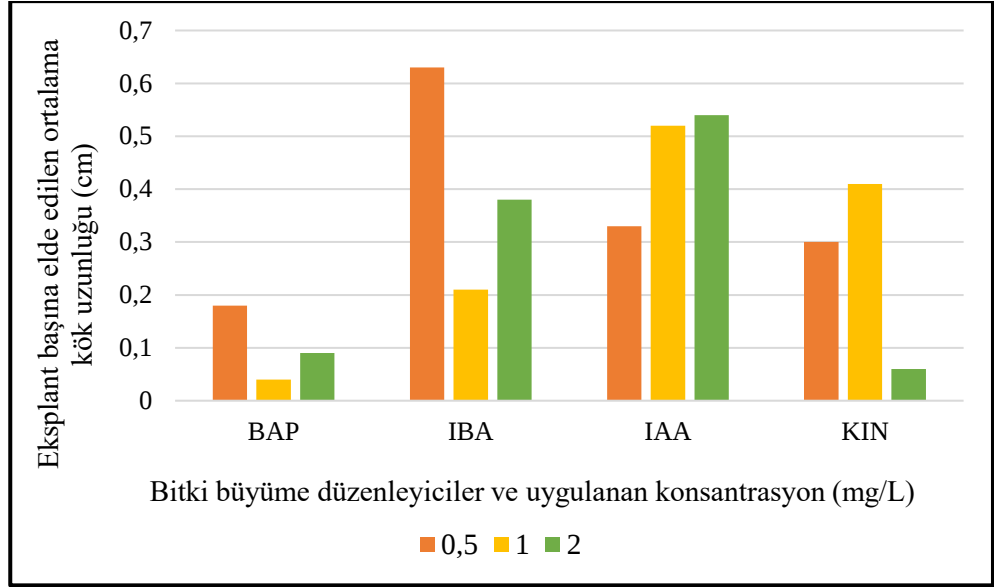
4.1.2.7. Farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarının kök uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, bitki büyüme düzenleyicilerinin kök uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki BAP, KIN, IBA ve IAA (0,5, 1 ve 2 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerini içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama kök uzunluğu (cm) Çizelge 4.27 ve Şekil 4.18’de belirtilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama kök uzunluğu üzerine en etkili bitki büyüme düzenleyicisi olarak 0,46 cm ile IAA bulunmuştur. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,63 cm), 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama kök uzunluğu (0,04 cm) ise 1 mg/L BAP içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; uygulanan konsantrasyonun eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri ve bitki büyüme düzenleyicileri*konsantrasyon interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğuna etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Bitki Büyüme Düzenleyicileri (BBD)	3	0,70	0,23	16,94	0,00**
Konsantrasyon (K)	2	0,05	0,03	1,96	0,163
BBD*K	6	0,50	0,08	6,10	0,001**
Hata	24	0,33	0,01		
Toplam	35	1,59			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.18. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

Çizelge 4.27. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP, KIN, IBA ve IAA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

Bitki Büyüme Düzenleyicileri	BAP				IBA				IAA				KIN				ORT.
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Konsantrasyon (mg/L)																	
0,5	0,21	0,1	0,22	0,18 ±0,04 bc	0,76	0,56	0,56	0,63 ±0,07 a	0,26	0,46	0,28	0,33 ±0,06 abc	0,37	0,165	0,38	0,30 a±0,07 bc	0,36
1	0	0,04	0,09	0,04 ±0,03 c	0,26	0,25	0,13	0,21 ±0,04 abc	0,57	0,45	0,54	0,52 ±0,04 ab	0,73	0,3	0,2	0,41 ±0,16 abc	0,30
2	0,11	0,13	0,04	0,09 ±0,03 c	0,52	0,3	0,33	0,38 ±0,07 abc	0,57	0,43	0,61	0,54 ±0,05 ab	0,03	0	0,14	0,06 ±0,04 c	0,27
ORT.	0,10 c				0,41 ab				0,46 a				0,26 bc				

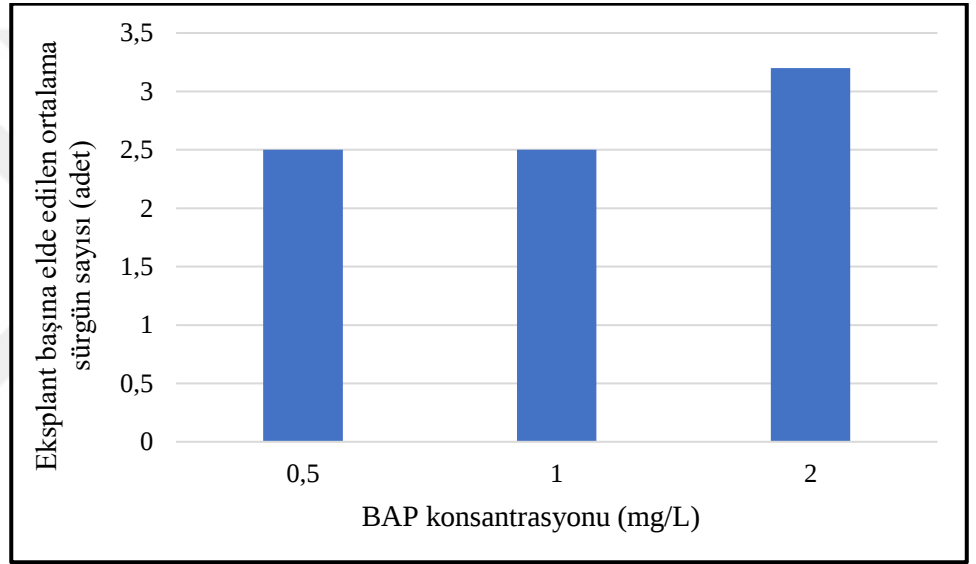
4.1.3. Bitki büyüme düzenleyicilerinin çeşitli kombinasyonlardaki denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkilerinin belirlenmesi

4.1.3.1. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün rejenerasyon yüzdesine ve sürgün sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, sürgün sayısını değerlendirmek amacıyla bazal besin ortamı olarak DKW'nin kullanıldığı, farklı konsantrasyonlarda BAP (0,5, 1 ve 2 mg/L) ve IBA (0,5 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren sürgün çoğaltım ortamlarında (DS-13,14,15) (Çizelge 3.6) cam tüplerde kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama sürgün sayısı (adet) Çizelge 4.28 ve Şekil 4.19'da belirtilmiştir. Kültüre alınan nod eksplantlarından elde edilen sürgün rejenerasyon yüzdesi (%), tüm besin ortamlarından %100 başarı ile sağlanmıştır. Yeni gelişen sürgünlerin, eksplantların dip kısımlarından meydana geldiği ve çoğunlukla da 1 ya da 2 adet sürgün olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, 2 mg/L BAP+ 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında ise çoklu sürgün (3-5 adet) oluşumu sağlanmıştır. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (3,2 adet), 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün sayısı (2,5 adet) ise 0,5 ve 1 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW besin ortamlarında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Rejenere olan ortalama sürgün sayısı değeri olarak DS-15 (2 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA) besin ortamında en yüksek orana (3,2 adet) ulaşıldığı için çalışmanın bundan sonraki aşamalarında 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonunu içeren DKW temelli besin ortamı kompozisyonuyla devam edilmesine karar verilmiştir.

Çizelge 4.28. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).

BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	2,7	3	1,8	2,5 ±0,36
1	2,4	2,6	2,5	2,5 ±0,06
2	3	3,4	3,2	3,2 ±0,11



Şekil 4.19. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).

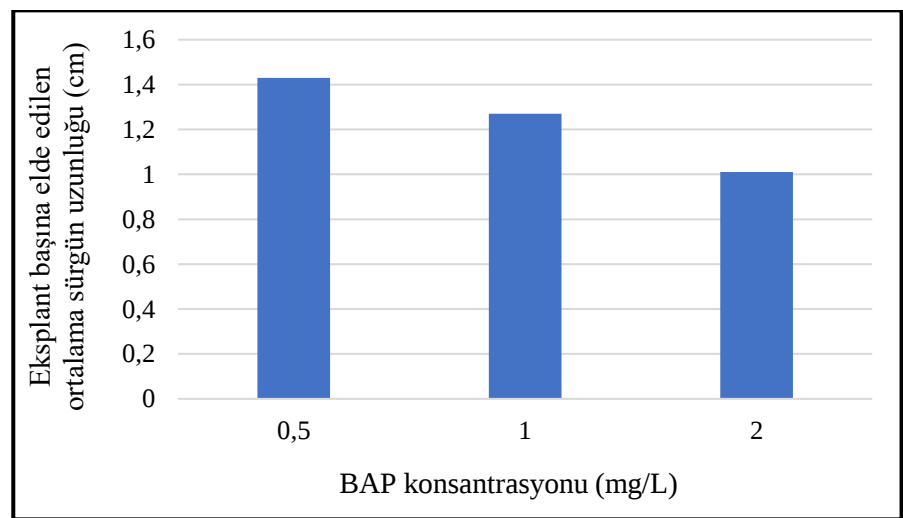
4.1.3.2. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, sürgün uzunluğunu değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlarda BAP (0,5, 1 ve 2 mg/L) ve IBA (0,5 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama sürgün uzunluğu (cm) Çizelge 4.29 ve Şekil 4.20'de belirtilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA bitki

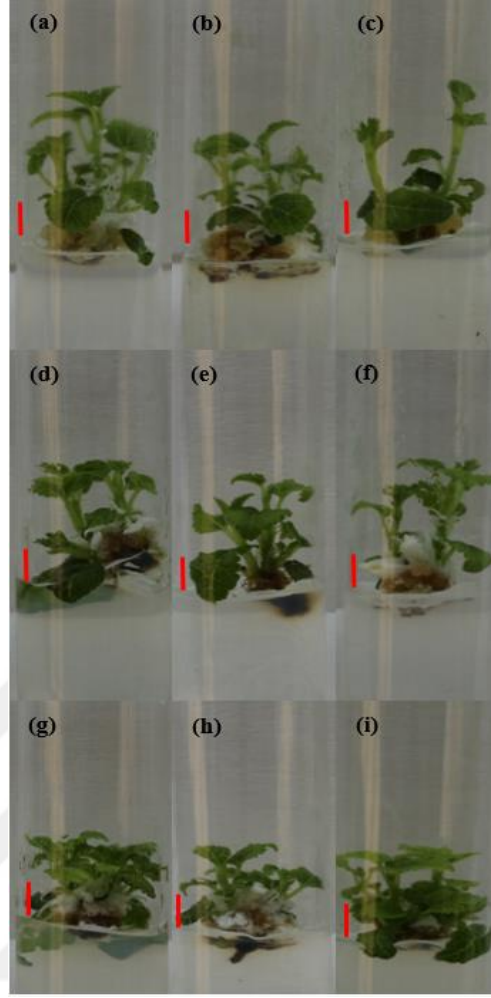
büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarından elde edilen Sarılop çeşidine ait rejenere sürgünlerin uzaması Şekil 4.21’de gösterilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,43 cm), 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA’nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,01 cm) ise 2 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA’nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA’nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.29. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).

BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	1,49	1,36	1,44	1,43 ±0,04
1	1,38	1,24	1,2	1,27 ±0,05
2	0,11	1,71	1,22	1,01 ±0,47



Şekil 4.20. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).



Şekil 4.21. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarından elde edilen Sarılop çeşidine ait rejenere sürgünlerin uzaması; a-c) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW besin ortamlarında sürgün uzunlukları, d-f) 1 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW ortamlarında sürgün uzunlukları, g-i) 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW ortamlarında sürgün uzunlukları (BAR 0,5 cm).

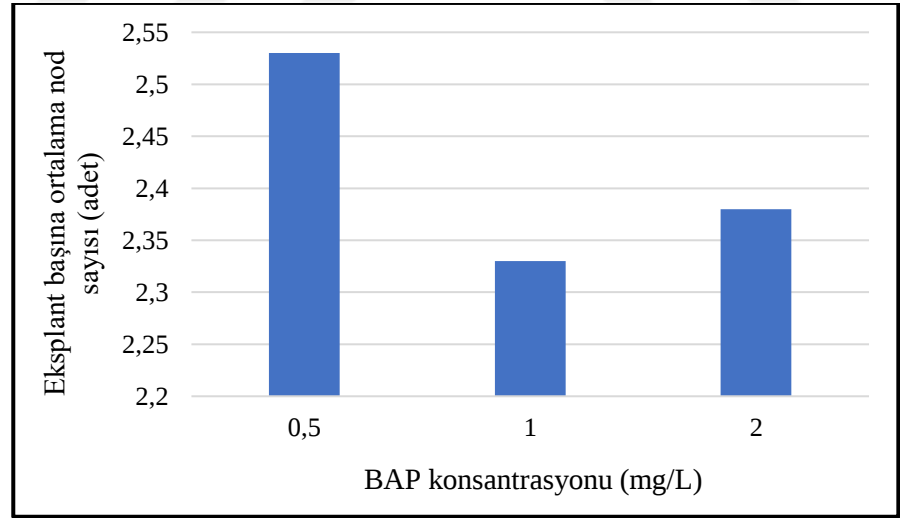
4.1.3.3. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının nod sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, nod sayısını değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlarda BAP (0,5, 1 ve 2 mg/L) ve IBA (0,5 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama nod sayısı (adet) Çizelge 4.30 ve Şekil 4.22'de belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,53 adet), 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde

edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (2,33 adet) ise 1 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.30. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	2,7	2,36	2,52	2,53 ±0,10
1	2,27	2,32	2,4	2,33 ±0,04
2	2,36	2,47	2,32	2,38 ±0,04



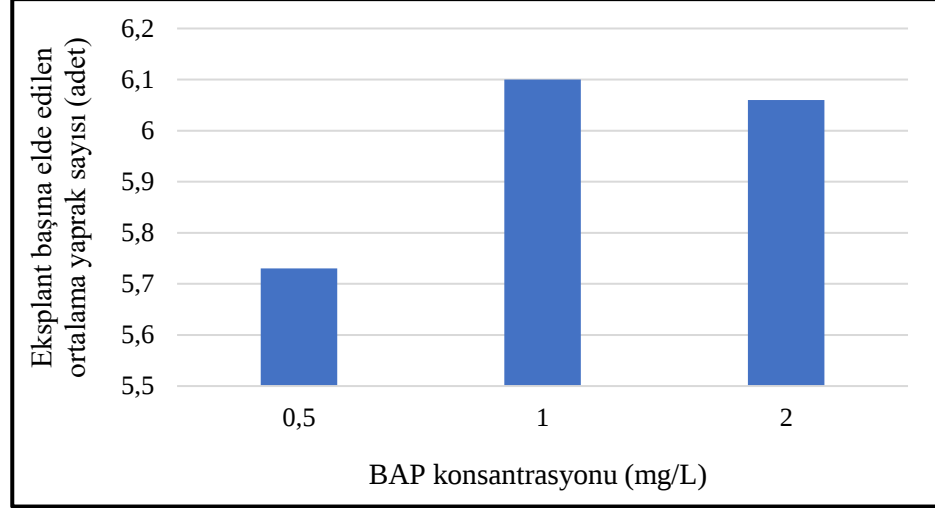
Şekil 4.22. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

4.1.3.4. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, yaprak sayısını değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlarda BAP (0,5, 1 ve 2 mg/L) ve IBA (0,5 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama yaprak sayısı (adet) Çizelge 4.31 ve Şekil 4.23'te belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (6,10 adet), 1 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (5,73 adet) ise 0,5 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.31. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	5,67	5,44	6,08	5,73 ±0,19
1	5,45	6,55	6,28	6,10 ±0,33
2	6,22	5,84	6,12	6,06 ±0,11



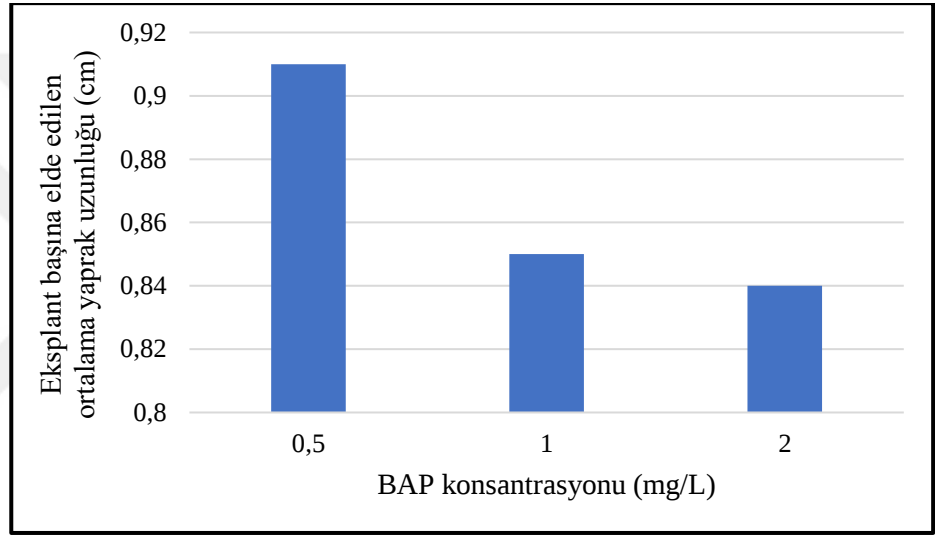
Şekil 4.23. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

4.1.3.5. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının yaprak uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, yaprak uzunluğunu değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlarda BAP (0,5, 1 ve 2 mg/L) ve IBA (0,5 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama yaprak uzunluğu (cm) Çizelge 4.32 ve Şekil 4.24'te belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (0,91 cm), 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak uzunluğu (0,84 cm) ise 2 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.32. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	0,89	0,86	0,97	0,91 ±0,03
1	0,86	0,84	0,85	0,85 ±0,00
2	0,86	0,82	0,85	0,84 ±0,01



Şekil 4.24. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

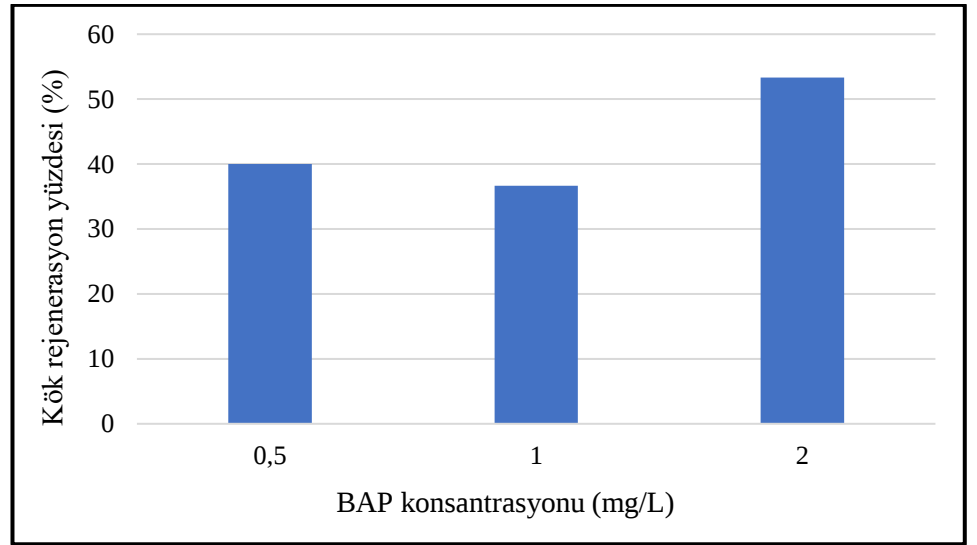
4.1.3.6. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının kök rejenerasyonuna ve kök sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kök rejenerasyon yüzdesini ve kök sayısını değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlarda BAP (0,5, 1 ve 2 mg/L) ve IBA (0,5 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda kök rejenerasyonu (%) Çizelge 4.33 ve Şekil 4.25'te, eksplant başına ortalama kök sayısı (adet) Çizelge 4.34 ve Şekil 4.26'da belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; en yüksek kök rejenerasyonu (%53,33) ve

eksplant başına en yüksek ortalama kök sayısı (0,53 adet), 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük kök rejenerasyonu (%36,67) ve en düşük ortalama kök sayısı (0,37 adet) ise 1 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının kök rejenerasyonuna ve eksplant başına elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi ve ortalama kök sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.33. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyonu (%).

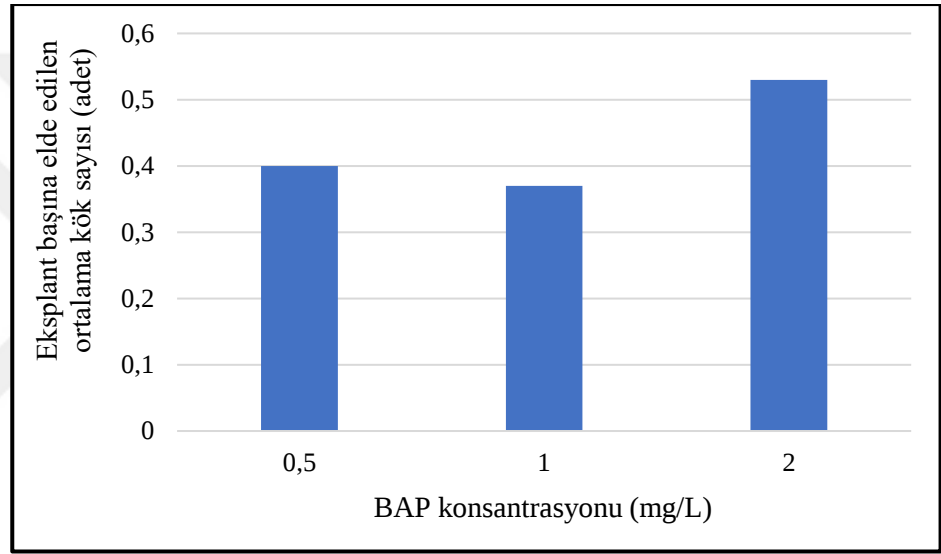
BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	40	40	40	40,00 ±0,00
1	20	50	40	36,67 ±8,82
2	60	50	50	53,33 ±3,33



Şekil 4.25. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

Çizelge 4.34. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	0,4	0,4	0,4	0,40 ±0,00
1	0,2	0,5	0,4	0,37 ±0,09
2	0,6	0,5	0,5	0,53 ±0,03



Şekil 4.26. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

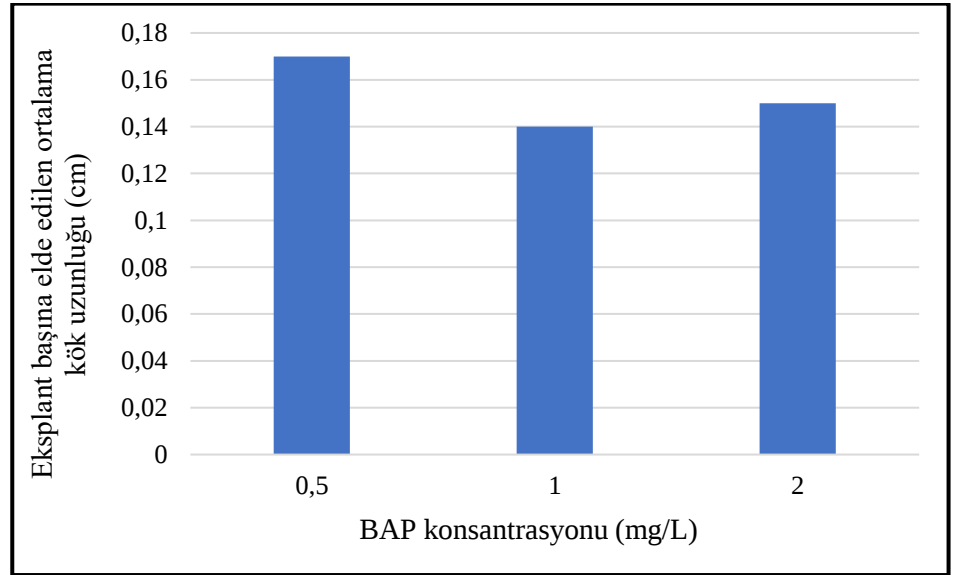
4.1.3.7. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının kök uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kök uzunluğunu değerlendirmek amacıyla, farklı konsantrasyonlarda BAP (0,5, 1 ve 2 mg/L) ve IBA (0,5 mg/L) bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını içeren DKW bazal besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda eksplant başına ortalama kök uzunluğu (cm) Çizelge 4.35 ve Şekil 4.27'de belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama

kök uzunluğu (0,17 cm), 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama kök uzunluğu (0,14 cm) ise 1 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.35. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

BAP konsantrasyonu (mg/L)	T1	T2	T3	ORT.
0,5	0,15	0,22	0,13	0,17 ±0,03
1	0,08	0,17	0,16	0,14 ±0,03
2	0,18	0,11	0,16	0,15 ±0,02



Şekil 4.27. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamlarında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

4.1.4. Kültür kabı ve kültür koşulu denemelerinin sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi

4.1.4.1. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının sürgün sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kültür kabının ve ışık koşulunun sürgün rejenerasyonuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında (DS-15) kültüre alınmışlardır. Kültür kapları olarak Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL'lik cam tüpler, farklı hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar (Şekil 3.3) kullanılmıştır. Kültürlerin aydınlatılmasında, 4500 lüks beyaz LED ışık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) denenmiştir. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama sürgün sayısı (adet) Çizelge 4.36 ve Şekil 4.28'de belirtilmiştir. Farklı kültür kabı tiplerinde ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında gelişen Sarılop çeşidine ait rejenere sürgünler Şekil 4.29'da gösterilmiştir. Kültüre alınan nod eksplantlarından elde edilen sürgün rejenerasyon yüzdesi (%), tüm besin ortamlarından %100 başarı ile sağlanmıştır. Yeni gelişen sürgünlerin, eksplantların dip kısımlarından meydana geldiği ve çoğunlukla da 1 ya da 2 adet sürgün olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı üzerine en etkili ışık koşulu olarak 2,22 adet ile 4500 lüks beyaz LED ışık bulunmuştur. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,33 adet), 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Bunu 2,30 adet ile Magenta ve Vitrovent kültür kapları ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonu izlemiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün sayısı (1,73 adet) ise Magenta kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; kültür kabı ve kültür kabı*ışık koşulu interaksyonunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Işık koşulunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısına etkisi açısından %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.37).

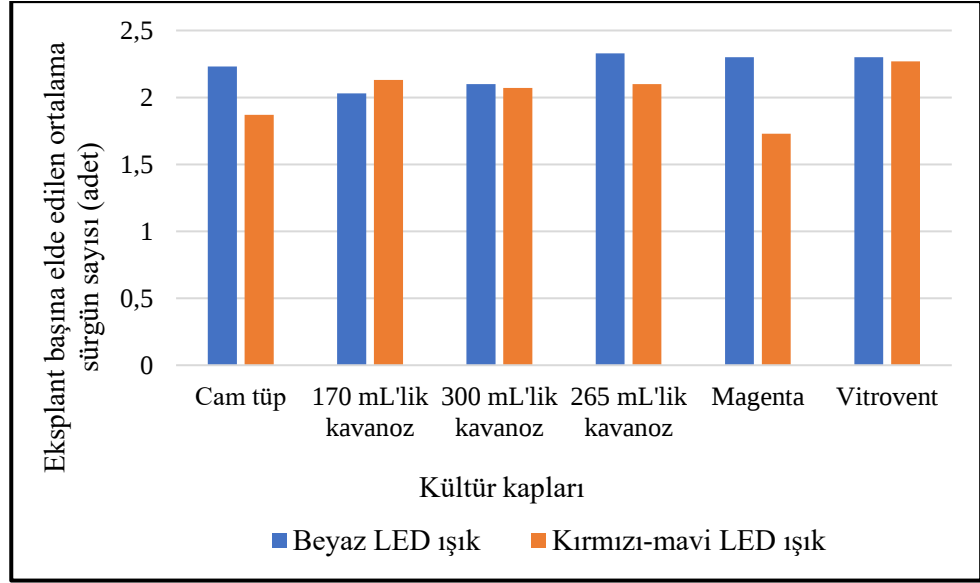
Çizelge 4.36. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).

Işık Koşulu	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	2,2	2,5	2	2,23 ±0,14 ab	2,1	1,8	1,7	1,87 ±0,12 bc	2,05
170 mL'lik kavanoz	2,3	2,1	1,7	2,03 ±0,18 abc	1,9	2,5	2	2,13 ±0,19 abc	2,08
300 mL'lik kavanoz	1,9	2,1	2,3	2,10 ±0,11 abc	2,4	1,9	1,9	2,07 ±0,17 abc	2,08
265 mL'lik kavanoz	2,4	2,4	2,2	2,33 ±0,07 a	2,1	2,2	2	2,10 ±0,06 abc	2,22
Magenta	2,2	2,6	2,1	2,30 ±0,15 a	2	1,3	1,9	1,73 ±0,22 c	2,02
Vitrovent	2,3	2,4	2,2	2,30 ±0,06 a	2,2	2,4	2,2	2,27 ±0,07 ab	2,28
Ortalama	2,22 a				2,03 b				

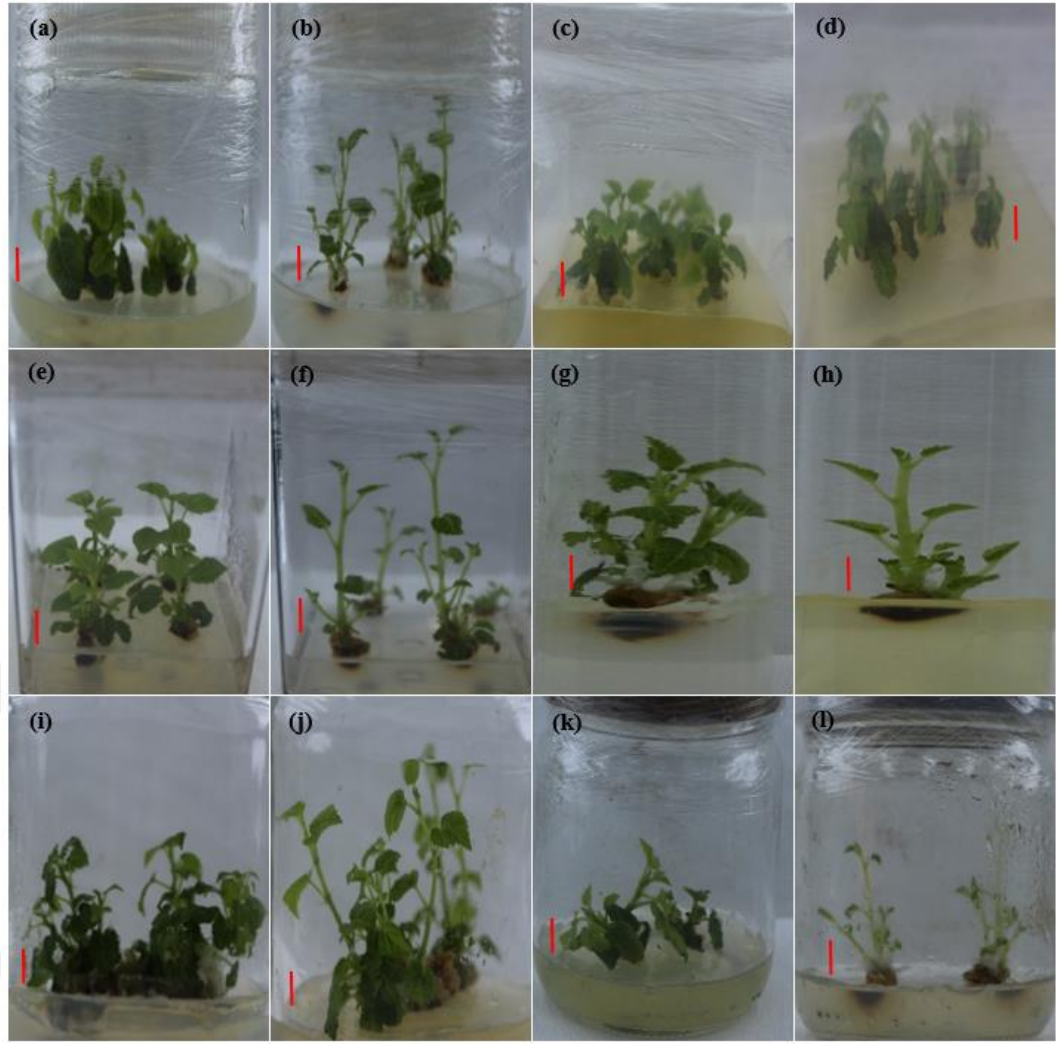
Çizelge 4.37. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Işık koşulu (IK)	1	0,32	0,32	5,61	0,026*
Kültür Kabı (KK)	5	0,32	0,06	1,14	0,368
IK*KK	5	0,46	0,09	1,62	0,194
Hata	24	1,37	0,05		
Toplam	35	2,48			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.28. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı (adet).



Şekil 4.29. Farklı kültür kabı tiplerinde ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında gelişen Sarılop çeşidine ait rejenere sürgünler; a-b) 265 mL'lik cam kavanozlarda, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, c-d) Vitrovent kültür kaplarında, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, e-f) Magenta kültür kaplarında, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, g-h) 55 mL'lik cam tüplerde, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, i-j) 300 mL'lik cam kavanozlarda, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında, k-l) 170 mL'lik cam kavanozlarda, sırasıyla beyaz LED ışık ve kırmızı-mavi LED ışık koşullarında. (BAR 0,5 cm).

4.1.4.2. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının sürgün uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kültür kabının ve ışık koşulunun sürgün uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DS-15 kodlu DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültür kapları olarak Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL'lik cam tüpler, farklı hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar

kullanılmıştır. Kùltürlerin aydınlatılmasında, 4500 lùks beyaz LED ışıık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışıık (600 lùks) denenmiştir. Kùltürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama sürgün uzunluğu (cm) Çizelge 4.38 ve Şekil 4.30’da belirtilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama sürgün uzunluğu üzerine en etkili ışıık koşulu olarak 1,51 cm ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışıık (600 lùks) bulunmuştur Kùltür kabı açısından ise incelenen bu özellik bakımından en iyi sonucu 1,54 cm ile Vitrovent kùltür kabında sağlanmıştır. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,57 cm), 55 mL’lik cam tüp kùltür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışıık (600 lùks) koşulundaki interaksyionunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Bunu 1,56 cm ile Vitrovent kùltür kabı ile kırmızı-mavi ışıık koşulundaki interaksyionu izlemiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,03 cm) ise 170 mL’lik cam kavanoz kùltür kabı ile 4500 lùks beyaz LED ışıık koşulundaki interaksyionunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; kùltür kabı ve kùltür kabı*ışıık koşulu interaksyionunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Işıık koşulunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğuna etkisi açısından %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.39).

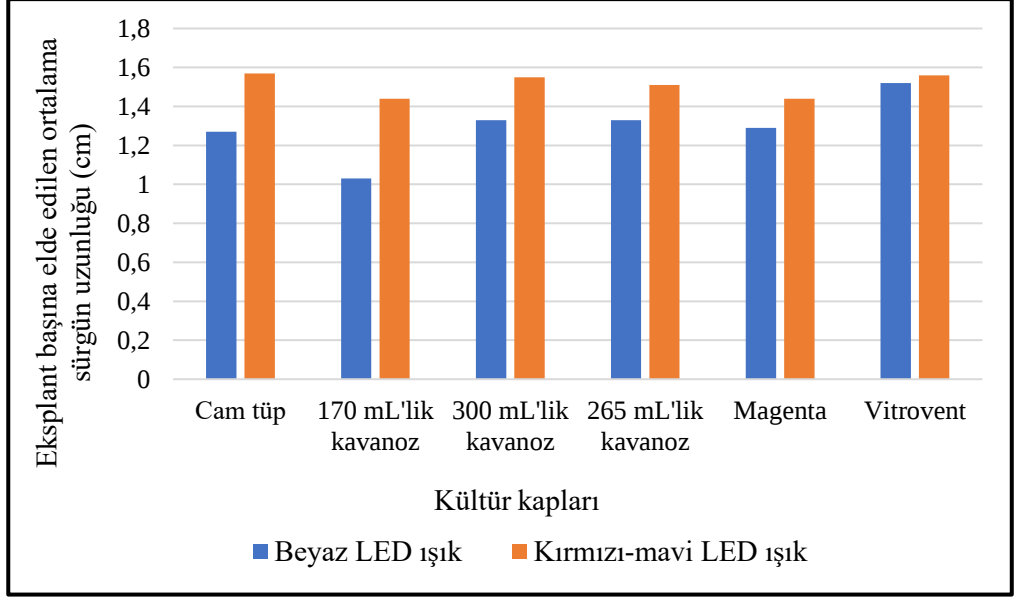
Çizelge 4.38. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).

Işık Koşulu	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
Kültür Kabı	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	1,8	1,09	0,92	1,27 ±0,27 ab	1,49	1,93	1,28	1,57 ±0,19 a	1,42 ab
170 mL'lik kavanoz	1,17	0,93	0,98	1,03 ±0,07 b	1,16	1,34	1,81	1,44 ±0,19 a	1,23 b
300 mL'lik kavanoz	1,44	1,34	1,2	1,33 ±0,07 ab	1,64	1,48	1,54	1,55 ±0,05 a	1,44 ab
265 mL'lik kavanoz	1,42	1,37	1,2	1,33 ±0,07 a	1,65	1,26	1,61	1,51 ±0,12 a	1,42 ab
Magenta	1,42	1,22	1,24	1,29 ±0,07 ab	1,41	1,46	1,45	1,44 ±0,01 a	1,37 ab
Vitrovent	1,29	1,42	1,85	1,52 ±0,02 a	1,68	1,48	1,52	1,56 ±0,06 a	1,54 a
Ortalama	1,29 b				1,51 a				

Çizelge 4.39. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Işık koşulu (IK)	1	0,42	0,42	7,80	0,010*
Kültür Kabı (KK)	5	0,30	0,06	1,14	0,366
IK*KK	5	0,12	0,02	0,45	0,806
Hata	24	1,29	0,05		
Toplam	35	2,14			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



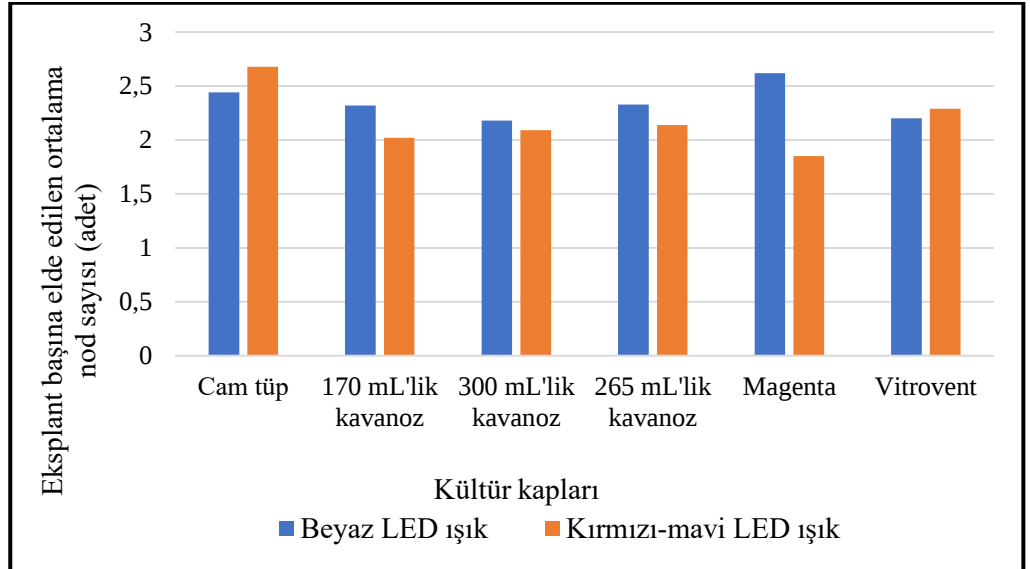
Şekil 4.30. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

4.1.4.3. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının nod sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kültür kabının ve ışık koşulunun nod sayısına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DS-15 kodlu DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültür kapları olarak Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL'lik cam tüpler, farklı hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar kullanılmıştır. Kültürlerin aydınlatılmasında, 4500 lüks beyaz LED ışık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) denenmiştir. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama nod sayısı (adet) Çizelge 4.40 ve Şekil 4.31'de belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,68 adet), 55 mL'lik cam tüp kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık koşulundaki (600 lüks) interaksyonda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,85 adet) ise Magenta kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık koşulundaki (600 lüks) interaksyonda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; ışık koşulu, kültür kabı ve kültür kabı*ışık koşulu interaksyonunun eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çizelge 4.40. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

Işık Koşulu	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
Kültür Kabı	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	2,54	2,41	2,37	2,44 ±0,05 ab	2,89	2,65	2,5	2,68 ±0,11 a	2,56
170 mL'lik kavanoz	2,42	2,25	2,3	2,32 ±0,05 ab	2,52	1,85	1,7	2,02 ±0,25 ab	2,17
300 mL'lik kavanoz	2,15	2,22	2,17	2,18 ±0,02 ab	2,1	2,13	2,05	2,09 ±0,02 ab	2,14
265 mL'lik kavanoz	2,48	2,61	1,91	2,33 ±0,21 ab	2,38	1,82	2,22	2,14 ±0,17 ab	2,24
Magenta	2,63	2,66	2,56	2,62 ±0,03 ab	2,02	2,27	1,27	1,85 ±0,30 b	2,23
Vitrovent	1,88	2,41	2,32	2,20 ± 0,16 ab	2,55	2,4	1,92	2,29 ±0,20 ab	2,25
Ortalama	2,35				2,18				



Şekil 4.31. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

4.1.4.4. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının yaprak sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kültür kabının ve ışık koşulunun yaprak sayısına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DS-15 kodlu DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültür kapları olarak Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL'lik cam tüpler, farklı hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar kullanılmıştır. Kültürlerin aydınlatılmasında, 4500 lüks beyaz LED ışık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) denenmiştir. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama yaprak sayısı (adet) Çizelge 4.41 ve Şekil 4.32'de belirtilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama yaprak sayısı üzerine etkili ışık koşulu olarak 4,70 adet ile 4500 lüks beyaz LED ışık bulunmuştur Kültür kabı açısından ise incelenen bu özellik bakımından en iyi sonucu 4,73 adet ile Magenta kültür kabında sağlanmıştır. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (4,96 adet), 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksiyonunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 4,89 adet ile 55 mL'lik cam tüp, 4,81 adet ile Magenta kültür kabının 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksiyonu ve 4,65 adet ile Magenta kültür kabının 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksiyonu takip etmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,93 adet) ise 170 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksiyonunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; ışık koşulu, kültür kabı ve kültür kabı*ışık koşulu interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısına etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.42).

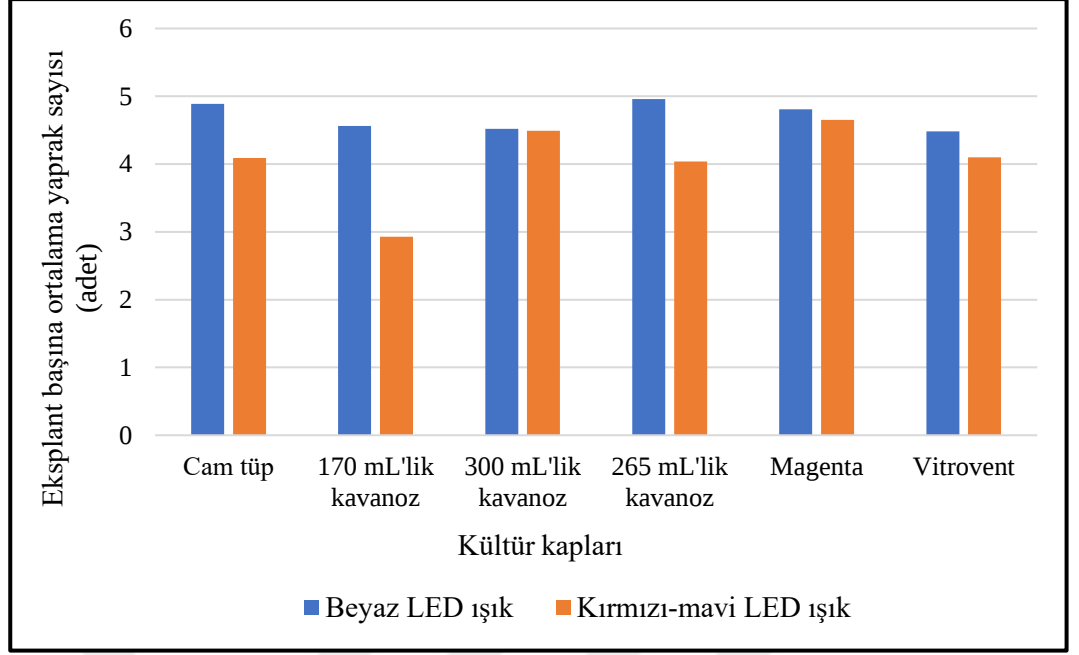
Çizelge 4.41. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

Işık Koşulu	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	4,76	5,26	4,65	4,89 ±0,19 a	4,38	4,2	3,7	4,09 ±0,20 bc	4,49 ab
170 mL'lik kavanoz	4,68	4,34	4,65	4,56 ±0,11 ab	2,99	2,93	2,87	2,93 ±0,03 d	3,73 c
300 mL'lik kavanoz	4,58	4,3	4,67	4,52 ±0,11 abc	4,3	4,55	4,61	4,49 ±0,10 abc	4,50 ab
265 mL'lik kavanoz	5,1	4,99	4,79	4,96 ±0,10 a	4,28	3,72	4,12	4,04 ±0,20 c	4,50 ab
Magenta	4,82	4,94	4,66	4,81 ±0,08 a	4,65	5,02	4,28	4,65 ±0,21 a	4,73 a
Vitrovent	4,09	4,75	4,59	4,48 ±0,20 abc	4,59	4,27	3,45	4,10 ±0,34 bc	4,29 b
Ortalama	4,70 a				4,05 b				

Çizelge 4.42. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Işık koşulu (IK)	1	3,81	3,81	43,04	0,00**
Kültür Kabı (KK)	5	3,46	0,69	7,82	0,00**
IK*KK	5	2,63	0,52	5,94	0,00**
Hata	24	2,12	0,09		
Toplam	35	12,02			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.32. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

4.1.4.5. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının yaprak uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kültür kabının ve ışık koşulunun yaprak uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DS-15 kodlu DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültür kapları olarak Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL'lik cam tüpler, farklı hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar kullanılmıştır. Kültürlerin aydınlatılmasında, 4500 lüks beyaz LED ışık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) denenmiştir. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama yaprak uzunluğu (cm) Çizelge 4.43 ve Şekil 4.33'te belirtilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama yaprak uzunluğu üzerine en etkili ışık koşulu olarak 0,82 cm ile 4500 lüks beyaz LED ışık bulunmuştur. Kültür kabı açısından ise incelenen bu özellik bakımından en iyi sonucu 0,88 cm ile Magenta kültür kabında sağlanmıştır. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (0,89 cm), Magenta kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksiyonunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak uzunluğu (0,48 cm) ise 170 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi

LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyionunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda; ışık koşulu, kültür kabı ve kültür kabı*ışık koşulu interaksyionunun eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğuna etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.44).

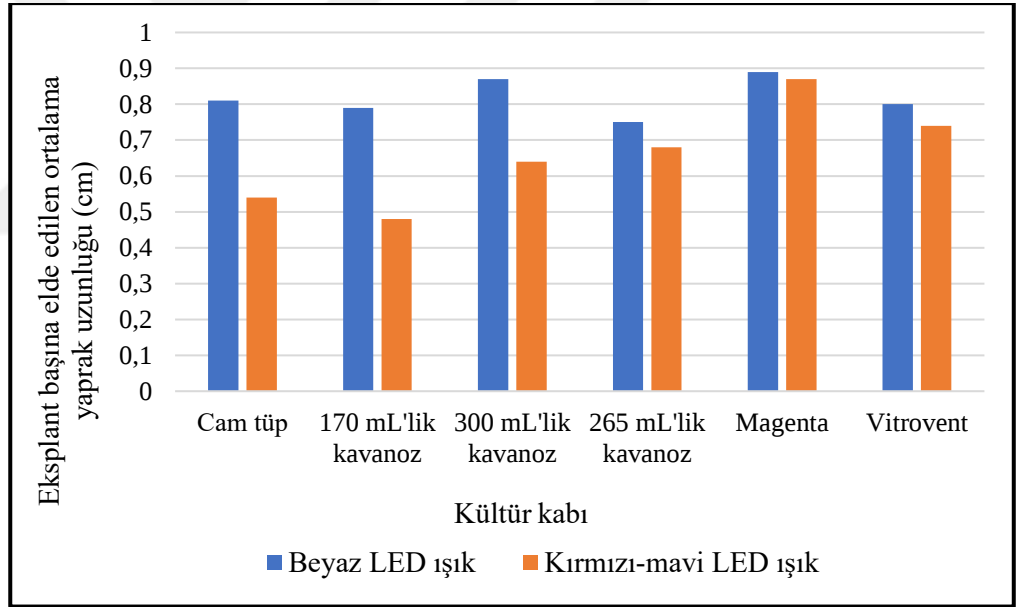
Çizelge 4.43. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

Işık Koşulu	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	0,84	0,84	0,75	0,81 ±0,03 abc	0,57	0,54	0,52	0,54 ±0,01 fg	0,68 de
170 mL'lik kavanoz	0,84	0,75	0,79	0,79 ±0,03 abcd	0,54	0,45	0,45	0,48 ±0,03 g	0,64 e
300 mL'lik kavanoz	0,89	0,92	0,8	0,87 ±0,04 ab	0,65	0,62	0,65	0,64 ± 0,01 ef	0,75 bc
265 mL'lik kavanoz	0,82	0,77	0,67	0,75 ±0,04 bcde	0,7	0,66	0,68	0,68 ±0,01 de	0,72 cd
Magenta	0,85	0,93	0,88	0,89 ±0,02 a	0,87	0,87	0,88	0,87 ±0,00 ab	0,88 a
Vitrovent	0,77	0,84	0,8	0,80 ±0,02 abcd	0,74	0,75	0,72	0,74 ±0,00 cde	0,77 b
Ortalama	0,82 a				0,66 b				

Çizelge 4.44. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Işık koşulu (IK)	1	0,23	0,23	128,69	0,00**
Kültür Kabı (KK)	5	0,21	0,04	23,93	0,00**
IK*KK	5	0,12	0,02	12,90	0,00**
Hata	24	0,04	0,00		
Toplam	35	0,61			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.33. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

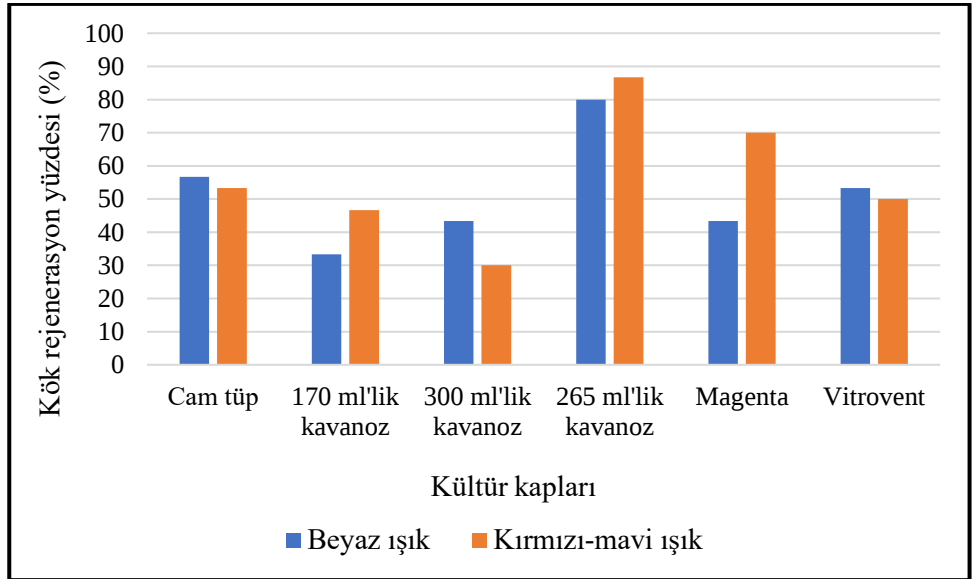
4.1.4.6. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kültür kabının ve ışık koşulunun kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DS-15 kodlu DKW bazal

besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültür kapları olarak Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL'lik cam tüpler, farklı hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar kullanılmıştır. Kültürlerin aydınlatılmasında, 4500 lüks beyaz LED ışık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) denenmiştir. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda kök rejenerasyon yüzdesi (%) Çizelge 4.45 ve Şekil 4.34'te, ortalama kök sayısı (adet) Çizelge 4.46 ve Şekil 4.35'te belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%86,67), 265 mL'lik cam kavanozun 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) interaksyonunda ve %80 ile 265 mL'lik cam kavanozun 4500 lüks beyaz LED ışık interaksyonunda, eksplant başına en yüksek ortalama kök sayısı ise (0,90 adet), 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%30,00) 300 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulunda ve en düşük ortalama kök sayısı (0,33 adet) ise 170 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama kök sayısı üzerine en etkili kültür kabı 0,85 adet ile 265 mL'lik cam kültür kabında sağlanmıştır. Yapılan varyans analizi sonucunda; ışık koşulu ve kültür kabı*ışık koşulu interaksyonunun kök rejenerasyon yüzdesi ve eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Kültür kabının eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısına etkisi açısından %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.45. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

Işık Koşulu Kültür Kabı	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	50	50	70	56,67 ±6,67 abc	40	60	60	53,33 ±6,67 abc	55,00
170 mL'lik kavanoz	40	10	50	33,33 ±12 c	60	60	20	46,67 ±13,3 bc	40,00
300 mL'lik kavanoz	30	50	50	43,33 ±6,67 bc	30	30	30	30,00 ±0,00 c	36,67
265 mL'lik kavanoz	70	80	90	80,00 ±5,77 a	80	80	100	86,67 ±23,3 a	83,33
Magenta	30	40	60	43,33 ±8,82 bc	60	80	70	70,00 ±5,77 ab	56,67
Vitrovent	30	50	80	53,33 ± 14,5 abc	60	50	40	50,00 ±5,77 abc	51,67
Ortalama	51,67				56,11				



Şekil 4.34. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

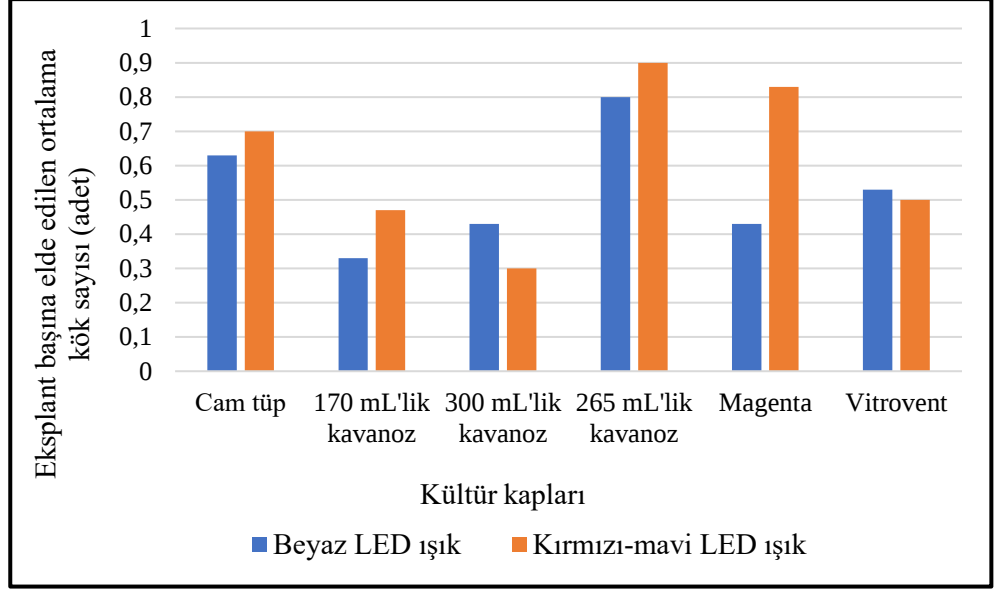
Çizelge 4.46. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

Işık Koşulu Kültür Kabı	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	0,6	0,5	0,8	0,63 ±0,09 abcde	0,5	0,7	0,9	0,70 ±0,11 abcd	0,67 ab
170 mL'lik kavanoz	0,4	0,1	0,5	0,33 ±0,12 ef	0,6	0,6	0,2	0,47 ±0,13 def	0,40 c
300 mL'lik kavanoz	0,3	0,5	0,5	0,43 ±0,07 def	0,3	0,3	0,3	0,30 ±0,00 f	0,37 c
265 mL'lik kavanoz	0,7	0,8	0,9	0,80 ±0,06 abc	0,8	0,8	1,1	0,90 ±0,10 a	0,85 a
Magenta	0,3	0,4	0,6	0,43 ±0,09 def	0,6	1,2	0,7	0,83 ±0,19 ab	0,63 ab
Vitrovent	0,3	0,5	0,8	0,53 ±0,14 bcdef	0,6	0,5	0,4	0,50 ±0,06 cdef	0,52 bc
Ortalama	0,53				0,62				

Çizelge 4.47. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Işık koşulu (IK)	1	0,07	0,07	2,06	0,164
Kültür Kabı (KK)	5	0,99	0,20	5,74	0,001*
IK*KK	5	0,24	0,05	1,43	0,251
Hata	24	0,83	0,03		
Toplam	35	2,13			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.35. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

4.1.4.7. Farklı kültür kabı tiplerinin ve ışık koşullarının kök uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, kültür kabının ve ışık koşulunun kök uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DS-15 kodlu DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültür kapları olarak Vitrovent, Magenta GA-7 kapları, 55 mL'lik cam tüpler, farklı hacimlerdeki (170 mL, 300 mL ve 265 mL) cam kavanozlar kullanılmıştır. Kültürlerin aydınlatılmasında, 4500 lüks beyaz LED ışık ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) denenmiştir. Kültürden 4 hafta sonra yapılan gözlemler sonucunda ortalama kök uzunluğu (cm) Çizelge 4.48 ve Şekil 4.36'da belirtilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,34 cm), 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksiyonunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama kök uzunluğu (0,11 cm) ise 300 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksiyonunda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Çalışmada eksplant başına düşen ortalama kök uzunluğu üzerine en etkili kültür kabı 0,29 cm ile 265 mL'lik cam kültür kabında sağlanmıştır. Yapılan varyans analizi sonucunda; ışık koşulu ve

kültür kabı*ışık koşulu interaksiyonunun eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Kültür kabının eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğuna etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.49).

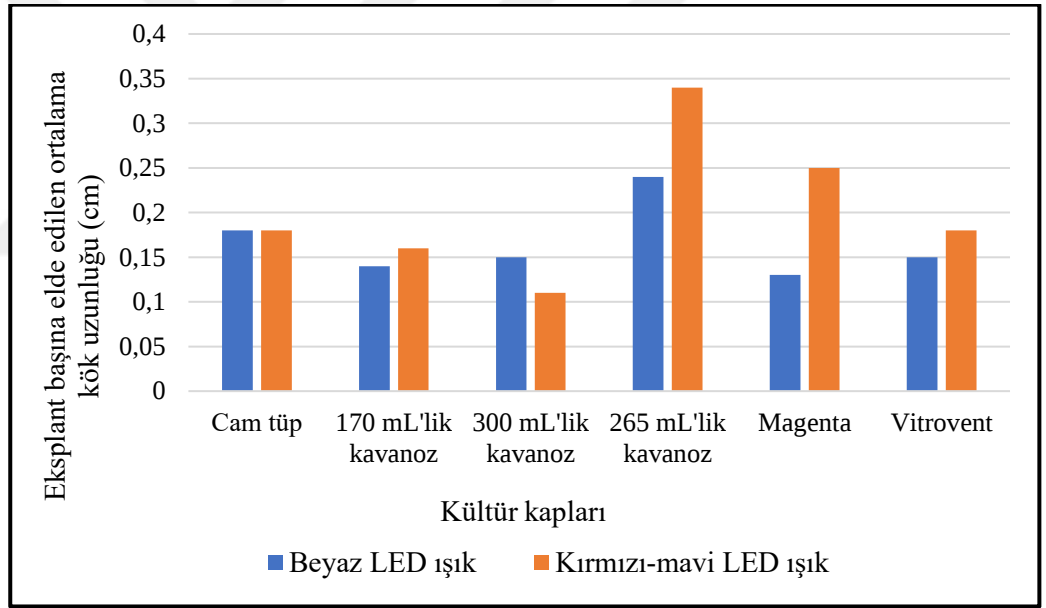
Çizelge 4.48. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

Işık Koşulu	Beyaz LED ışık				Kırmızı-mavi LED ışık				Ortalama
	T1	T2	T3	ORT.	T1	T2	T3	ORT.	
Cam Tüp	0,16	0,15	0,23	0,18 ±0,02 bcd	0,17	0,16	0,2	0,18 ±0,01 bcd	0,18 ab
170 mL'lik kavanoz	0,2	0,03	0,2	0,14 ±0,06 bcd	0,23	0,18	0,08	0,16 ±0,04 bcd	0,15 b
300 mL'lik kavanoz	0,09	0,18	0,19	0,15 ±0,03 bcd	0,13	0,09	0,1	0,11 ±0,01 d	0,13 b
265 mL'lik kavanoz	0,16	0,3	0,25	0,24 ±0,04 abc	0,3	0,28	0,43	0,34 ±0,05 a	0,29 a
Magenta	0,06	0,15	0,18	0,13 ±0,04 cd	0,19	0,29	0,27	0,25 ±0,03 ab	0,19 ab
Vitrovent	0,09	0,15	0,21	0,15 ±0,03 bcd	0,29	0,16	0,09	0,18 ±0,06 bcd	0,16 b
Ortalama	0,16				0,20				

Çizelge 4.49. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Işık koşulu (IK)	1	0,01	0,01	2,71	0,113
Kültür Kabı (KK)	5	0,09	0,02	3,99	0,009**
IK*KK	5	0,03	0,00	1,33	0,284
Hata	24	0,11	0,00		
Toplam	35	0,24			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.36. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının farklı kültür kabı tipleri ve ışık koşullarında, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında kültüre alınması sonunda eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

4.1.5. Altkültür denemeleri

4.1.5.1. Altkültür sayısının çoğaltım katsayısına etkisi

Sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında 4 haftalık arayla 4 kez altkültüre alınmıştır. Kültürden 4 hafta sonra altkültürlerden elde edilen nod eksplantlarının toplamı üzerinden hesaplanan çoğaltım katsayıları Çizelge 4.50 ve Şekil 4.37’de verilmiştir. Çoğaltım katsayısı ile ilgili gözlemler eksplantlar altkültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. En yüksek çoğaltım katsayısı (3,27), 3. altkültürde elde edilmiştir. Bunu 2. altkültür 3,20 çoğaltım katsayısı ile izlemiştir ve aynı gruba dahil olmuştur. En düşük çoğaltım katsayısı (1,00) ise 1. altkültürde elde edilmiştir. Altkültürlerden elde edilen sürgünler Şekil 4.38’de gösterilmiştir. Çoğaltım katsayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analiz sonucunda, istatistiksel analize göre altkültür sayısı %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.51). Yapılan tüm denemelerde, üretilen bitkiciklerde hiperhidrisite, kararma, sararma ve nekroz vb. fizyolojik sorunlar gözlenmemiştir.

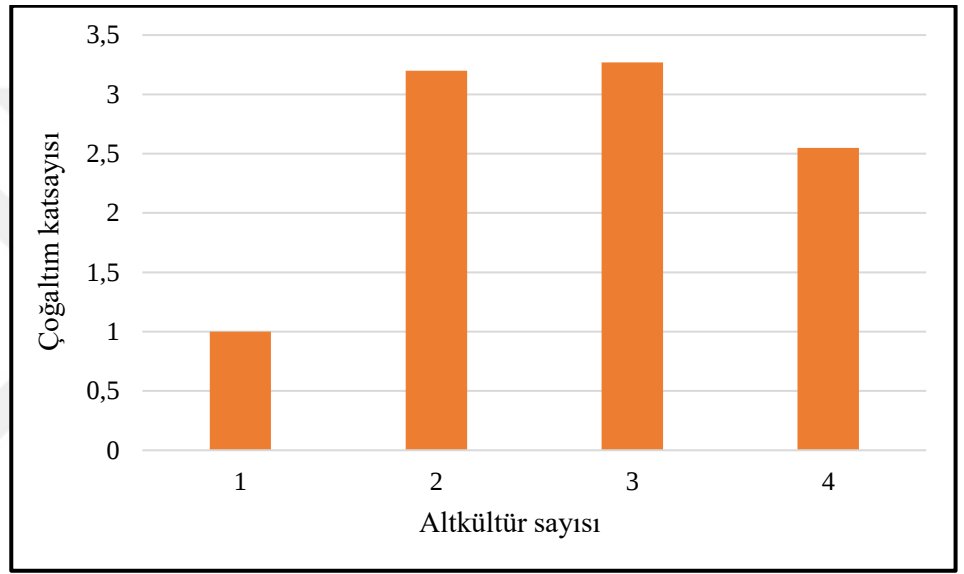
Çizelge 4.50. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen çoğaltım katsayıları.

Altkültür sayısı	Çoğaltım katsayısı			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	1	1	1	1,00 ±0,00 c
2. altkültür	3	3,4	3,2	3,20 ±0,11 a
3. altkültür	3,2	3,18	3,44	3,27 ±0,08 a
4. altkültür	2,48	2,64	2,53	2,55 ±0,05 b

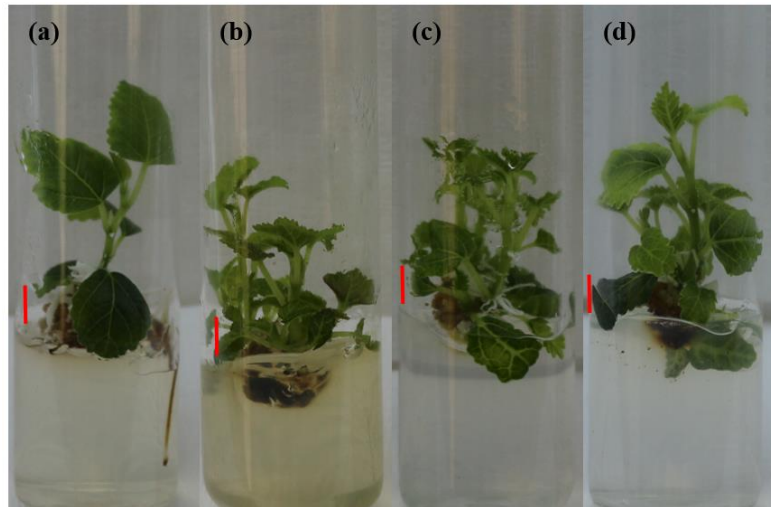
Çizelge 4.51. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen çoğaltım katsayıları ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Altkültür sayısı	3	10,02	3,34	197,56	0,00**
Hata	8	0,13	0,02		
Toplam	11	10,16			

*: $p < 0,05$ düzeyinde önemli, **: $p < 0,01$ düzeyinde önemli



Şekil 4.37. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen çoğaltım katsayıları.



Şekil 4.38. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarından altkültür ile DS-15 besin ortamında elde edilen sürgünler; a-d) 1.-4. altkültür sonucu elde edilen sürgünler.

4.1.5.2. Altkültür sayısının sürgün uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında altkültüre alınmıştır. Kültürden 4 hafta sonra altkültür sayısının ortalama sürgün uzunluğuna (cm) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.52 ve Şekil 4.39’da verilmiştir. Ortalama sürgün uzunluğu ile ilgili yapılan gözlemler eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,62 cm), 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,17 cm) ise 2. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu ile ilgili olarak yapılan varyans analiz sonucunda, istatistiksel analize göre altkültür sayısı %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.53).

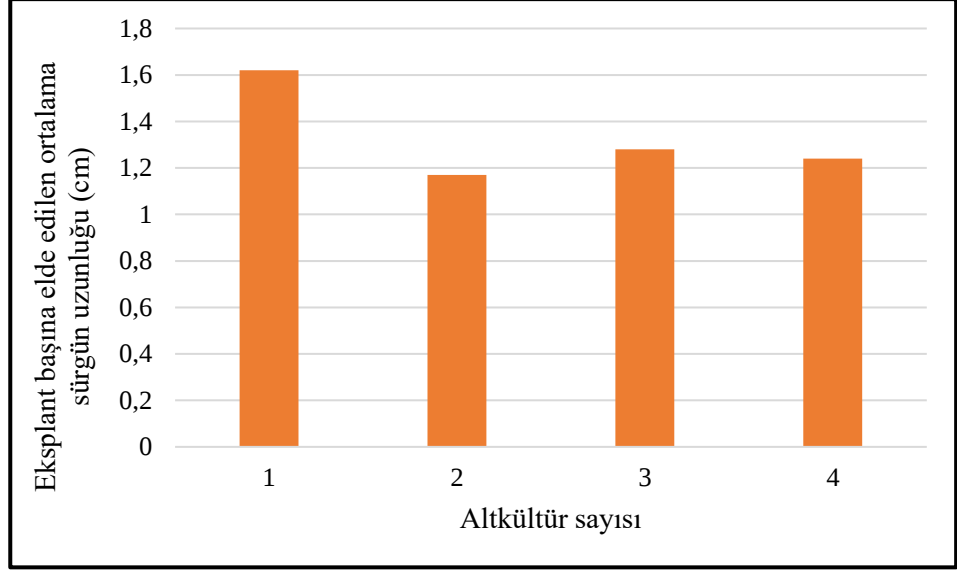
Çizelge 4.52. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).

Altkültür sayısı	Eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm)			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	1,6	1,83	1,44	1,62 ±0,11 a
2. altkültür	1,11	1,17	1,22	1,17 ±0,03 b
3. altkültür	1,41	1,22	1,20	1,28 ±0,07 ab
4. altkültür	1,12	1,16	1,45	1,24 ±0,10 ab

Çizelge 4.53. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Altkültür sayısı	3	0,37	0,12	5,61	0,02*
Hata	8	0,17	0,02		
Toplam	11	0,54			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.39. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama sürgün uzunluğu (cm).

4.1.5.3. Alt kültür sayısının nod sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında altkültüre alınmıştır. Kültürden 4 hafta sonra altkültür sayısının ortalama nod sayısına (adet) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.54 ve Şekil 4.40'ta verilmiştir. Ortalama nod sayısı ile ilgili yapılan gözlemler eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,39 adet), 2. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,55 adet) ise 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analiz sonucunda, istatistiksel analize göre altkültür sayısı %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.55).

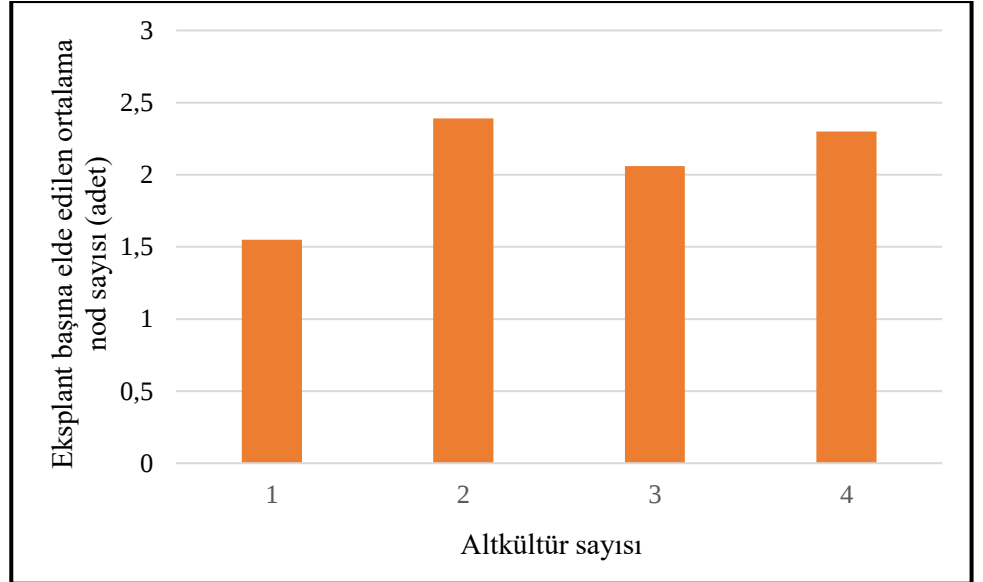
Çizelge 4.54. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

Altkültür sayısı	Eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı (adet)			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	1,45	1,7	1,5	1,55 ±0,08 c
2. altkültür	2,36	2,47	2,32	2,39 ±0,05 a
3. altkültür	2,02	2,21	1,94	2,06 ±0,08 b
4. altkültür	2,18	2,42	2,29	2,30 ±0,07 ab

Çizelge 4.55. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama nod sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Altkültür sayısı	3	1,27	0,42	29,07	0,00**
Hata	8	0,12	0,01		
Toplam	11	1,38			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.40. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama nod sayısı (adet).

4.1.5.4. Altkültür sayısının yaprak sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında altkültüre alınmıştır. Kültürden 4 hafta sonra altkültür sayısının ortalama yaprak sayısına (adet) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.56 ve Şekil 4.41’de verilmiştir. Ortalama yaprak sayısı ile ilgili yapılan gözlemler eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (6,06 adet), 2. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,70 adet) ise 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analiz sonucunda, istatistiksel analize göre altkültür sayısı %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.57).

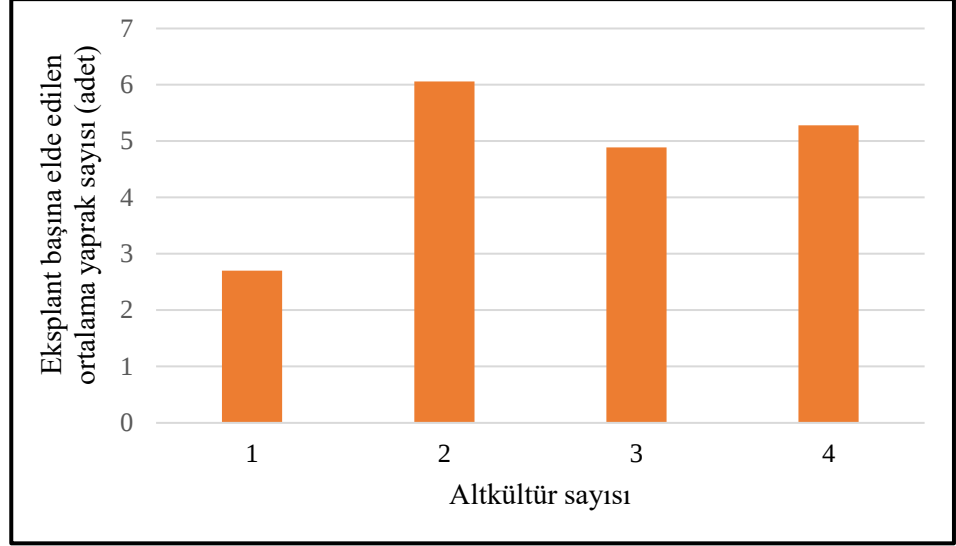
Çizelge 4.56. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

Altkültür sayısı	Eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet)			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	2,5	2,6	3	2,70 ±0,15 c
2. altkültür	6,22	5,84	6,12	6,06 ±0,11 a
3. altkültür	4,64	5,27	4,77	4,89 ±0,19 b
4. altkültür	4,80	5,40	5,63	5,28 ±0,25 ab

Çizelge 4.57. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Altkültür sayısı	3	18,66	6,22	61,68	0,00**
Hata	8	0,81	0,10		
Toplam	11	19,46			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.41. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama yaprak sayısı (adet).

4.1.5.5. Altkültür sayısının yaprak uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında altkültüre alınmıştır. Kültürden 4 hafta sonra altkültür sayısının ortalama yaprak uzunluğuna (cm) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.58 ve Şekil 4.42’de verilmiştir. Ortalama yaprak uzunluğu ile ilgili yapılan gözlemler eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,30 cm), 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak uzunluğu (0,85 cm) ise 2. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu ile ilgili olarak yapılan varyans analiz sonucunda, istatistiksel analize göre altkültür sayısı %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.59).

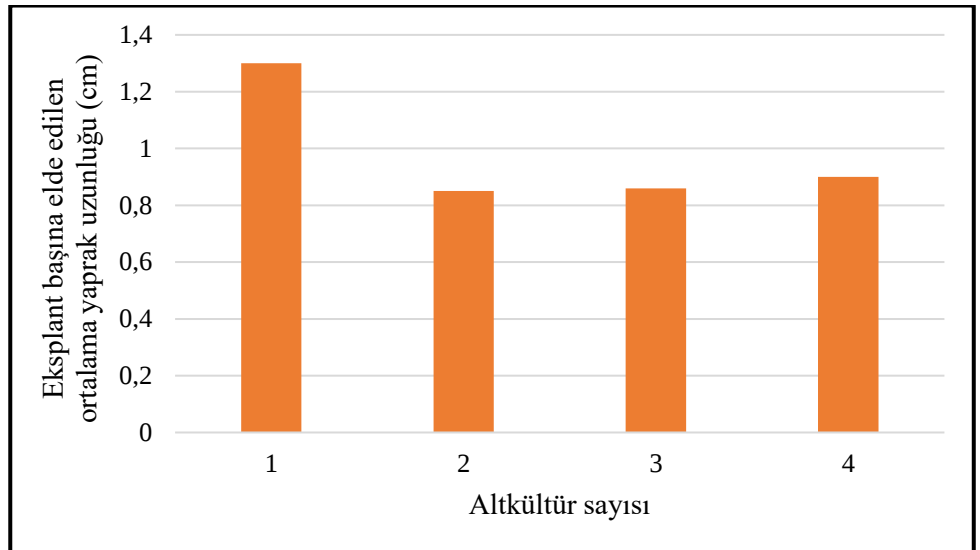
Çizelge 4.58. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

Altkültür sayısı	Eksplant başına elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm)			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	1,26	1,48	1,14	1,30 ±0,10 a
2. altkültür	0,86	0,82	0,85	0,85 ±0,01 b
3. altkültür	0,93	0,83	0,83	0,86 ±0,03 b
4. altkültür	0,98	0,85	0,88	0,90 ±0,04 b

Çizelge 4.59. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Altkültür sayısı	3	0,42	0,14	13,55	0,00**
Hata	8	0,08	0,01		
Toplam	11	0,51			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



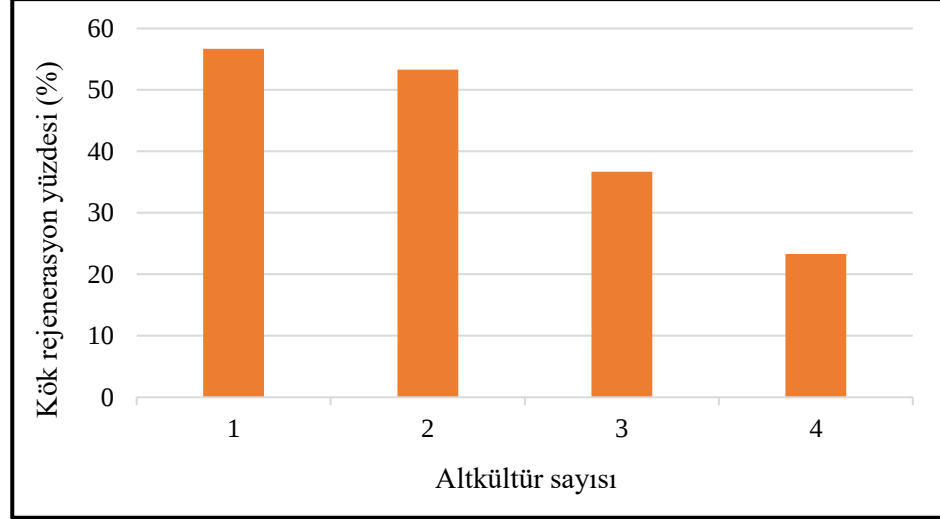
Şekil 4.42. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama yaprak uzunluğu (cm).

4.1.5.6. Altkültür sayısının kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında altkültüre alınmıştır. Kültürden 4 hafta sonra altkültür sayısının kök rejenerasyon yüzdesine (%) etkisi Çizelge 4.60 ve Şekil 4.43'te, ortalama kök sayısına (adet) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.61 ve Şekil 4.44'te verilmiştir. Kök rejenerasyon yüzdesi ve ortalama kök sayısı ile ilgili yapılan gözlemler eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Veriler incelendiğinde; en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%56,67) ile eksplant başına en yüksek ortalama kök sayısı (0,57 adet), 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Bunu 2. altkültür eksplant başına 0,53 kök sayısı adedi ile izlemiştir ve aynı gruba dahil olmuştur. Eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%23,33) ve ortalama kök sayısı (0,26 adet) ise 4. altkültürde gözlemlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, altkültür sayısı elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analiz sonucunda, istatistiksel analize göre altkültür sayısı %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.60. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

Altkültür sayısı	Kök rejenerasyon yüzdesi (%)			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	70	60	40	56,67 ±8,82 a
2. altkültür	60	50	50	53,33 ±3,33 ab
3. altkültür	40	40	30	36,67 ±3,33 bc
4. altkültür	30	20	20	23,33 ±3,33 c



Şekil 4.43. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi (%).

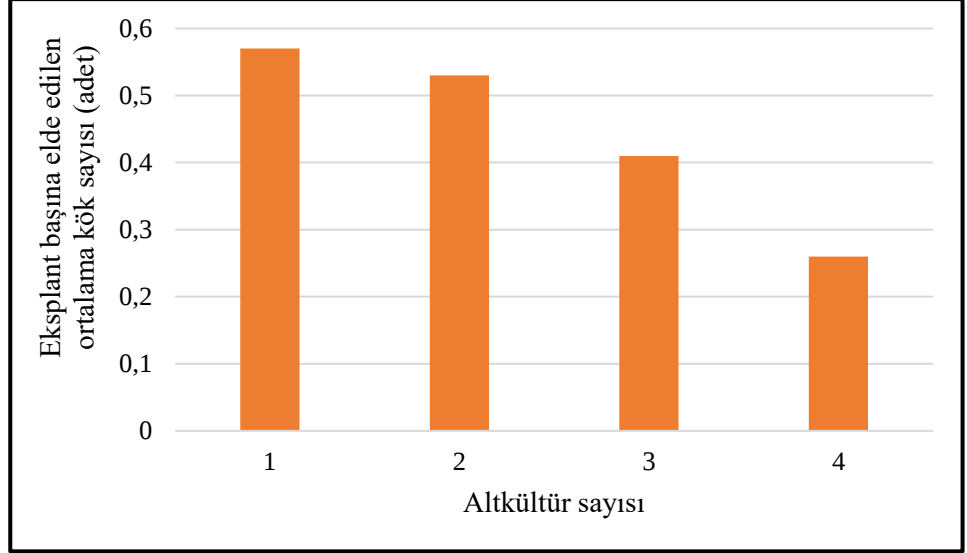
Çizelge 4.61. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

Altkültür sayısı	Eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısı (adet)			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	0,7	0,6	0,4	0,57 ±0,09 a
2. altkültür	0,6	0,5	0,5	0,53 ±0,03 a
3. altkültür	0,47	0,41	0,34	0,41 ±0,04 ab
4. altkültür	0,31	0,24	0,23	0,26 ±0,02 b

Çizelge 4.62. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök sayısı (adet) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Altkültür sayısı	3	0,17	0,05	7,10	0,01*
Hata	8	0,06	0,01		
Toplam	11	0,24			

*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.44. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama kök sayısı (adet).

4.1.5.7. Alt kültür sayısının kök uzunluğuna etkisi

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında altkültüre alınmıştır. Kültürden 4 hafta sonra altkültür sayısının ortalama kök uzunluğuna (cm) etkisi üzerine yapılan incelemeler Çizelge 4.63 ve Şekil 4.45'te verilmiştir. Ortalama kök uzunluğu ile ilgili yapılan gözlemler eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Veriler incelendiğinde; eksplant başına en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,28 cm), 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama kök uzunluğu (0,12 cm) ise 4. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu ile ilgili olarak yapılan varyans analiz sonucunda, istatistiksel analize göre altkültür sayısı %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.64).

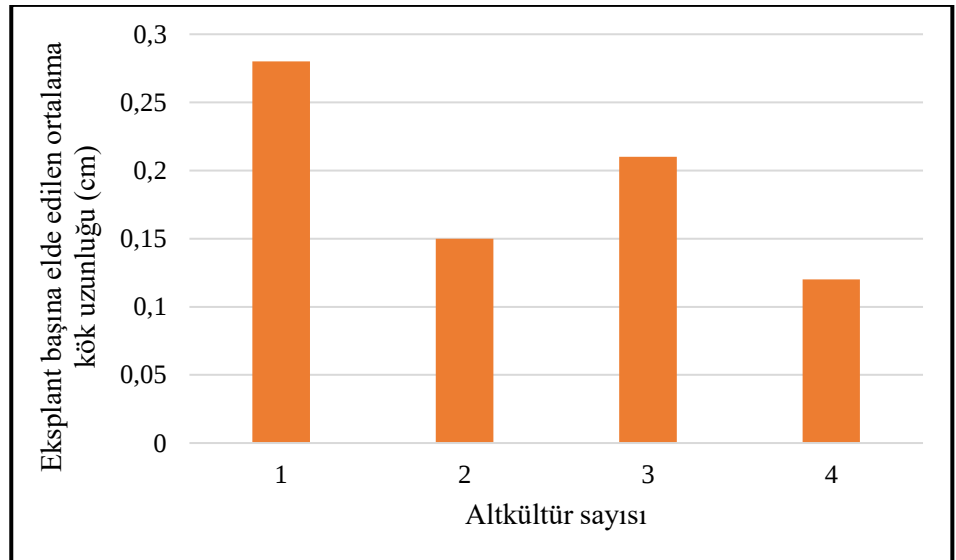
Çizelge 4.63. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

Altkültür sayısı	Eksplant başına elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm)			
	T1	T2	T3	Ort.
1. altkültür	0,27	0,33	0,26	0,28 ±0,02 a
2. altkültür	0,18	0,11	0,16	0,15 ±0,02 b
3. altkültür	0,30	0,16	0,16	0,21 ±0,05 ab
4. altkültür	0,14	0,11	0,11	0,12 ±0,01 b

Çizelge 4.64. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının DS-15 besin ortamlarında altkültüre alınması ile 4 haftalık kültür sonunda elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm) ile ilgili varyans analizi.

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri	P
Altkültür sayısı	3	0,05	0,01	6,73	0,01*
Hata	8	0,02	0,00		
Toplam	11	0,07			

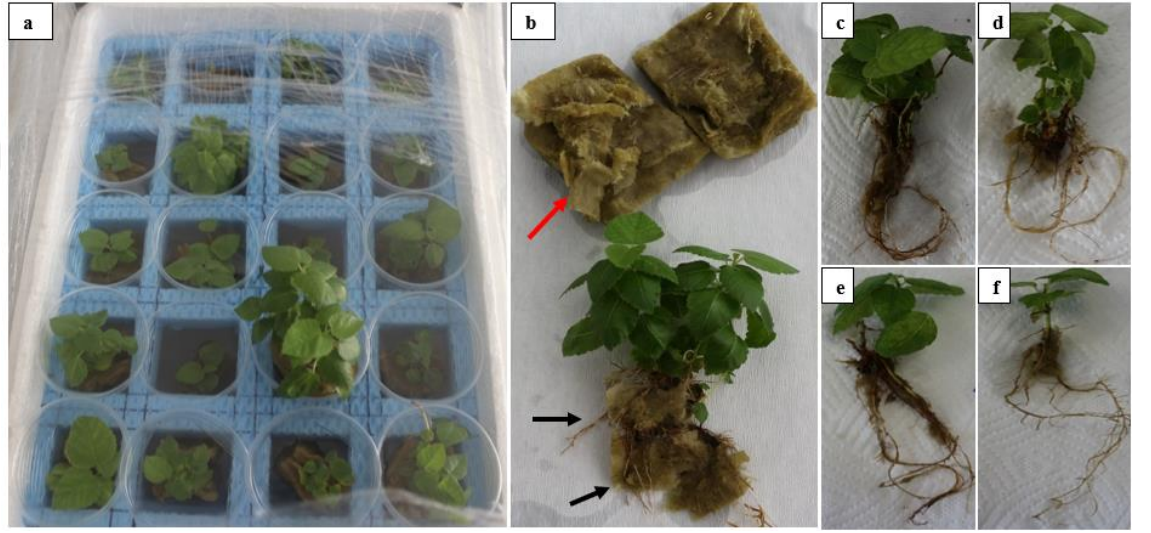
*: p<0,05 düzeyinde önemli, **: p<0,01 düzeyinde önemli



Şekil 4.45. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının altkültüre alınması sonunda elde edilen ortalama kök uzunluğu (cm).

4.1.6. Aklimatizasyon

In vitro koşullarda, 4500 lüks beyaz LED ışık altında ve DS-15 (2 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA) kodlu besin ortamından elde edilen Sarılop çeşidine ait 20 adet köklü bitkicik seçilerek 4 hafta sonra aklimatize edilmiştir. 20. günde sera üzerindeki streç tamamen çıkarılmış ve bitkiler, 10 gün boyunca tamamen açık bir şekilde laboratuvar koşullarında 4500 lüks ışık şiddetinde, 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyotta ve $24 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık koşullarında muhafaza edilmiştir. 30 günlük aklimatizasyon sürecinden sonra, sürgünlerin mini bir sera ortamındaki sağkalımları ve torf içeren saksılara aktarılmadan önceki sürgünlerin kökleri Şekil 4.46'da belirtilmiştir. 30 gün sonunda torf içeren saksılardan 14 adet sürgün başarılı bir şekilde aklimatize edilmiştir (Şekil 4.47). 3 ay sonunda aklimatize edilmiş bitkicikler Şekil 4.48'de gösterilmiştir. Aklimatizasyon başarıları %70 olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.46. 30 günlük aklimatizasyon sürecinden sonra, a) sürgünlerin mini bir sera ortamındaki sağkalımları, b) toprağa aktarılmadan önceki taş yününden (kırmızı ok ile belirtilen) arındırılan kökleri (siyah oklar ile belirtilen), c-f) taş yününden arındırılmış toprağa aktarılmaya hazır incir bitkisinin sürgünleri.



Şekil 4.47. 30 günün sonunda aklimatize edilmiş bitkiler.



Şekil 4.48. 3 ay sonunda aklimatize edilmiş bitkiler.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

İncir ağacı (*Ficus carica* L.), Moraceae familyasına ait olan, yaygın olarak tropik ve subtropikal ülkelerde yetiştirilen, ticari değeri yüksek yenilebilir meyvelere sahip *Ficus* türlerinden biridir. Ticari incir üretimi Akdeniz çevresindeki ülkelerde ya da Kaliforniya, Avustralya ve Güney Amerika gibi Akdeniz iklimine sahip olan ülkelerde gerçekleştirilmektedir (Patil and Patil, 2011).

F. carica'nın kurutulmuş meyvelerinin önemli bir vitamin, mineral, karbonhidrat, şeker, organik asit ve fenolik bileşik kaynağı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca hem yaş hem de kuru incir yüksek miktarlarda lif ve polifenol içermektedir (Mawa et al., 2013). Bu bitki; antioksidan, antimutajenik veya antikarsinojenik ve antimikrobiyal aktiviteleri gibi terapötik ve farmakolojik faydaları nedeniyle Akdeniz diyetinin en önemli bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Meyvesi, kökü ve yaprakları geleneksel tıpta mide-bağırsak (kolik, hazımsızlık, iştahsızlık ve ishal), solunum yolu (boğaz ağrısı, öksürük ve bronş rahatsızlıkları) ve kalp-damar bozuklukları gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde antiinflamatuvar ve antispazmodik ilaç olarak kullanılmaktadır (Çalışkan and Polat, 2011; Mawa et al., 2013; Radwan et al., 2020).

Kültüre alınan ilk meyve türlerinden biri olan incir, dünya çapında önemli bir tarım ürünü haline gelmiştir. İncir, tarım arazisi gibi büyük ölçekteki alanda ya da sera alanı gibi küçük üretim ölçeğinde üretilmektedir. Seradan farklı olarak, tarım arazilerinde yetiştirilen incirler; büyümelerini, gelişmelerini veya üretim verimini azaltabilecek olan güneş ışığı, toprak durumu, yağmur dağılımı, zararlıların ve patojenlerin saldırısı gibi çeşitli çevresel faktörlerden çok çabuk etkilenebildikleri için kaliteli bir üretim yöntemine gereksinim duyulmaktadır (Shamin-Shazwan et al., 2019).

İncir bitkisi geleneksel olarak tohum, çelikleme, daldırma ve aşılama ile çoğaltılabilmektedir. Tohumlardan elde edilen incirler, yeni çeşitlerin geliştirilmesi için sadece ıslah çalışmalarında kullanılmaktadır. İncirde fidanlık üretimi, temel

olarak yeni incir ağacı eldesi için çeliklerin toprağa dikilmesi yoluyla yapılmaktadır. Ancak çelikle çoğaltım, düşük köklenme yüzdeleriyle sonuçlanmakta ve bu nedenle çeliklerin yalnızca %20 ila 30'u hayatta kalmaktadır (Kumar et al., 1998; Aljane et al., 2018). Tarım arazisindeki üretiminde ise yağışlı mevsimlerde meyvelerin çürümesi, zararlı ve patojen enfeksiyonu riskinin yüksek olması, tarlalarda dikiminin yanlış yapılması ve don nedeniyle bitkinin zarar görmesi gibi birtakım zorluklarla karşılaşmaktadır (Shamin-Shazwan et al., 2019).

In vitro kültür teknikleri kullanılarak bitki çoğaltımı, yıl boyunca tek tip bitki elde edilmesini sağlaması nedeniyle geleneksel çoğaltım yöntemlerine göre bazı avantajlara sahiptir (Shatnawi et al., 2019). Bitki biyoteknolojisi alanında temel araçlardan biri olan *in vitro* doku kültürü teknikleri; laboratuvar koşullarında hücre, doku ve organ kültürünü kapsayan, bitki materyalinin yüksek çoğaltım oranlarıyla çoğaltılmasına olanak tanıyan ve dolayısıyla germplazmanın uzun süreli depolanması için yeterli bitki materyali sağlayan yöntemlerdir. Doku kültürleri, korunan bitki materyalinin *in vitro* olarak muhafaza edilebilmesi, ülkeler arasında kolayca değiş-tokuş edilebilmesi ve daha genç *F. carica* bitkiciklerinin üretilmesi gibi önemli avantajlara sahiptir. Bitkiciklerin doku kültürüyle çoğaltımı, kontrollü koşullar altında bitki büyümesi ve gelişiminin kısa sürede birçok yönünün incelenmesi için eşsiz bir fırsat sağlamaktadır (Qrunfleh et al., 2013; Soliman and Abd Alhady, 2019).

İncir bitkisinin geleneksel yöntemler ile çoğaltımında karşılaşılan tüm bu zorluklar nedeniyle, bitki doku kültürü teknikleri, bu tür problemlerin üstesinden gelmek için alternatif bir çoğaltım yöntemi sunar. Bitki doku kültüründe en sık kullanılan tekniklerden biri olan ve genetik içeriğinin korunarak üretimin sağlandığı klonal mikroçoğaltım ile ticari değeri yüksek olan Sarılop incir çeşidinin *in vitro*'da uygun besin ortamı ve bileşimini içeren elverişli kültür kapları kullanılarak, çeşitli LED ışığı denemeleri ile dar alanda, hızlı ve kitlesel olarak çoğaltımının sağlanabilmesi için bu tez çalışması ele alınmıştır.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü Bitki Hücre, Doku ve Organ Kültürü Laboratuvarı'nda mevcut *in vitro* donör stoklardan alınan Sarılop çeşidi incir bitkiciklerine ait nod eksplantları, sürgün rejenerasyonu açısından potansiyellerini değerlendirmek üzere 4 farklı hormonsuz besin ortamını (WPM, DKW, MS ve B5) içeren cam tüplerde kültüre alınmışlardır. Bu kapsamda kültüre alınan nod eksplantlarının tüm besin ortamlarında % 100 başarı oranıyla sürgün rejenerasyonları sağlanmıştır. Çalışmamızda diğer literatür bildirimlerinden farklı olarak yeni çıkan sürgünlerin nod eksplantlarının dip kısımlarından çıktığı belirlenmiştir. Literatürde, organogenez yoluyla *Vigna mungo* L. bitkisinin rejenerasyonu amacıyla 0,5 mg/L TDZ içeren MS besin ortamında çimlenen fidelerin nodlarından elde edilen aksiller sürgünlerinden alınan eksplantlar kullanılması sonucunda kotiledon nod eksplantı başına 11 aksiller sürgün elde edilmiştir. Yeni gelişen sürgün tomurcuklarının, eksplantın tabanından uzakta ortaya çıktığı ve kesiklerden üretilen kalluslarla ilişkili olduğu görülmüştür. Histolojik çalışmalar, sürgün tomurcuklarının kortikal hücrelerden farklılaştığını göstermiştir. Rejenerasyon ortamının pH'sinin ise rejenerasyon verimliliği üzerinde önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmıştır (Das et al., 1998). Yapılan bir çalışmada, *F. carica* L. 'Purple Valinhos' çeşidinin *in vitro* çoğaltılması için en uygun hormonsuz farklı güçlerdeki besin ortamı kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla, sürgün ucu eksplantları kültüre alınmıştır ve elde edilen en yüksek sürgün yüzdeleri, sırasıyla %72 ve %68 ile tam güçte WPM ve ½ MS besin ortamlarından sağlanmıştır (Palú et al., 2014). Gerçekleştirilen başka bir çalışmada, *Ficus carica* L. bitkisinin 'Poona Fig', 'Brown Turkey', 'Conadria' ve 'Deanna' olmak üzere dört incir çeşidinin aksiller sürgün ucu eksplantlarından etkin bir *in vitro* rejenerasyon prosedürünün geliştirilmesi amaçlanmıştır ve en yüksek sürgün ucu oluşum yüzdesi, 2,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L GA₃ içeren MS besin ortamında 'Deanna'da (%100), ardından 'Conadria' (%79,2) ve 'Brown Turkey'de (%76,7) gözlemlenmiştir (Dhage et al., 2015). Yapılan bir diğer çalışmada ise *Acer macrophyllum* Pursh bitkisine ait sürgün ucu eksplantları, sürgün rejenerasyonu için farklı besin ortamlarında kültüre alındıklarında, DKW bazal ortamındaki eksplantlarda ½ MS ve WPM besin ortamlarına göre %30'dan fazla büyüyen sürgün yüzdesi belirlenmiştir (Zhou and Mattsson, 2021). Çalışmamızda elde edilen sürgün rejenerasyonu yüzde değerinin diğer çalışmalarda elde edilen bulgulara göre

hormonsuz tüm ortamlardan çok daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Nod eksplantları kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilen gözlemler sonucunda, eksplant başına elde edilen en yüksek ortalama sürgün sayısı (1,23 adet) DKW besin ortamında, en düşük ortalama sürgün sayısı (1,00 adet) ise MS besin ortamında elde edilmiştir. Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarının eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısında besin ortamının etkisi incelendiğinde, DKW temelli besin ortamları etkili bulunmuştur. Bu nedenle çalışmaya DKW bazal besin ortamıyla devam edilmesine karar verilmiştir. Literatürde, *Ficus carica* L. bitkisinde DKW besin ortamının sürgün rejenerasyonu üzerine etkisi açısından yapılan yalnızca bir çalışma bulunmaktadır. *Ficus carica* L. bitkisinde gerçekleştirilen bu çalışmada, sürgün ucu ve meristem ucu eksplantlarının DKW besin ortamında kültüre alınmasıyla her üç haftada bir yapılan altkültür sonucunda 4-5 aksiller sürgün sayısına kadar çıktığı belirlenmiştir (Chiumenti et al., 2013). DKW besin ortamında gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda dip kısımlardan sürgün oluşumları elde edilirken, Chiumenti et al., 2013 ise farklı incir materyalinde aksiller nitelikte sürgünler belirlemişlerdir. Bu durumda genotiplere göre sürgün oluşum yerlerinin değişebildiği ifade edilebilir. DKW besin ortamı, ½ MS ve WPM besin ortamına göre, bazı makro iyonların daha yüksek molar seviyelerine sahip olması nedeniyle, *Acer macrophyllum* Pursh bitkisinde daha yüksek bir büyüme tepkisi gözlemlendiği belirtilmiştir (Zhou and Mattsson, 2021). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, *Acer macrophyllum* Pursh için DKW temel besin ortamı kullanımının sürgün rejenerasyonunun artmasını sağladığını belirten Zhou and Mattsson (2021) ile uyum göstermektedir.

Farklı konsantrasyonlarda çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin sürgün rejenerasyonuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültüre alınan nod eksplantlarının tüm besin ortamlarında % 100 başarı oranıyla sürgün rejenerasyonları sağlanmıştır ve yeni çıkan sürgünlerin nod eksplantlarının dip kısımlarından çıktığı belirlenmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,67 adet), 2 mg/L BAP içeren DKW besin ortamında ve eksplant başına en düşük ortalama sürgün sayısı (1,00 adet) ise 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Sarılop çeşidinde, tek başına kullanıldıklarında artan BAP ve azalan IBA konsantrasyonlarının sürgün rejenerasyonunda artışa yol

açmıştır. Bu nedenle çalışmaya 2 mg/L BAP sitokininini içeren DKW besin ortamıyla devam edilmesine karar verilmiştir. Sitokininler, doğrudan meristematik hücrelerin bölünmesinde yer alan bir sinyal molekülü olarak işlev görmesi sebebiyle sürgün çoğalması üzerinde teşvik edici etkileriyle bilinmektedir. Literatürde, *F. carica* L. ‘Violette de Solliès’ çeşidinde BAP sitokininin, çoklu sürgünlerin uyarılmasında en güçlü bitki büyüme düzenleyicisi olarak tanımlanmış ve 6,0 mg/L BAP uygulaması, eksplant başına $16,40 \pm 2,11$ sürgün değeri ile en yüksek sayıda adventif sürgünü üretmiştir. Adventif sürgün sayısının uyarılmasının, kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerinin konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğu belirlenmiş ve BAP’ın ‘Violette de Solliès’ çeşidinde hızlı ve çoklu sürgün çoğaltımının uyarımında tek başına en etkili sitokinin olduğu bulunmuştur. BAP’ın çoklu sürgünleri tetiklemedeki etkinliği, eksplantlarda apikal baskınlığı azaltma ve yanıl sürgün çoğaltımına yol açma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca BAP’ın metabolizma hızının yavaş olması nedeniyle doku kültüründe kullanılan diğer sitokininlere göre daha stabil olduğu bildirilmiştir (Ling et al., 2022). Yapılan bir çalışmada, *Ficus carica* L.’nin gövde eksplantlarının 1 mg/L BAP içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda, eksplant başına 2,57 sürgün sayısı elde edilmiştir (Patah et al., 2018). Gerçekleştirilen diğer bir araştırmada ise *F. carica* L. Japon ‘BTM 6’ incir çeşidinde aksiller sürgün ucu eksplantlarının 2 mg/L BAP içeren MS ortamında kültüre alınması sonucunda, eksplant başına en yüksek sürgün sayısı 1,67 olarak belirlenmiştir (Ling et al., 2018). Gerçekleştirmiş olduğumuz tez çalışması bu çalışmalardaki sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının sürgün rejenerasyonuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Kültüre alınan nod eksplantlarının tüm besin ortamlarında % 100 başarı oranıyla sürgün rejenerasyonları sağlanmıştır ve yeni çıkan sürgünlerin nod eksplantlarının dip kısımlarından çıktığı belirlenmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (3,2 adet) 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA’nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında (DS-15) ulaşılmıştır. Bu nedenle çalışmanın sonraki aşamalarında 2 mg/L BAP ve 0,5 IBA kombinasyonunu içeren DKW besin ortamıyla devam edilmesine karar verilmiştir. Besin ortamına düşük

konsantrasyonlara sahip sitokininlerin veya oksin ile kombinasyonlarının eklenmesi, incir sürgünlerinin indüksiyonunu teşvik etmediği düşünülmektedir. Ekzojen bir hormon olan BAP'ın mikroçoğaltım aşamasındaki rolü, sürgün büyümesine yol açarak su ve besin maddelerinin dönüşümünü kolaylaştıracak olan sürgün ksilem dokusunun oluşumunu indüklemektir. Literatürde, *F. carica* 'Celeste' çeşidinde en yüksek sürgün sayısı 2 mg/L BAP ve 0,2 mg/L IBA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında 5,83 sürgün sayısı olarak bulunmuştur. Bu hormon kombinasyonunun, bitkilerde bulunan doğal hormonlarla sinerji oluşturması sebebiyle bitki dokularının çoğalma ve sürgün büyümesini artırma kabiliyetini teşvik ettiği düşünülmüştür. Ayrıca sürgün oluşumunun uyarılmasının, ekzojen olarak verilen sitokininlerin eksplantlar tarafından emilmesi daha sonra ksilem yoluyla aksiller sürgünlere akmasıyla birlikte aksiller sürgünlerdeki sitokinin içeriğinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Pratiwi et al., 2021). Gerçekleştirilen bir çalışmada, *F. carica* L. 'Salti Kodari' incir çeşidinde sürgün ucu eksplantlarının 0,4 mg/L BAP ve 0,2 mg/L IBA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda, eksplant başına elde edilen sürgün sayısı 4,2 olarak saptanmıştır. Çalışmada, IBA içeren veya içermeyen MS besin ortamına kinetin eklenmesi de test edilmiştir ve maksimum sürgün sayısı eksplant başına 1,2 sürgün olarak belirlenmiştir. Sürgün çoğaltımındaki artışın sebebinin, sürgün oluşumunu indükleme yeteneğine yol açan BAP ve IBA arasındaki etkileşimden kaynaklandığı belirtilmiştir (Shatnawi et al., 2019). Yapılan bir diğer çalışmada, *F. carica* L. 'Golden Orphan' çeşidinin mikroçoğaltımında 0,8 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınan nodal tomurcuk eksplantlarından, en yüksek sürgün indüksiyonu yüzdesine (%90,00) ulaşılmıştır (Sriskanda et al., 2021). *F. carica* L. 'Gular' incir çeşidinde apikal tomurcuk eksplantlarının 2 mg/L BAP ve 0,2 mg/L NAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda, eksplant başına 4,8 adet sürgün sayısı elde edilmiştir (Kumar et al., 1998). Tez çalışmamızda elde edilen veriler, bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Farklı kültür kabı tiplerinin ve LED ışık koşullarının sürgün rejenerasyonuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal

besin ortamında (DS-15) kültüre alınmışlardır. Kültüre alınan nod eksplantlarının tüm besin ortamlarında % 100 başarı oranıyla sürgün rejenerasyonları sağlanmıştır ve yeni çıkan sürgünlerin nod eksplantlarının dip kısımlarından çıktığı belirlenmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,33 adet) 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 4500 lüks beyaz ışık-LED koşulundaki interaksiyonunda, DS-15 besin ortamında elde edilmiştir. Işık koşulunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısına etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. LED'ler, *in vitro*'daki kültürlerle doğru hedeflenmiş bir foton akışı sunmaktadır. Böylece bitkilerde klorofil tarafından kontrol edilen fotokimyasal faaliyetler, LED'lerin kullanımından olumlu yönde etkilenmektedir. Literatürde, *F. carica* L. 'Black Jack' çeşidinin *in vitro*'da kültüre alınan apikal tomurcuk eksplantlarının farklı LED spektrumları altındaki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 20 µM BAP ve 8 µM IAA kombinasyonlarını içeren WPM besin ortamında büyütülen beyaz LED ışık altındaki kültür koşullarından elde edilen ortalama sürgün sayısı, eksplant başına 1,47 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, 1:1 oranında kullanılan kırmızı-mavi LED'in çoklu sürgün uyarımı için en iyi LED olduğu bildirilmiştir. Bu uygulama altında en yüksek 1,80 çoklu sürgün sayısına ulaşılmıştır (Parab et al., 2021). Tez çalışmamızda, Parab et al. (2021)'in gerçekleştirmiş olduğu çalışmadan daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Kültür kabı tipinin ve özellikle kullanılan kapama tipinin bitkiciklerin fizyolojisi ve gelişimi üzerinde önemli etkilere neden olabileceği gözlenmiştir (Buddendorf-Joosten and Woltering, 1994). Gerçekleştirilen başka bir çalışmada, *in vitro*'da *Musa spp.* 'Grande naine' muz çeşidinin sürgün ucu eksplantlarının mikroçoğaltımı için iki tip aydınlatma (LED ve floresan ışık) sistemi ile iki tip geçici daldırma sisteminin (5-L cam kültür kabı-Tip1, 40-L polikarbonat plastik kültür kabı- Tip2), 8,6 µM BAP ve 0,98 µM IBA kombinasyonunu içeren yarı-katı MS besin ortamı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tip1 (cam) kültür kabında, beyaz LED'lerin uygulanması ile 7,1 adet sürgün elde edilirken, beyaz ışıklı floresan uygulamasında 4,2 adet sürgün elde edilmiştir. Cam kültür kabının tepesinden gelen beyaz LED ışığının homojen dağılımı, beyaz floresan ışığa göre muz sürgünleri için daha yüksek bir çoğaltım oranıyla sonuçlanmıştır. Ayrıca polikarbonat kültür kabından geçen dalga boyu aralığı, cam şişeden geçen dalga boyuna kıyasla %10 daha düşük seviyede bir geçirgenlik göstermektedir. Bu nedenle, kültür koşulu olarak polikarbonat plastik kabının seçilmesi, muz sürgün oluşumu üzerinde olumsuz bir etki oluşturduğu

düşünülmüştür (Wilken et al., 2014). *Ficus carica* L. bitkisinde kültür kabı ve LED ışık koşulu interaksiyonunun sürgün rejenerasyonu üzerine etkisi için yapılan herhangi bir çalışma bulunmamasına rağmen, farklı bitki türlerinde çeşitli LED ışık koşulu ve kültür kabı tiplerinin kullanımının sürgün rejenerasyonu üzerine etkisi çalışmamızdaki verilerle benzerlik göstermiştir.

Altkültür sayısının çoğaltım katsayısına etkisini değerlendirmek amacıyla, sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında 4 kez altkültüre alınmıştır. Çoğaltım katsayısı ile ilgili yapılan gözlemler kültürden 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Kültüre alınan nod eksplantlarının tüm besin ortamlarında % 100 başarı oranıyla sürgün rejenerasyonları sağlanmıştır ve yeni çıkan sürgünlerin nod eksplantlarının dip kısımlarından çıktığı belirlenmiştir. En yüksek çoğaltım katsayısı (3,27), 3. altkültürde elde edilmiştir. 4. altkültürde çoğaltım katsayısı tekrar azalma gözlemlenmiştir. Tekrarlanan altkültürler, birçok odunsu bitki türünün mikroçoğaltımında daha stabil ve homojen kültürün eldesini mümkün kılmaktadır. Bitki büyüme düzenleyicilerinin bu tip stabil sürgün çoğaltım ortamlarına ilavesi, daha önceki altkültürlere göre daha yüksek sürgün çoğaltım katsayılarıyla sonuçlanabilmektedir (Zhou and Mattsson, 2021). Literatürde, *F. carica* L. ‘Sarılop Clone 37’ incir çeşidinde sürgün ucu eksplantlarının 1,0 mg/L IBA, 1,0 mg/L GA₃ ve 5,0 mg/L BA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda, en yüksek çoğaltım katsayısı eksplant başına 2,69 sürgün olarak elde edilmiştir (Hepaksoy and Aksoy, 2006). Çalışmada, bitki büyüme düzenleyicilerinin konsantrasyonları ve bunlar arasındaki dengenin sağlanması eksplantların hayatta kalma, büyüme ve çoğaltım katsayısı üzerinde önemli bir etki oluşturduğu belirtilmiştir. Bu konsantrasyonun azaltılması durumunda, eksplantların büyümesinin olumsuz etkilendiği böylece çoğaltım katsayısının azaldığı gözlenmiştir. Tez çalışmamızda, Hepaksoy and Aksoy (2006)’nın gerçekleştirmiş olduğu çalışmadan daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. *F. carica* L. bitkisinin ‘Sultany’, ‘Aboodi’ ve ‘White Adcy’ çeşitlerinin *in vitro* mikroçoğaltımında farklı büyüme düzenleyicilerinin altkültür sayısına etkisi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, bu çeşitlerin sürgün eksplantları 2,5 mg/L BAP ve 0,1 mg/L IAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında 3 kez altkültüre

alınmıştır. Altkültür sayısı büyüme parametresi üzerinde önemli bir etki oluşturmuştur ve altkültür sayısı arttıkça sürgün çoğaltım sayısı artmıştır. Diğer altkültürlerle karşılaştırıldığında maksimum çoğaltım (15,03) oranı ‘Sultany’ çeşidinden 3. altkültürde elde edilmiştir. Çalışmada, BAP’ın sürgün çoğaltılmasında diğer bitki büyüme düzenleyicilerine kıyasla önemli ölçüde etkili olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, çoğaltım katsayısındaki bu değişimin sebebinin test edilen tüm bitki büyüme düzenleyicilerinin tekrarlanan altkültürlerde ayrı ayrı kullanılmaları ile açıklanmıştır. Sürgün çoğaltım katsayısının artırılması için daha fazla test edilmiş büyüme düzenleyicisinin birikimine ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir (Mustafa and Taha, 2012). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, Mustafa and Taha (2012) ile uyumludur.

Farklı besin ortamlarının sürgün uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları hormon içermeyen 4 farklı besin ortamında (WPM, DKW, MS ve B5) kültüre alınmışlardır. Eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilen gözlemler sonucunda, eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,60 cm) WPM besin ortamında, en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,21 cm) B5 besin ortamında elde edilmiştir. Literatürde, *F. carica* L. ‘Roxo de Valinhos’ çeşidinin nodal eksplantlarından, eksplant başına en yüksek sürgün uzunluğu (2,62 cm) 0,5 mg/L BA içeren WPM besin ortamında sağlanmıştır (Fráguas et al., 2004b). *F. carica* L. ‘Sultany’ ve ‘Aboudi’ çeşitlerinin *in vitro* çoğaltılması için farklı MS tuz güçlerinde ($\frac{1}{4}$ MS, $\frac{1}{2}$ MS, MS ve 2MS) kültüre alınmıştır, 2MS gücündeki besin ortamının sürgün uzunluğunu açıkça arttırdığı bulunmuştur (Mustafa et al., 2013). Gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise yabani kayısı bitkisi 6 farklı besin ortamında kültüre alınmıştır. En uzun sürgünler (10,2 cm), WPM besin ortamında elde edilmiştir. WPM’deki azot kaynağı $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ olduğundan, Ca^{+2} miktarı da azot seviyesine bağlıdır. Çalışmada iyi bir büyüme için gereken $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ’ün, WPM besin ortamında 1,75 katı olarak mevcut olduğunu ve bunun besin ortamındaki Ca^{+2} ’yı da artıracakını göstermiştir. Ayrıca, sürgün uzunluğunu etkileyen tek önemli faktör K_2SO_4 olmuştur ve sürgün uzunluğunun K_2SO_4 miktarından etkilendiği belirtilmiştir. (Kovalchuk et al., 2017). Tez çalışmamızda elde edilen veriler, Fráguas et al. (2004b) ile benzerlik göstermektedir.

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları farklı konsantrasyonlarda çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin sürgün uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,48 cm), 2 mg/L KIN içeren DKW besin ortamında, eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (0,84 cm) ise 1 ve 2 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında sağlanmıştır. Sarılop çeşidinde, tek başına kullanıldıklarında artan KIN konsantrasyonları sürgün uzunluğunda artışa yol açmıştır. Gerçekleştirilen bir çalışmada, *F. carica* L. ‘Sultani’, ‘Aboudi’, ‘Conadria’ çeşitlerinin sürgün ucu eksplantlarının mikroçoğaltımı amacıyla 1,0 mg/L kinetin ve 1,0 mg/L BAP kombinasyonunun uygulanmasıyla en uzun sürgünler ‘Aboudi’ çeşidinde (3,8 cm) ve ardından Sultani çeşidinde (3,5 cm) bulunmuştur. Test edilen üç incir çeşidinde, kinetin sitokininin uygulamalarıyla en iyi sürgün uzunluğuna sahip bitkicik eldesi sağlanmıştır. Ayrıca BAP, sürgün sayısının artışında kinetine göre daha fazla indükleyici etki göstermiştir (Ahmed-Amen et al., 2014). Yapılan başka bir araştırmada, ‘Brown Turkey’ incir çeşidinin mikroçoğaltılması için uzunlamasına kesilen ve kesilmeyen iki tip nodal eksplantın WPM besin ortamında kültüre alınması sonucunda, 0,3 μ M kinetin varlığında 0,3 μ M BA varlığına göre daha uzun sürgünler elde edilmiştir. Çalışmada gövde eksplantlarının, tomurcuğun karşısındaki tarafından uzunlamasına yarıya (15,5 mm) kesilmesi ve besin ortamına yatay olarak yerleştirilmesiyle birlikte yeniden bir kesim yapılmadan daha uzun sürgünler elde edilebilmiştir. Sürgün uzamasının sebebinin uzunlamasına kesilmiş nod eksplantlarının, kesilmeyen eksplantlara göre besin ortamında bulunan maddeleri ve bitki büyüme düzenleyicilerini daha iyi emebileceğinden kaynaklandığı düşünülmüştür (Volo et al., 2017). Etilen bitki doku ve organlarının boyutunun belirlenmesi de dahil olmak üzere çeşitli morfojenik süreçlerin endojen bir düzenleyicisi olarak hareket etmektedir ve inhibisyon genellikle etilen ve/veya peroksidadların etkisiyle de ilişkilidir. Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise *Lagenaria siceraria* bitkisinin kotiledon eksplantlarından, sürgün organogenezi için BA ve kinetin bitki büyüme düzenleyicilerinin sinerjistik etkileşimlerinin etilen inhibitörü olarak etki ettiği gösterilmiştir. Tüm uygulamalar arasında, 2 mg/L kinetin içeren MS besin ortamında optimal sürgün uzaması (3,70 cm) elde edilmiştir. Sonuçlar, BA sitokininin etilen üretimini teşvik ettiği, kinetin ile BA’nın sinerjistik etkileşiminin ise etilen üretimini azalttığı, böylece *Lagenaria siceraria*’nın kotiledon eksplantlarından yüksek oranda sürgün rejenerasyonunu

teşvik ettiği anlaşılmıştır. Çalışmada, bitkilerde sürgün gelişimi ve uzaması üzerinde olumsuz bir etki oluşturan etilen üretiminin düzenlenmesinde ve sürgün rejenerasyonunun artırılmasına yönelik yapılan hormonal etkileşimlerde, besin ortamında kinetin sitokininin bulunmasının bitki uzunluğuna fizyolojik açıdan olumlu yönde etki ettiği belirtilmiştir (Saha et al., 2007). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, *Lagenaria siceraria* için kinetin kullanımının sürgün uzunluğunu artırdığını belirten Saha et al. (2007) ile uyumludur.

Farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının sürgün uzunluğuna olan etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,43 cm), 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında, eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,01 cm) ise 2 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında ulaşılmıştır. Literatürde, *F. carica* L. 'Sarılop Clone 37, 50 ve 82' incir çeşitlerinin sürgün ucu eksplantlarının 1,0 mg/L GA₃ ile IBA ve 5,0 mg/L BA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda, 'Clone 37' diğer iki Sarılop klonlarına kıyasla en uzun sürgünleri (44 mm) vermiştir (Hepaksoy and Aksoy, 2006). *Ficus carica* L. 'Masui Dauphine' çeşidinde sürgün tomurcuk eksplantlarında en yüksek sürgün uzunluğu (2,23 ± 0,38 cm), 0,5 mg/L BAP ve 0,2 mg/L NAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda elde edilmiştir (Moniruzzaman et al., 2015). Gerçekleştirilen bir çalışmada, *Citrus macrophylla* Wester bitkisinin nodal eksplantlarının *in vitro* mikroçoğaltımı için farklı fitohormonların etkileri incelenmiş ve en uzun sürgünlere (20-25 mm), 1 mg/L kinetin ile 2 mg/L BA'nın kombinasyonunu içeren MS besin ortamında ulaşılmıştır. Çalışmada, BA ve kinetin kombinasyon halinde besin ortamında kullanılmasının hem sürgün rejenerasyonu hem de sürgün uzaması üzerinde önemli bir artış sağladığı belirtilmiştir (Tallón et al., 2011). Yapılan başka bir çalışmada ise *Cryptolepis sanguinolenta*'nın mikroçoğaltımı için 0,1 mg/L IBA ile kombinasyon halinde 3 mg/L BA içeren MS besin ortamında kültüre alınan nodal eksplantlarından en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,28 cm) elde edilmiştir. Ayrıca, nodal ekplantların, düşük BA konsantrasyonlarında (0,5 ve 1,0 mg/L) ve

0,1 mg/L IBA ile kombinasyonlarında kültüre alınması sonucunda kaydedilen ortalama sürgün uzunlukları önemli ölçüde daha yüksek olmuştur. Kaydedilen yüksek sürgün uzunluğunun sebebinin, besin ortamında sürgün uzamasına neden olabilecek endojen oksinlerin varlığından kaynaklandığı belirtilmiştir (Monney et al., 2016). Tez çalışmamızda elde edilen veriler, bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Farklı kültür kabı tiplerinin ve LED ışık koşullarının sürgün uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında (DS-15) kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,57 cm), 55 mL'lik cam tüp kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda, eksplant başına en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,03 cm) ise 170 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonda DS-15 besin ortamında elde edilmiştir. Işık koşulunun eksplant başına elde edilen ortalama sürgün uzunluğuna etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. *In vitro*'da kültüre alınan bitkiciklerin çeşitli ışık spektrumları altındaki morfolojik özellikleri hem ışık kalitesine hem de bitki türlerine bağlı olarak değişmektedir. Literatürde, Rosaceae familyasının bir üyesi olan Cameron Highlands beyaz çileğinde (*Fragaria x Ananassa*), çeşitli LED ışık spektrumlarının etkisinin incelemesi için bir mikroçoğaltım prosedürü geliştirmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Aken eksplantlarının çimlendirilmesiyle elde edilen sürgün ucu eksplantlarının, 4 µM BAP ve 8 µM TDZ kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kırmızı-mavi [kırmızı (29,30 µmol/s), mavi LED (15,70 µmol/s), kırmızı+mavi (44,80 µmol/s)] LED ışık spektrumu altında kültüre alınmasıyla en yüksek sürgün uzamasına (0,91 ± 0,08 cm) ulaşılmıştır. Sonuçlar, *in vitro* olarak yetiştirilen beyaz çilek fidelerinin morfolojik özellikleri üzerinde ışığın önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ve kırmızı-mavi LED ışık altında yetiştirilen beyaz çilek fidelerinde daha uzun sürgünlerin oluştuğu belirtilmiştir (Pang et al., 2023). Bitkiler, UV'den (280–400 nm) uzak kırmızıya (700–800 nm) kadar olan ışığın dalga boylarına karşı duyarlıdır. Bitkilerin ışığa karşı verdikleri tepkiler, ışığın belirli dalga boylarına duyarlı pigmentlerinin ve fotoreseptörlerinin (fitokromlar) aktivasyonu ile başlamaktadır. Mavi (420–450 nm) ve kırmızı (600–

700 nm) ışığın dalga boyları, bitki büyümesi için en etkili ışık spektrumu bölgeleridir. Bu dalga boylarındaki ışıklar, bitkilerde fotosentetik süreci başlatan klorofil a ve b pigmentleri tarafından absorplanmaktadır, ayrıca kırmızı ve mavi ışık, bitkideki diğer fotoreseptörleri de etkinleştirebilmektedir (Nadalini et al., 2017). Gerçekleştirilen bir çalışmada, *F. carica* L. 'Black Jack' çeşidinin apikal tomurcuk eksplantlarının 20 µM BAP ve 8 µM IAA kombinasyonlarını içeren WPM besin ortamında kültüre alınmasıyla elde edilen ortalama en yüksek sürgün uzunluğuna (1,20 cm), kırmızı-mavi LED ışık (660 nm + 440 nm) (1:1) altındaki kültür koşullarında ulaşılmıştır. Morfolojik olarak kırmızı ve mavi LED ışığı altında yetiştirilen kültürlerden, mavi ve beyaz LED ışık altında yetiştirilen kültürlerle kıyasla daha sağlıklı bitkiler elde edilmiştir (Parab et al., 2021). Çünkü, kırmızı ve mavi LED ışığın spektral enerji dağılımı, bitkide bulunan klorofillerin gelen ışığı absorpsiyonlaması ile bu ışık altında kültüre alınan bitkiler net fotosentez oranlarını artırmaktadır ve genel olarak bitki büyümesini, gelişimini ve uzamasını olumlu yönde etkilediği kabul edilmektedir (Kim et al., 2004). Bitkilerdeki morfojenik tepki, genotip ve eksplant tipine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yapılan bir diğer çalışmada ise pamukta (*Gossypium hirsutum* L. ve *Gossypium arboreum* L.) kotiledon nod eksplantlarının, genotiplerin ve kültür kaplarının mikroçoğaltımı üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla, altı farklı pamuk genotipinin 250 mL'lik cam konik şişe kültür kapları ile 20 mL'lik cam tüpler kullanılarak yedi farklı besin ortamında kültüre alınması sonucunda, en yüksek sürgün uzunluğu (6-8 cm), 4,4 mM BA ve 1,1 mM NAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında cam konik şişede elde edilmiştir. Genotipten bağımsız olarak, konik şişelerde büyüyen eksplantların çoklu ve daha uzun sürgünler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu iki kültür kabındaki farklılıkların sebebinin daha büyük hacimdeki kültür kabında kültüre alınan eksplantlardan besin ortamının hacim ve miktarının fazla olması ile sürgün büyümesi ve uzaması üzerinde olumlu etkisinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Hazra et al., 2000). *Ficus carica* L. bitkisinde kültür kabı ve LED ışık koşulu interaksiyonunun sürgün uzunluğuna üzerine etkisi için yapılan herhangi bir çalışma bulunmamasına rağmen, farklı bitki türlerinde çeşitli LED ışık koşulu ve kültür kabı tiplerinin kullanımının sürgün uzunluğu üzerine etkisi çalışmamızdaki verilerle benzerlik göstermiştir.

Altkültür sayısının sürgün uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında 4 kez altkültüre alınmıştır. Sürgün uzunluğu ile ilgili yapılan gözlemler kültürden 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,62 cm), 1. altkültürde, en düşük ortalama sürgün uzunluğu (1,17 cm) ise 2. altkültürde gözlemlenmiştir. Tekrarlanan altkültürlerin sürgün uzunluğunda azalmaya neden olduğu anlaşılmıştır. Gerçekleştirilen bir araştırmada, *F. carica* L. bitkisinin üç çeşidinin *in vitro* mikroçoğaltımı için bu çeşitlerin sürgün eksplantları 2,5 mg/L BAP ve 0,1 mg/L IAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında 3 kez altkültüre alınmıştır. Test edilen incir çeşitlerinde, ‘Aboudi’ çeşidinde maksimum sürgün uzunluğu 3,53 cm olarak 2iP, Kinetin ve ADS’nin varlığında 1. altkültürde sağlanmıştır. Çalışmada altkültür sayısı sürgün uzaması üzerinde önemli bir etki oluşturmuştur ve altkültür sayısı arttıkça sürgün uzunluğu azalmıştır. Bunun nedeni, sürgün uzaması için uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerinin optimum konsantrasyonlardan daha fazla birikmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmüştür (Mustafa and Taha, 2012). Yapılan diğer bir çalışmada, *F. carica* L. ‘Gular’ çeşidinin apikal tomurcuk eksplantlarının 2 mg/L BAP ve 0,2 mg/L NAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında 4 kez kültüre alınması sonucunda, eksplant başına elde edilen en yüksek sürgün uzunluğu 5,7 cm olmuştur (Kumar et al., 1998). Gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise kiraz (Gisela 5 ve Gisela 6), erik (Fereley Jaspi) ve armut (Pyrodwarf) bitkilerinin *in vitro* aksiller ve lateral sürgün eksplantları, 1 mg/L BA, 0,1 mg/L GA₃ ve IBA içeren MS besin ortamında 10 kez altkültüre alınmıştır. Gisela 5 için en uzun aksiller sürgün (1,07 cm), 6. altkültürde ve lateral sürgün (0,65 cm), 8. altkültürde; Gisela 6 için en uzun aksiller sürgün (1,11 cm), 8. altkültürde ve lateral sürgün (0,83 cm), 6. altkültürde elde edilmiştir. Fereley Jaspi için en uzun aksiller sürgün (1,15 cm), 5. altkültürde ve lateral sürgün (0,71 cm), 7. altkültürde ulaşılmıştır. Pyrodwarf için en uzun aksiller sürgün (1,81 cm), 7. altkültürde ve lateral sürgün (0,85 cm), 5. altkültürde sağlanmıştır. Sürgünlerin uzunluğu açısından altkültüre almanın sürgünlerin kalitesini etkilediği anlaşılmıştır ve en uzun sürgünlere beşinci altkültürden itibaren ulaşılmıştır. Ancak sonraki altkültürlerde sürgün uzunlukları kademeli olarak tekrar düşüşe geçmiştir. Bu düşüşün sebebi, eklenen hormonların kalıntı etkilerinden kaynaklanabileceği

belirtilmiştir (Vujović et al., 2012). Gerçekleştirmiş olduğumuz tez çalışması bu sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Farklı besin ortamlarının nod sayısına etkisini değerlendirmek amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları hormon içermeyen 4 farklı besin ortamında (WPM, DKW, MS ve B5) kültüre alınmışlardır. Eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilen gözlemler sonucunda, eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (1,62 adet), DKW besin ortamında, eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,17 adet) ise B5 besin ortamında belirlenmiştir. Gerçekleştirilen bir çalışmada, *Azadirachta indica* bitkisinde klonal mikroçoğaltım amacıyla, aksiller tomurcuklu nod eksplantlarından elde edilen sürgün başına nod sayısı 0,22 μ M BA içeren MS'e ($3,5 \pm 0,25$ adet) kıyasla DKW ($6,6 \pm 0,4$ adet) besin ortamında daha yüksek orana ulaşılmıştır (Quraishi et al., 2004). Çeşitli *Prunus* çeşitlerinin ve anaçlarının ihtiyaç duyduğu besin ortamı bileşimleri aynı değildir. Bu nedenle, *in vitro* sürgün morfogenezinin başarısı için en uygun ortamın seçilmesi çok önemlidir, çünkü besin ortamı bileşenleri (makro ve mikro elementler, vitaminler vb.), bitki türlerinin morfogenezine olan tepkisine katkıda bulunabilmektedir. Yapılan bir diğer çalışmada, şeftali bitkisinin GF677 anacının mikroçoğaltımı amacıyla, çeşitli besin ortamlarının (MS, WPM, DKW) denemeleri sonucunda eksplant başına en yüksek nod sayısı (21,2 adet), 1 mg/L BA içeren MS besin ortamında elde edilmiştir. Çalışmada, MS ve WPM besin ortamları arasında çoğaltım oranı (%) ve sürgün uzunluğu açısından önemli bir fark olmamasına rağmen, MS besin ortamının şeftali bitkisinin GF677 anacının sürgün çoğaltımına ve nod sayısına etkisi açısından, WPM ve DKW besin ortamlarına göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu besin ortamları arasındaki farklar dikkate alındığında, DKW besin ortamının MS besin ortamından %8 daha yüksek toplam iyon konsantrasyonuna sahip olması nedeniyle bu yüksek iyon konsantrasyon seviyesinin *in vitro*'da kültüre alınan odunsu bitki türlerinin büyümesini engelleyebileceği düşünülmüştür (Borkheyli et al., 2021). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, *F. carica* L.'nin üç farklı çeşidinin mikroçoğaltımının sağlanması amacıyla farklı besin ortamlarında kullanılarak sürgün ucu eksplantlarının kültüre alınması sonucu, sürgün başına en yüksek nod sayısı MS besin ortamında (3,5 adet) elde edilmiş ve ardından bu ortamı en yüksek nod sayısı 2,8 adet ile WPM besin ortamı izlemiştir (Ahmed-Amen et al., 2014). *Ficus* cinsinde DKW besin ortamının

nod sayısına etkisi üzerine yapılan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, DKW besin ortamının nod sayısına etkisi üzerine yapılan çalışmalar farklı bitki türlerinde ve genotiplerinde gerçekleştirilmesi sebebiyle tez çalışmamız bu çalışmalarla benzerlik göstermemektedir.

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları farklı konsantrasyonlarda çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin nod sayısına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,56 adet), 2 mg/L KIN içeren DKW besin ortamında, eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,37 adet) ise 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Sarılop çeşidinde, tek başına kullanıldıklarında artan KIN konsantrasyonları nod sayısında artışa yol açmıştır. Literatürde, *F. carica* L.'nin üç farklı ('Sultani', 'Aboudi', 'Conadria') çeşidinin sürgün ucu eksplantlarından mikroçoğaltımının sağlanması amacıyla farklı bitki büyüme düzenleyicileri ve besin ortamları kullanılarak sürgün başına elde edilen en yüksek nod sayısına (4,0 adet) 'Conadria' çeşidinde 1,0 mg/L kinetin içeren MS besin ortamında kültüre alındıklarında ulaşılmıştır. Elde edilen sürgün başına nod sayısı 2,7 adet ile kinetin uygulamasında, BAP uygulamasından elde edilen nod sayısına (2,4 adet) göre istatistiki olarak daha anlamlı sonuç vermiştir. Ayrıca 'Sultani' ve 'Conadria' çeşitlerinde nod sayısı (4,0 adet), besin ortamı çeşidine bağlı olmaksızın 'Aboudi' çeşidine göre daha yüksek nod sayısına ulaşılmıştır. Çeşitler arasında elde edilen nod sayısı farkları istatistiki olarak anlamlı değildir. Kinetin uygulamalarıyla üç incir çeşidinde, en iyi nod sayısına sahip bitkicik eldesi sağlanmıştır. Ayrıca BAP, nod sayısının artışında kinetisle kıyaslandığında daha düşük nod sayısı sağlayabilmiştir (Ahmed-Amen et al., 2014). Yapılan bir çalışmada, *F. carica* L. 'Brown Turkey' çeşidinin mikroçoğaltılması amacıyla iki tip nodal eksplantının farklı konsantrasyonlardaki kinetin kullanılarak kültüre alınması sonucunda, eksplant başına en yüksek nod sayısı (3,9 adet) 0,3 µM kinetin içeren WPM besin ortamında elde edilmiştir. Buna karşılık farklı konsantrasyonlarda BA sitokinini kullanılarak kültüre alınan eksplantlardan elde edilen maksimum nod sayısı ise yalnızca 2,9 adet olmuştur (Volo et al., 2017). Gerçekleştirilen bir diğer araştırmada, Şebboy (*Matthiola incana*) bitkisinin nodal eksplantlarının mikroçoğaltımı amacıyla, farklı konsantrasyonlardaki kinetin etkileri incelenmiştir ve en fazla nod

sayısı (4,64 adet) 2 mg/L kinetin varlığında MS besin ortamında elde edilmiştir. Sonuçlar kinetin sürgün uzunluğu ve nod sayısı üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu göstermiştir (Hesar et al., 2011). Yapılan bir başka çalışmada ise Kroton bitkisinin (*Codiaeum variegatum* L.) *in vitro* çoğaltımı üzerinde BA ve kinetin sitokininlerinin etkilerinin incelenmesi sonucunda en yüksek nod sayısına (7,40 adet), nodal eksplantların 3 mg/L kinetin içeren WPM besin ortamında kültüre alınmasıyla ulaşılmıştır. Çoğaltım aşamasında, BA ile kıyaslandığında 2 mg/L kinetin kullanımı yalnızca sürgün çoğaltımını değil, aynı zamanda sürgün uzamasını ve nod sayısını da artırmıştır. Bunun sebebinin kinetin BA ile kıyaslandığında daha etkin oluşuna, metabolizmalarında, aktif formlarında veya birincil etki mekanizmalarındaki varyasyonlardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Alternatif olarak eksplantların her iki sitokinine tepkileri çeşitli yönlerden dolayı farklıdır. Ayrıca bu varyasyon, bitki büyüme düzenleyicilerinin endojen seviyesine bağlı olarak bitki hücresinin duyarlılık derecesi sebebiyle de oluşabilmektedir (El-Gedawey et al., 2021). Gerçekleştirmiş olduğumuz tez çalışması bu sonuçlarla uyum göstermektedir.

Farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının nod sayısına olan etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,53 adet), 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında, eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (2,33 adet) ise 1 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında ulaşılmıştır. Yarı-sert bir ağaç olan *Cryptolepis sanguinolenta*'nın mikroçoğaltımı için gövde ekplantları, 0,1 mg/L IBA ile kombinasyon halinde 3 mg/L BA içeren MS besin ortamında kültüre alındıklarında eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,5 adet) kaydedilmiştir. Çalışmada, genel olarak BA ve IBA kombinasyonlarının *Cryptolepis sanguinolenta*'nın sürgün rejenerasyonunda ve nodal segmentlerinin çoğaltımında BA ve NAA kombinasyonlarına göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Çünkü BA ve NAA'nın kombinasyonunu içeren besin ortamı, aksiller sürgünlerin dormansi durumunun kırılmasında yetersiz kalmıştır, aynı zamanda sürgün uzaması gecikmiştir ve bol miktarda kallus oluşumu saptanmıştır, bu nedenle bitkiciler

üzerinde istenmeyen etkilere yol açtığı gözlemlenmiştir. Kaydedilen yüksek nod sayısı ve sürgün uzunluğu, bitkideki endojen oksinlerin varlığı ile açıklanabilmektedir (Monney, 2016). Gerçekleştirilen bir çalışmada, kiraz bitkisinin bir anacı olan MxM60'ın gövdesinden alınan nod eksplantları, çeşitli besin ortamları ve bitki büyüme düzenleyicilerinin etkilerinin incelenmesi sonucunda sürgün başına elde edilen en fazla nod sayısı (7,4 adet), 0,7 mg/L BAP içeren MS besin ortamında elde edilmiştir. Sürgün başına elde edilen nod sayısı, BAP konsantrasyon miktarı ve besin ortamı arasındaki etkileşimden önemli ölçüde etkilenmiştir. Ayrıca kiraz bitkisinin mikroçoğaltımında sürgün çoğaltımı ve uzamasını artırdığı bilinen DKW besin ortamında, 0,7 mg/L BAP varlığında kültüre alınan nod eksplantlarından eksplant başına 10,3 adet olarak en yüksek sayıda sürgün elde edilmiştir. Bununla birlikte kiraz bitkisinde, besin ortamında BAP ve IBA kombinasyonunun sürgün rejenerasyonunda ve böylece nodal segmentlerinin çoğalmasında etkili olduğu bulunmuştur. Çalışmada, 1 mg/L BAP içeren bütün besin ortamlarında sürgün oluşumu, çoğaltımı ve uzaması inhibe olmuştur, dolayısıyla 1 mg/L BAP içeren tüm besin ortamlarında en az sayıda nod elde edilmiştir. BAP konsantrasyonu azaldıkça, sürgün oluşumu, uzaması ve nod sayısı artmıştır (Hosseinpour et al., 2015). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, kiraz bitkisi için düşük konsantrasyonda BAP kullanımının nod sayısını artırdığını belirten Hosseinpour et al. (2015) ile uyumludur.

Farklı kültür kabı tiplerinin ve LED ışık koşullarının nod sayısına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında (DS-15) kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,68 adet), 55 mL'lik cam tüp kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda, eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,85 adet) ise Magenta kültür kabı ile kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda DS-15 besin ortamında elde edilmiştir. Işık koşulu, kültür kabı ve kültür kabı*ışık koşulu interaksyonunun eksplant başına elde edilen ortalama nod sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Yapılan bir araştırmada, kasımpatı (*Dendranthema grandiflorum*) bitkisinin farklı LED ışıkları altında *in vitro*'da çoğaltılması amacıyla nod eksplantlarının 0,5 mg/L BAP içeren

MS besin ortamında ve 900 mL cam kavanozlarda kültüre alınması sonucunda en fazla büyüme (32,9 m x 44,7 m) kırmızı ve mavi LED ışık altında elde edilmiştir. Bitkiciklerin nod arası uzunlukları ve morfolojisindeki farklılıklar, ışık kalitesinden etkilenmiştir ancak LED ışık uygulamalarının nod sayısı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Bitkicik üzerinde kırmızı ve mavi LED ışığının dalga boylarının spektral enerji dağılımları, bitkideki klorofil a ve b tarafından absorbe edilerek stomaların gelişmesini ve fotosentetik oranın artmasını sağlamaktadır, böylece bitki büyümesi ile gelişimi olumlu etkilenmektedir (Kim et al., 2004). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, patates (*Solanum tuberosum*) bitkisinin *in vitro* büyümesine etkisi için tek nodlu eksplantlarının 6 farklı LED ışığı uygulaması altında, 350 mL silindirik transplant cam kültür kaplarında MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda elde edilen en yüksek nod sayısı (6,67 adet), %75 kırmızı LED + %25 mavi LED ışığı kombinasyonunu içeren LED'lerin kullanılmasıyla sağlanmıştır. Ayrıca patates bitkisindeki büyüme ve fizyolojik parametrelerin çoğu, %100 beyaz LED ışık altında büyütülenlere göre, %75 kırmızı LED + %25 mavi LED kombinasyonundakiler önemli ölçüde daha yüksek değerler vermiştir. Yüksek nod sayı eldesinin sebebinin, %100 kırmızı LED ışığı altında büyüyen bitkiciklerin boyunun, %100 mavi LED ve beyaz LED ışığı altında kültüre alınanlara kıyasla 2,8 kat daha büyük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bununla birlikte kırmızı ışık (600–700 nm) ve mavi (400–500 nm) ışık, sırasıyla bitkideki fitokrom ve kriptokrom tarafından absoblanmaktadır. Böylece bu iki ışık reseptörünün çoklu moleküler biçimleri; farklı spektrofotometrik, biyokimyasal ve fizyolojik özelliklerle tanımlanmıştır, bu nedenle bitkide buna karşılık gelen genlerin, çevresel ve fizyolojik sinyallere yanıt olarak farklı tepkiler verdiğine inanılmaktadır (Chen et al., 2018). Kültür kabının özellikleri, kültüre alınan bitki dokularının büyümesini ve gelişimini etkileyen önemli bir parametredir (Wilken et al., 2014). Polikarbonat kültür kapları, 400 nm'nin altındaki dalga boylarının geçirgenliğini filtreleyerek kültür kabının iç alanına UV ışığın geçmesini engellemektedir. Buna karşılık cam kültür kaplarının 300-700 nm dalga boyları arasındaki ışığın geçirgenliğini sağladığı bilinmektedir. Bu fiziksel özellikler, kültüre alınan bitkicikler için büyüme koşulunu etkileyen uygun kültür kabının seçimine yardımcı olmaktadır (Huang and Chen 2005). Gerçekleştirmiş olduğumuz tez çalışmasında nod sayısı için elde edilen veriler,

farklı bitki türleri olmalarından dolayı bu çalışmalar ile paralellik göstermemektedir.

Altkültür sayısının nod sayısına etkisini değerlendirmek amacıyla, sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında 4 kez altkültüre alınmıştır. Nod sayısı ile ilgili yapılan gözlemler kültürden 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,39 adet), 2. altkültürde, eksplant başına en düşük ortalama nod sayısı (1,55 adet) ise 1. altkültürde gözlemlenmiştir. 2. altkültürden sonra nod sayısı düşüşe geçmiştir. 4. altkültürde tekrar nod sayısında artış gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen bir çalışmada, *in vitro*'da kenevir bitkisinin fenotipik değişimleri üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla, gövdesinin dört farklı segmentinden (bazal, bazala yakın, orta ve apikal) kesilen nod eksplantlarının DKW besin ortamında altkültüre alınması sonucunda elde edilen en yüksek nod sayıları sırasıyla 1. altkültürde (8,25 adet), 2. altkültürde (7,62), 3. altkültürde (6,00) ve 4. altkültürde (5,25 adet) elde edilmiştir. Sonuçlar, altkültür sayısı arttıkça nod sayısının kademeli olarak azaldığını göstermiştir. Ayrıca ana bitkinin taban ve tabana yakın kısımlarından alınan eksplantların, diğer kısımlara kıyasla daha iyi *in vitro* morfolojik performansla sonuçlandığını göstermiştir. Bunun sebebinin özellikle orta ve apikal kısımlardaki eksplantlardan elde edilen nod sayısının epigenetik somaklonal varyasyonun bir sonucu olarak uzun süreli *in vitro* altkültürleme sırasında azalabileceğini göstermiştir (Hesami et al., 2023). Yapılan bir diğer çalışmada, *Azadirachta indica* bitkisinde klonal mikroçoğaltım amacıyla, olgun ağaçta taç dallarının altındaki ile tabanındaki nod eksplantları ve gövdesinden alınan nod eksplantları beş kez altkültüre alınmıştır. 0,22 μ M BA içeren DKW besin ortamında altkültüre alınan eksplantlardan en yüksek nod sayısı ($3,9 \pm 0,3$ adet), gövdesinden alınan nod eksplantlarından 5. altkültürde elde edilmiştir. Bunu tabanındaki sürgünlerden alınan eksplantlar, $3,4 \pm 0,2$ adet ile 2. altkültürde izlemiştir. En yüksek nod sayısı, gövdeden alınan eksplantlardan elde edilmiştir ve nod sayısı 2. altkültüre kadar düşüşe geçerken 3. altkültürde nod sayısında tekrardan bir artış gözlemlenmiştir (Quraishi et al., 2004). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, *Azadirachta indica* için altkültür sayısının artmasının nod sayısını artırdığını belirten Quraishi et al. (2004) ile uyumludur.

Farklı besin ortamlarının yaprak sayısına ve uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları hormon içermeyen 4 farklı besin ortamında (WPM, DKW, MS ve B5) kültüre alınmışlardır. Eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilen gözlemler sonucunda, eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (2,70 adet) ve yaprak uzunluğu (1,27 cm), DKW besin ortamında, eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,33 adet) ve yaprak uzunluğu (0,69 cm) ise WPM besin ortamında gözlemlenmiştir. DKW besin ortamı; karaağaç, ceviz, dişbudak, fındık, zeytin ve gürgen ağaçlarının *in vitro* çoğaltılmasında kullanılmalarıyla bilinen bir besin ortamıdır. Literatürde, *Magnolia* × *soulangeana* türünün ‘Alexandrina’ çeşidi ve *Magnolia liliiflora* türünün ‘Nigra’ çeşidinin çeşitli besin ortamı bileşimlerine olan fizyolojik tepkilerini değerlendirmek amacıyla, aksiller tomurcuk eksplantlarının *in vitro* kültüre alınmasıyla her iki genotip için de DKW besin ortamından MS besin ortamı gibi yaprak oluşumunu artıran sonuçlar elde edilmiştir (Sokolov et al., 2014). Gerçekleştirilen bir çalışmada, armut (*P. communis* L.) bitkisinin ‘Bartlett’ ve ‘Beurre Bosc’ çeşitlerinde besin ortamının sürgün rejenerasyonuna etkisinin belirlenmesi amacıyla, aksiller sürgün eksplantları dört farklı besin ortamında kültüre alınması sonucunda, nod başına en yüksek yaprak sayısı ‘Beurre Bosc’ çeşidi için 1,70 adet, ‘Bartlett’ çeşidi için 1,53 adet DKW besin ortamlarında kültüre alındıklarında elde edilmiştir. Çalışmada test edilen besin ortamları arasında oluşan farklılıkların sebebi yalnızca odunsu bitki türlerinin *in vitro* büyümesini inhibe edebilen yüksek seviyedeki toplam iyonik güç ile açıklanamaz, çünkü DKW besin ortamı, MS’in toplam iyon konsantrasyonundan %8 daha yüksek olmasına rağmen sürgün rejenerasyonu ve kaliteli yaprak eksplantlarının üretimi için MS ve WPM besin ortamlarından daha üstün sonuçlar vermiştir. DKW son derece düşük konsantrasyonda Ni^{+} içermesine rağmen diğer üç besin ortamının neredeyse iki katı kadar Zn^{++} konsantrasyonu içeren tek besin ortamıdır ve ayrıca içeriğinde bulunan organikler ve vitaminler, piridoksin HCl içermeyen, iki kat nikotinik asit ve 20 kat tiamin HCl içeren MS besin ortamından farklıdır. Bu durum, DKW besin ortamının olumlu ön koşullandırma etkisine katkıda bulunmuş olabilir. Ayrıca, WPM besin ortamında kültüre alınan eksplantlarda gözlemlenen sararmaların sebebinin düşük azot içeriğinden kaynaklanabileceği düşünülmüş, bu bakımdan hem yaprak sayısının hem de sürgün rejenerasyonunun olumsuz yönde etkilendiği ifade

edilmiştir (Bell et al., 2009). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz veriler, bu çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları farklı konsantrasyonlarda çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin yaprak sayısına ve uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (8,20 adet) 2 mg/L BAP içeren ve en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,07 cm) 1,0 mg/L KIN içeren DKW besin ortamında elde edilirken eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,76 adet) 0,5 mg/L IBA içeren ve en düşük ortalama yaprak uzunluğu (0,75 cm) ise 2 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında belirlenmiştir. Gerçekleştirilen bir çalışmada, *F. carica* L. bitkisinin 20 farklı çeşidinin sürgün rejenerasyonunu sağlamak amacıyla, meristem ve apikal tomurcuklarından mikrosürgün oluşturmak üzere 2 mg/L BAP sitokinini içeren WPM besin ortamında kültüre alınmalarıyla ‘Aromatnyiy Nikitskiy’, ‘Verdino’, ‘Randino’, ‘Violette’, ‘Pomoriyskiy’, ‘Livadiyskiy’, ‘Figue Blanche’, ‘Kryimskiy Cherniy’, ‘Kadota Zolotistaya’, ‘Priyatnyiy’ çeşitlerinde elde edilen eksplant başına en yüksek yaprak sayısı 5,0-6,0 olmuştur. Çalışmada, en yüksek yaprak sayısının 2 mg/L’de elde edildiği ve 2,0 mg/L’nin altındaki konsantrasyonların ise daha az etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sürgün rejenerasyonu gelişiminin ve yaprak oluşumunun besin ortamında kullanılan BAP konsantrasyonu ve bitki genotipinin spesifikliğine bağlı olarak etkilenmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Mitrofanova et al., 2015). Gerçekleştirilen diğer bir araştırmada, *F. carica* L. bitkisinde BAP ve kinetin sitokininlerinin çoklu sürgün üretimine etkilerinin belirlenmesi amacıyla, iki tomurcuklu nod eksplantları 3,0 mg/L BAP içeren MS besin ortamında kültüre alındıklarında eksplant başına en yüksek yaprak sayısı 11,573 adet kaydedilirken, 2 mg/L kinetin varlığında bu değer 4,91 adet olmuştur. Kinetin, BAP sitokinini ile karşılaştırıldığında sürgün üzerinde daha az uyarıcı etki göstermiştir. Bu durumun sebebi, kinetin molekülündeki tek bağa kıyasla BAP yapısında iki çift bağ olmasıyla açıklanabilmektedir (Danial et al., 2014). *F. carica* L. ‘Brown Turkey’ incir çeşidinde BA ve kinetin sitokininlerinin mikroçoğaltım üzerinde etkilerinin incelenmesi amacıyla, iki farklı tipteki nodal eksplantın farklı konsantrasyonlarda BA veya kinetin içeren WPM besin ortamında kültüre alınması sonucunda en

yüksek yaprak sayısı yalnızca BA'nın veya BA ile daha düşük konsantrasyonda kinetin (0,3 μ M) kombinasyonunu içeren WPM besin ortamında, daha uzun sürgünlerle birlikte daha fazla sayıda yaprak gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, optimal olmayan kinetin konsantrasyonları toksik etki göstermiştir ve elde edilen sürgünler kısa olmalarının yanı sıra genişlemiş yapraklar da oluşturmamışlardır (Volo et al., 2017). Gerçekleştirmiş olduğumuz tez çalışması bu sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının yaprak sayısına ve uzunluğuna olan etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (6,10 adet) 1 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren ve ortalama yaprak uzunluğu (0,91 cm) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilirken eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (5,73 adet) 0,5 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren ve ortalama yaprak uzunluğu (0,84 cm) ise 2 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında ulaşılmıştır. Gerçekleştirilen bir araştırmada, *F. carica* L 'Masui Dauphine' incir çeşidinin *in vitro* sürgün çoğaltılması amacıyla, sürgün eksplantlarının 0,5 mg/L BAP ve 0,2 mg/L NAA içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonunda en yüksek yaprak sayısına (6,23 $\pm$ 0,86 adet) ulaşılmıştır (Moniruzzaman et al., 2015). Yapılan başka bir çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki BAP ve IBA'nın kombinasyonunun çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.) bitkisinin sürgün rejenerasyonuna etkilerinin incelenmesi amacıyla stolon eksplantlarının kültüre alınması sonucunda en yüksek yaprak sayısı yaklaşık 10-12 adet ile 0,5 mg/L tek başına BAP içeren MS besin ortamında ve yaklaşık 8-10 adet ile 0,5 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında elde edilmiştir. Ayrıca en düşük sayıda eksplant başına yaprak eldesi BAP sitokinini içermeyen besin ortamlarında elde edilmiştir. Çalışmada, BAP ve IBA'nın kombinasyon olarak besin ortamında kullanılmasının yaprak sayısını artırdığı gözlenmiştir (Madumali et al., 2019). Buna ek olarak besin ortamında sitokin oranının oksinden fazla olması durumunda sürgün ve yaprak gelişiminin uyarılabileceği belirtilmiştir. Bunun tersine, eğer besin ortamında

kullanılan sitokinin oranı oksin oranından daha düşükse, bu durumda kök büyümesinin uyarılmasıyla sonuçlanacaktır. Besin ortamında sitokinin ve oksin kombinasyonlarının oranı dengelendiğinde sürgün, yaprak ve kök büyümesinin de dengeleneceği bildirilmiştir (Pratiwi et al., 2021). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, *Ficus carica* L. ‘Roxo de Valinhos’ çeşidinin nodal eksplantlarının 2,0 mg/L’den daha yüksek BA konsantrasyonu içeren WPM besin ortamında kültüre alınması sonucunda sararmış yapraklı vitrifiye sürgün eldesiyle neticelendiği belirtilmiştir (Fráguas et al., 2004b). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz veriler, bu çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Farklı kültür kabı tiplerinin ve LED ışık koşullarının yaprak sayısına ve uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında (DS-15) kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (4,96 adet) 265 mL’lik cam kavanoz kültür kabı ve en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (0,89 cm) Magenta kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonda, eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,93 adet) ve ortalama yaprak uzunluğu (0,48 cm) ise 170 mL’lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda DS-15 besin ortamında elde edilmiştir. Işık koşulu, kültür kabı ve kültür kabı*ışık koşulu interaksyonu, eksplant başına elde edilen ortalama yaprak sayısına ve uzunluğuna etkisi açısından %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. *In vitro* ve *ex vitro*’da büyüyen bitkiler, ışığın mevcudiyetine ve bitkilerde bulunan fotoreseptörlerine bağlı olarak farklı fotosentetik foton akı yoğunluğu veya ışık fotonlarının absorpsiyon kapasitelerini sergilemektedir. Işık ve endojen fitohormonların kalitesi ile miktarı, *in vitro*’da büyüyen bitkilerdeki genel morfolojik değişikliklere yön veren etmenlerdir. Literatürde, farklı LED ışık spektrumlarının *F. carica* L. bitkisinin ‘Black Jack’ çeşidi üzerindeki fizyolojik ve morfolojik etkilerinin incelenmesi amacıyla, apikal tomurcuk eksplantlarının 20 μ M BAP + 8 μ M IAA kombinasyonlarını içeren WPM besin ortamında beyaz LED ışık altında kültüre alınması sonucunda eksplant başına elde edilen en yüksek ortalama yaprak sayısı 3,00 adet olmuştur. Bununla birlikte, morfolojik olarak kırmızı-mavi LED ışığı altında büyütülen kültürlerden, beyaz-mavi LED ışığı altında büyütülen kültürlerle

göre daha sağlıklı bitkiler elde edilmiştir. Kırmızı-mavi LED ışığı altında büyütülen kültürlerin yaprak renginin, beyaz LED ışığı altında büyütülen kültürlerin yapraklarından daha koyu olduğu gözlemlenmiştir (Parab et al., 2021). Tez çalışmamızda, Parab et al. (2021)'nin gerçekleştirmiş olduğu çalışmanın aksine beyaz LED ışık kullanılarak daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Işık kalitesi aynı zamanda fotosentezde de önemli bir rol oynamaktadır ve ışığın klorofil tarafından emilme şeklini etkilemektedir. Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, farklı LED ışık kalitesinin *Vanilla planifolia*'nın *in vitro* sürgün çoğaltılması ve büyümesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla aksiller tomurcuk eksplantlarının 9,55 μM BAP içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda, en yüksek yaprak sayısı floresan ışık (3,6 adet) ve beyaz LED ışık (3,5 adet) kültür koşulları altında büyütülen bitkiciklerde gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, farklı ışık kaliteleri altında büyütülen *in vitro* bitkiciklerin klorofil içeriğinin, bitki türü veya çeşidi ile ilişkilendirilebilmesindendir. Mavi LED ışığı klorofil sentezinde önemli bir rol oynamaktadır, ancak çalışmada beyaz ve floresan LED ışık uygulamaları altında büyütülen bitkiciklerde klorofil konsantrasyonlarının mavi LED ışığa kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Bello-Bello et al., 2016). Kültür kabının ve kapağının tipi hem kabın içindeki gaz bileşimini ve hem de kabın içine nüfuz eden ışığın kalitesini etkilemektedir. Yapılan diğer bir çalışmada, cam kavanoz, Magenta ve tek kullanımlık kültür kaplarının Cüce Cavendish muz (*Musa acuminata* L.A. Colla) bitkiciklerinin *in vitro* çoğaltılmasına yönelik etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmış ve 2 mg/L BA içeren MS besin ortamında altkültüre alınan sürgün ucu eksplantlarından en fazla yaprak sayısı cam kültür kabının kullanılmasıyla elde edilmiştir (Kaçar et al., 2010). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz veriler, bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Altkültür sayısının yaprak sayısına ve uzunluğuna olan etkilerini değerlendirmek amacıyla, sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında 4 kez altkültüre alınmıştır. Yaprak sayısı ve uzunluğu ile ilgili yapılan gözlemler kültürden 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama yaprak sayısı (6,06 adet) 2. altkültürde ve en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,30 cm) 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük ortalama yaprak sayısı (2,70 adet) 1.

altkültürde ve en düşük ortalama yaprak uzunluğu (0,85 cm) ise 2. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına ortalama yaprak sayısı 2. altkültürde önemli ölçüde artmış ve 3. altkültürde tekrar düşüşe geçmiştir. Yapılan bir çalışmada altkültür sayısının ve genotipin *Ficus carica* L.'nin farklı üç genotipine etkilerinin belirlenmesi ve sürgün rejenerasyonunun sağlanması amacıyla nod eksplantları 2 mg/L 2IP içeren MS besin ortamında iki kez altkültüre alınmıştır ve en yüksek yaprak sayısı (66,67 adet) 'Runu' çeşidinde 2. altkültürde gözlemlenmiştir. Sonuçta elde edilen yaprak sayısının genotipe bağlı olduğu gösterilmiştir (Shahcheraghi and Shekafandeh, 2016). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, farklı büyüme düzenleyicilerinin ve altkültür sayısının *F. carica* L. bitkisinin dört farklı çeşidinin *in vitro* mikroçoğaltımı üzerine etkileri değerlendirilmiş ve bu çeşitlerin sürgün eksplantlarının 2,5 mg/L 2IP veya 2,5 mg/L ADS'nin 0,1 mg/L IAA kombinasyonunu içeren MS besin ortamında üç kez kültüre alınması sonucunda en yüksek yaprak sayısına (4,88 adet) 1. altkültürde ulaşılmıştır. Altkültür sayısının artmasıyla birlikte yaprak sayısında azalma gözlenmiştir. Bunun nedeninin, test edilen bitki büyüme düzenleyicilerinin yaprak, kallus oluşumu ve sürgün uzaması için bitkinin ihtiyacı olan optimum konsantrasyonlardan daha fazla birikmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Mustafa and Taha, 2012). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, artan altkültür sayısının elde edilen yaprak sayısında düşüşe yol açtığını belirten Mustafa and Taha (2012) ile uyum göstermektedir.

Farklı besin ortamlarının kök rejenerasyon yüzdesine, kök sayısına ve uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları hormon içermeyen 4 farklı besin ortamında (WPM, DKW, MS ve B5) kültüre alınmışlardır. Eksplantlar kültüre alındıktan 4 hafta sonra gerçekleştirilen gözlemler sonucunda, eksplant başına en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%50), en yüksek ortalama kök sayısı (0,57 adet) WPM ile MS besin ortamlarında elde edilirken en yüksek ortalama kök uzunluğu ise (0,37 cm) MS besin ortamında gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%36,67), en düşük ortalama kök sayısı (0,37 adet) ve en düşük kök uzunluğu (0,24 cm) ise B5 besin ortamında gözlemlenmiştir. Bitkilerin mikroçoğaltımında köklenme, aklimatizasyon sırasında bitkinin hayatta kalmasını belirlediğinden kritik bir aşama olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte karbon kaynaklarının dışarıdan sağlanması, bir enerji

kaynağı ve aynı zamanda ozmotik bir ajan olarak çeşitli odunsu türlerin *in vitro* morfogenezinde önemli bir role sahiptir. Yapılan bir çalışmada, şeftali bitkisinin GF677 (*Prunus amygdalus* × *P. persica*) anacının mikroçoğaltımı ve köklendirilmesi amacıyla, farklı besin ortamı ve karbon kaynağı denemeleri sonucunda WPM ve MS besin ortamları kök elde etme özelliği açısından üstün olmalarına rağmen, eksplant başına elde edilen en yüksek kök sayısı (6,1 adet) ve kök uzunluğu (3,9 cm) 1 mg/L IBA içeren WPM besin ortamında sağlanmıştır. Bununla birlikte en yüksek ortalama kök sayısı 20 g/L sorbitol içeren WPM besin ortamında ve en yüksek ortalama kök uzunluğu ise sükroz içeren WPM besin ortamında gözlemlenmiştir. Besin ortamının konsantrasyonu köklenmeyi etkilemektedir, dolayısıyla besin ortamındaki makro kimyasal bileşenlerin yarıya indirilmesi ve çeşitli vitamin kombinasyonlarının artırılması kök oluşumunun artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle odunsu türler için genellikle daha düşük konsantrasyonlarda azot ve potasyum tuzlarına sahip WPM gibi daha seyreltilmiş besin ortamlarının kullanılması, kök sayısının artmasını desteklemektedir. Şeftali anacından elde edilen kök sayısının sükroz içeren WPM besin ortamında daha fazla olmasının nedeni sükrozun besin ortamının ozmotik potansiyelini sorbitolden daha az oranda azaltması olabilir, böylece kök hücrelerinin suyu tutma kapasitesinin daha fazla olduğu ve daha uzun köklerinin oluştuğu görülmektedir (Borkheyli et al., 2021). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, *in vitro* mikroçoğaltılan iki incir çeşidinin ('Conadria' ve 'Black Mission') sürgün ucu eksplantlarının 0,5 mg/L BAP içeren ¼ MS besin ortamında kültüre alınmasıyla eksplant başına elde edilen en yüksek kök sayısı (10,11 adet) ve kök uzunluğu (5,8 cm) 'Black Mission' çeşidinde elde edilmiştir. *In vitro* besin ortamı içeriğindeki mineral konsantrasyon gereksinimleri sürgün ve kök çoğalması için kritik faktördür ve bitkiden bitkiye ve dönemden döneme farklılık göstermektedir. Çoğu bitki türünün hücreleri ve *F. carica* gibi odunsu bitki türlerinde, genellikle MS besin ortamında veya modifikasyonlarında büyütüldüklerinde olumlu sonuçlar vermiştir. Bununla birlikte, incir sürgünlerinde köklenme yüzdesi, kök sayısı ve kök uzunluğu sükroz içeren ortama kıyasla fruktoz (0,1 M) içeren MS besin ortamında daha iyi sonuç elde edilmiştir. İki incir çeşidinde sürgün çoğaltılmasını ve kök oluşumunu teşvik etmede fruktozun sükrozdan daha iyi sonuç vermesinin nedeni sükrozun fruktoz ve glikoza dönüştürülmesi için gereken enzim miktarının düşük olmasından kaynaklanabilmektedir. Böylece fruktoz, sürgün çoğalması ve kök oluşumu

sürecinde ihtiyaç duyulan yüksek miktardaki enerji için hızlı bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Taha et al., 2013). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, şeftali bitkisinde WPM ve MS besin ortamlarının kullanımının kök sayısını ve uzunluğunu artırdığını belirten Borkheyli et al. (2021) ile uyumludur.

Sarılop çeşidine ait nod eksplantları farklı konsantrasyonlarda çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin kök rejenerasyon yüzdesine, kök sayısına ve uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek köklenme yüzdesi (%80,83), en yüksek ortalama kök sayısı (2,17 adet) ve en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,63 cm) 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilirken, eksplant başına en düşük köklenme yüzdesi (%10), en düşük ortalama kök sayısına (0,10 adet) ve en düşük ortalama kök uzunluğuna (0,04 cm) ise 1 mg/L BAP içeren DKW besin ortamında ulaşılmıştır. Yapılan bir çalışmada, *F. carica* L. bitkisinin *in vitro*'da mikroçoğaltılması amacıyla 'Berbera' (kuru incir) ve 'Lampa' (yaş incir) çeşitlerinden alınan nod eksplantları, 0,5 mg/L IBA içeren MS besin ortamında kültüre alındıklarında köklenme verimliliğinin arttığı belirtilmiştir. Buna ek olarak en iyi köklenme yüzdesi (%96,9), kök sayısı ($3,6 \pm 0,2$ adet) ve kök uzunluğu ise ($3,3 \pm 0,1$ cm) 2,5 μ M IBA içeren MS besin ortamında elde edilmiştir (Nobre and Romano, 1997). Gerçekleştirilen diğer bir araştırmada, farklı konsantrasyonlarda IBA oksininin köklenmeye olan etkilerinin incelenmesi amacıyla *F. carica* L. 'Violette de Solliès' çeşidinin sürgün ucu eksplantlarının 3,0 mg/L IBA içeren WPM besin ortamında kültüre alınması sonucunda eksplant başına en yüksek kök sayısı $6,80 \pm 1,43$ adet olarak elde edilmiştir. IBA oksini ile indüklenen kökler iki farklı kök tipi sergilemiştir. Bunlar, besin ortamının üzerinde oluşan ince, tüylü hava kökleri ve besin ortamına gömülü kalın, kırılğan köklerdir. IBA'nın kök oluşumunu indükleyici yeteneği, nispeten yüksek stabilitesinden kaynaklanmaktadır. Besin ortamının otoklav sterilizasyonu sırasında yüksek basınç ve sıcaklığa maruz kalmasının ardından besin ortamında bulunan IBA'nın, IAA sitokinine kıyasla daha stabil olduğu da bulunmuştur. IBA aynı zamanda yavaş salınan bir hormon gibi davranır ve etkileri besin ortamında daha uzun süre kalır böylece köklerin sürekli olarak büyümesini sağlar (Ling et al., 2022). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, 0,5 mg/L IBA'nın incir bitkisinin köklenme

sayısını ve verimliliğini artırdığını belirten Nobre and Romano (1997) ile uyum göstermektedir.

Farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarının kök rejenerasyon yüzdesine, kök sayısına ve uzunluğuna olan etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DKW bazal besin ortamında kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek kök rejenerasyonu (%53,33), en yüksek ortalama kök sayısı (0,53 adet) 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren ve ortalama kök uzunluğu (0,17 cm) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilirken eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%36,67) ve en düşük ortalama kök sayısı (0,37 adet) 1 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren ve ortalama yaprak uzunluğu (0,14 cm) ise 1 mg/L BAP ile 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında ulaşılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonlarını içeren DKW temelli besin ortamlarının eksplant başına elde edilen kök rejenerasyon yüzdesine, ortalama kök sayısına ve uzunluğuna etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yapılan bir araştırmada, farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA uygulamalarının muz (*Musa spp.*) bitkisinin *in vitro* çoğaltılması ve köklendirilmesi üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla, 'Amritasagar' ve 'Sabri' muz çeşitlerinden alınan sürgün ucu eksplantlarının 0,5 mg/L BAP ve 0,3 mg/L IBA'nın kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınmasıyla en yüksek kök sayısı (3,83) ve kök uzunluğu (3,60 cm) sırasıyla Amritasagar' çeşidinden elde edilmiştir (Ferdous et al., 2015). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, kiraz bitkisinin bir anacı olan MxM60'ın nod eksplantlarının 1 mg/L IBA içeren ½ MS besin ortamında kültüre alınmasıyla en yüksek köklenme yüzdesi, kök sayısı ve uzunluğu elde edilmiştir. Çalışmada, IBA konsantrasyonları ile besin ortamı arasındaki etkileşimin kök sayısı ve kök uzunluğu üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Bunun nedenlerinden biri, sürgün veya kök büyümesinin genellikle genotipe, türe, dokunun fizyolojik yaşına ve dokunun farklılaşma derecesine bağlı olmasından kaynaklanmasıdır. Ayrıca, besin ortamının genellikle düşük $\text{NH}^+4:\text{NO}^-3$ oranı içermesinin kök oluşumuna ve büyümesine olumlu etkileri olduğu anlaşılmıştır. IBA, köklenmenin başlatılması için en yaygın kullanılan oksindir.

Diğer oksinlerle karşılaştırıldığında IBA'nın daha yavaş okside olması ve besin ortamında bozunmasının yavaş olması nedeniyle kök gelişimine daha iyi etki ettiği belirtilmiştir (Hosseinpour et al., 2015). Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar farklı bir bitki türü ve besin ortamı içeriğinden dolayı diğer çalışmalarla benzerlik göstermemektedir.

Farklı kültür kabı tiplerinin ve LED ışık koşullarının kök rejenerasyon yüzdesine, kök sayısına ve uzunluğuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Sarılop çeşidine ait nod eksplantları, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW bazal besin ortamında (DS-15) kültüre alınmışlardır. Eksplant başına en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%86,67), en yüksek kök sayısı (0,90 adet) ve en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,34 cm) 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda; eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%30,00), 300 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulunda ve en düşük ortalama kök sayısı (0,33 adet) 170 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonda ve ortalama kök uzunluğu (0,11 cm) ise 300 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile kırmızı-mavi ışık koşulundaki interaksyonda DS-15 besin ortamında elde edilmiştir. Işık koşulu ve kültür kabı*ışık koşulu interaksiyonunun eksplant başına elde edilen kök rejenerasyon yüzdesi, ortalama kök sayısı ve uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak kültür kabı, eksplant başına elde edilen ortalama kök sayısına etkisi açısından %5 seviyesinde ve kök uzunluğuna etkisi açısından %1 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Literatürde, farklı LED spektrumlarının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, *F. carica* L. 'Black Jack' çeşidinin apikal tomurcuk eksplantlarının *in vitro*'da kültüre alınması sonucunda eksplant başına elde edilen en yüksek ortalama kök sayısı ($2,73 \pm 0,23$ adet) 20 μ M BAP + 8 μ M IAA kombinasyonlarını içeren WPM besin ortamında ve kırmızı-mavi LED ışık altındaki kültür koşullarında ulaşılmıştır (Parab et al., 2021). Mikroçoğaltım için kullanılan kültür kaplarının yeterli şekilde havalandırılması kültür kabının kapatılma şekline bağlıdır. Bununla birlikte, gaz alışverişine izin veren kapaklar, kültür kabı içerisinde etilen birikimini önleyerek asimilasyon için gerekli CO₂'i sağlamaktadır. Yapılan başka bir çalışmada, *Liquidambar orientalis* Miller

ağaçlarının mikroçoğaltılması amacıyla tekli ve çoklu sürgün eksplantları farklı tipte kültür kaplarında (Cam tüp, 210-cc ile 400-cc cam kavanoz ve Vitrovent) kültüre alınmıştır ve en yüksek kök sayısı (29,7 adet) 30 g/L sükroz, 120 mg/L demir-etilen diamin-bis-(o-hidroksifenil) diasetik asit (Fe-EDDHA) ile 4,0 mg/L IBA içeren WPM besin ortamında elde edilirken, en uzun kök uzunluğu 15 g/L sükroz, 120 mg/L Fe-EDDHA ve 2,0 mg/L IBA içeren WPM besin ortamında Vitrovent kültür kabında elde edilmiştir. Çünkü, 210-cc ve 400-cc cam kavanoz gibi gaz alışverişi olmayan kültür kapları içerisinde bulunan yüksek nem nedeniyle iklimlendirme sırasında bitkiciklerde kayıplar meydana gelmektedir. Ayrıca 210-cc cam kavanoz kültür kaplarında yetiştirilen bitkilerde gözlemlenen sürgün ucu nekrozunun sebebi etilen gibi zararlı gazların birikmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bunun tersine, havalandırılan kültür kaplarında ise su kaybı görülmektedir ve kap içindeki bağıl nemin azalması nedeniyle iklimlendirme daha fazla başarıyla sonuçlanmaktadır. Cam tüplerde büyütülen *L. orientalis* bitkiler ile kapak arasındaki mesafenin daha uzun olması nedeniyle zararlı gazlar üstte birikmiştir ve bitki gelişimi olumsuz etkilenmemiştir. Vitrovent kültür kapları ise sabit gaz değişimine olanak sağlayan özel tasarlanmış filtreli kapaklarla kapatılmıştır. Bu koşullar iklimlendirme sırasında bitkilerin fotosentetik kapasitesini, çoğalmasını ve bitkilerin sağkalım oranını artırmaktadır (Bayraktar et al., 2015). Yapılan bir başka çalışmada, farklı LED ışık spektrumlarının *Cunninghamia Lanceolata* bitkisinin kök büyümesi ve gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla fide eksplantlarının 0,3 mg/L IBA, 0,6 mg/L BAP ve 0,1 mg/L kinetin içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda maksimum (%95,50) köklenme oranı fide başına en yüksek ortalama kök sayısı 4,63 ve kök uzunluğu 5,95 cm ile kırmızı-mavi-mor-yeşil (8:1:1:1) LED ışığı uygulaması altında sağlanmıştır. Bununla birlikte, genel olarak kırmızı-mavi-mor-yeşil kompozit LED ışık altındaki kök büyümesi ve aktivitesinin, kırmızı-mavi ve kırmızı-mavi-mor kompozit ışıklara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun sebebinin ise monokromatik kırmızı, mavi, yeşil LED ışığı veya üç kompozit olarak uygulanan üç LED ışığın *C. lanceolata*'nın klorofil içeriğinin ve floresans parametrelerinin artmasını desteklemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Xu et al., 2019). Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar farklı bir bitki türü, test edilen besin ortamı içeriği ve farklı LED ışığı uygulamalarından dolayı diğer çalışmalarla benzerlik göstermemektedir.

Altkültür sayısının kök rejenerasyon yüzdesine, sayısına ve uzunluğuna olan etkilerini değerlendirmek amacıyla, sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen Sarılop çeşidine ait nod eksplantları DS-15 besin ortamında 4 kez altkültüre alınmıştır. Kök rejenerasyon yüzdesi, sayısı ve uzunluğu ile ilgili yapılan gözlemler kültürden 4 hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Eksplant başına en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%56,67), ortalama kök sayısı (0,57 adet) ve ortalama kök uzunluğu (0,28 cm) 1. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına en düşük kök rejenerasyon yüzdesi (%23,33), ortalama kök sayısı (0,26 adet) ve en düşük ortalama kök uzunluğu (0,12 cm) ise 4. altkültürde gözlemlenmiştir. Eksplant başına ortalama kök sayısı altkültür sayısı arttıkça kademeli olarak azalmıştır. Yapılan bir çalışmada, *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae) bitkisinin çeşitli hormon ve protein profillerindeki değişiklikler ile uzun süreli altkültürlemenin köklenme üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla, apikal ve kotiledon nod eksplantlarının 2,5 μ M BA içeren MS besin ortamında kültüre alınması sonucunda en yüksek köklenme yüzdesi (%100), kök sayısı (3 adet) apikal eksplantlardan ve kök uzunluğu (6-8 cm) kotiledon eksplantlardan 1. altkültürde elde edilmiştir. Ayrıca, kotiledon nod eksplantlarından elde edilen sürgünler; 1, 2 ve 3. altkültürlerde apikal nod eksplantlarından elde edilenlere göre daha uzun kökler oluşturmuştur. Altkültür sayısının artması apikal ve kotiledon nod eksplantlarından büyüyen sürgünlerden gelişen adventif köklerde önemli ölçüde bir azalmaya yol açmıştır (dos Reis de Oliveira et al., 2022). Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, armut (*Pyrus elaeagnifolia* Pallas) ağacının tohumundan başlatılarak elde edilen sürgün eksplantlarının altı kez altkültüre alınması sonucunda en yüksek köklenme oranı (%54,2 $\pm$ 10,4), kök uzunluğu (10,5 $\pm$ 2,4 mm) ve kök sayısı (2,5 $\pm$ 0,6), 5. altkültürde 5 μ M IBA ile yarı dozdaki MS besin ortamında 10 günlük karanlık uygulamasında ulaşılmıştır (Aygün and Dumanoglu, 2015). Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar farklı bir bitki türü ve besin ortamı kullanılmasından dolayı diğer çalışmalarla benzerlik göstermemektedir.

Sarılop çeşidinin nod eksplantlarının kültüre alınması sonucunda çalışma süresince yapılan tüm denemelerde hiperhidrisite, kararma, sararma ve nekroz başta olmak üzere üretilen bitkiciklerde fizyolojik sorunlar gözlenmemiştir. Ancak B5 besin ortamındaki bazı sürgünlerin yapraklarında sararmaların meydana geldiği

saptanmıştır. Fráguas et al. (2004a) *F. carica* L.'nin *in vitro* mikroçoğaltımı için yaptıkları bir çalışmada, 2 mg/L kinetin konsantrasyonunda küçük ve vitrifiye tomurcukların oluşumu gözlenmiştir. Bununla birlikte, 0,5 mg/L kinetin içeren WPM besin ortamında hiperhidrisitesiz, köklü, daha uzun sürgünler elde edilmiş ve bitkiciklerin görsel olarak daha iyi durumda oldukları görülmüştür. Ancak besin ortamına GA₃ eklendikten sonra sürgün sayısında azalma meydana gelmiş ve bitkiciklerde hiperhidrisite, sararma, etiolasyon ve apikal nekroz oluşumu indüklenmiştir (Fráguas et al., 2004a). Gerçekleştirilen bir başka çalışmada, *Ficus carica* L. 'Roxo de Valinhos' çeşidinin nodal eksplantlarının 2,0 mg/L'den daha yüksek BA konsantrasyonu içeren WPM besin ortamında kültüre alınması sonucunda sararmış yapraklara sahip küçük vitrifiye sürgünlerin yanı sıra aşırı kallus oluşumu saptanmıştır. Ayrıca, besin ortamına GA₃ eklendiğinde vitrifiye, sararmış ve ucu yanmış sürgünlerle birlikte aşırı uzamanın da indüklediği belirlenmiştir (Fráguas et al., 2004b). Yapılan bir diğer çalışmada, *F. carica* L. 'Golden Orphan' çeşidinin mikroçoğaltımında farklı besin ortamlarında kültüre alınan nodal tomurcuk eksplantlarından tam ve ½ güçteki MS besin ortamlarında sürgün ucu nekrozu gözlenmiştir. Buna karşılık, WPM besin ortamının tam ve ½ gücünün kullanıldığı çalışmalarda, küçük ve vitrifiye sürgünler elde edilmiş ve yaprakların hızla yaşlandığı belirlenmiştir (Sriskanda et al., 2021). Besin ortamı optimizasyonu doku kültürünün başarısında önemli bir faktör olmasına rağmen, *in vitro* çoğaltım protokollerinde mineral bileşimi sıklıkla göz ardı edilmektedir. *Eucalyptus dunnii* Maiden'in *in vitro* büyümesini ve gelişimini etkileyen besin eksikliklerinin analizi üzerine yapılan bir araştırmada, 30 gün boyunca her makro ve mikro element ile toplam organik fraksiyonlarının yoksunluk uygulamaları sonucunda, K, Mg, Mn, Cl, Zn, Mo, Ni veya Co eksikliklerinin aksiller sürgünlerin büyüme ve gelişimini niceliksel olarak etkilediği saptanmıştır. Ayrıca Fe eksikliğinde yaprak sararması ve organogenik kallus gelişimi, azot eksikliğinde ise yaprak dökümü ve sürgün ucu nekrozu gözlenmiştir. *E. dunnii* dokularında yaprak sararması ve sürgün ucu nekrozu semptomlarının önlenmesi için, besin ortamı içeriğinde bulunan Fe miktarının 420,3 mg kg⁻¹ ve azot miktarının 27,7 g kg⁻¹ üzerinde olması gerektiği belirtilmiştir (Oberschelp and Gonçalves, 2016). Tarafımızdan yapılan çalışmada, fizyolojik parametrelerin bitkiciklere olan etkisi bakımından bu araştırmalardan daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Sarılop çeşidine ait köklendirilmiş sürgünlerde, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW temelli besin ortamının aklimatizasyon başarısına etkisini değerlendirmek amacıyla, torf içeren saksılarda aklimatize edilen sürgünlerin sağkalım oranı ile ilgili veriler aklimatizasyon işleminden 30 gün sonra gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, köklendirilmiş bitkicikler, %70 başarı yüzdesi ile aklimatize edilmiştir. Literatürde, *Ficus carica* L. bitkisinin ‘Salti Kodari’ çeşidinin hızlı ve kitlesel mikroçoğaltımı için gerçekleştirilen bir çalışmada, sürgün ucu eksplantlarından elde edilen köklü bitkicikler, 1 toprak: 1 perlit: 1 turba karışımını içeren toprakta iklimlendirme sonrasında %80’lik bir başarı oranı ile hayatta kalmışlardır (Shatnawi et al., 2019). Gerçekleştirilen bir başka çalışmada, *F. carica* L. türüne ait ‘Bursa Siyahı’ çeşidinin meristem kültürü yoluyla *in vitro* mikroçoğaltımıyla elde edilen köklendirilmiş sürgünleri %90 sağkalım oranıyla aklimatize edilmiştir (Demiralay et al., 1997). Gerçekleştirilen başka bir çalışmada, *F. carica* L. ‘Golden Orphan’ çeşidinin mikroçoğaltımı sonucunda elde edilen sürgünlerinin 3:1:1:1 oranında siyah kompost, hindistancevizi kabuğu, kırmızı toprak ve perlit karışımı içeren saksılarda aklimatize edilmesi sonucunda %83,33 başarı oranıyla sağkalım sağlanmıştır (Sriskanda et al., 2021). *F. carica* bitkisinin *in vitro* mikroçoğaltımı için kültüre alınan sürgün ucu ve nodal eksplantlarından elde edilen köklü sürgünler serada tutulduktan sonra steril toprak (torf ve kum) içeren saksılara aktarıldıklarında aklimatizasyon başarısı %100 olarak elde edilmiştir (Dessoky et al., 2016). Tez çalışmamızda elde ettiğimiz veriler, bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Yapılan tez çalışması, *Ficus carica* L. türüne ait Sarılop incir çeşidinin nod eksplantlarının hormonsuz DKW temelli besin ortamında kültüre alınmış ve dipten sürgün veren ilk başarılı *in vitro* klonal mikroçoğaltım çalışması olma özelliği taşımaktadır. Bu çalışmada ulaşılan tüm veriler, üstün kalite ve özelliklere sahip tescilli Sarılop çeşidi incir bitkisinin dar alanda, hızlı, düşük maliyetli ve klonal olarak kitlesel çoğaltımı için yapılacak olan çalışmalara öncülük edecektir.

6. ÖNERİLER

Gerçekleştirmiş olduğumuz tez çalışmasında ilk olarak *Ficus carica* L. türüne ait Sarılop çeşidinde sürgün rejenerasyonunun sağlanması için besin ortamlarının sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, nod sayısı, yaprak sayısı ve uzunluğu ile kök sayısı ve uzunluğu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla hormon içermeyen 4 farklı besin ortamı denemesi yapılmıştır. Sarılop çeşidinde sürgün rejenerasyon yüzdesi (%), tüm besin ortamlarından %100 başarı ile sağlanmıştır ve yeni gelişen sürgünler, eksplantların dip kısımlarından meydana gelmişlerdir. Eksplant başına elde edilen en yüksek ortalama sürgün sayısı (1,23 adet) DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına elde edilen en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,60 cm) WPM besin ortamında, en yüksek ortalama nod sayısı (1,62 adet), en yüksek ortalama yaprak sayısı (2,70 adet) ve en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,27 cm) DKW besin ortamında, en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%50) ve en yüksek ortalama kök sayısı (0,57 adet) WPM ve MS besin ortamlarında, en yüksek kök uzunluğu (0,37 cm) ise MS besin ortamında elde edilmiştir. *Ficus carica* L. bitkisinde DKW besin ortamı kullanılarak bugüne kadar yapılan yalnızca bir mikroçoğaltım çalışması bulunmaktadır. Tez çalışmamızda *F. carica* L. Sarılop çeşidinde DKW besin ortamı kullanılarak çoklu sürgün üretimi başarıyla sağlanmıştır ve literatürde ilk kez incir bitkisinde dipten sürgün veren çoklu sürgün üretiminde DKW besin ortamı kullanımının bitki üzerinde olumlu etkisinin olduğu gösterilmiştir. Ancak, Sarılop çeşidinde daha yüksek sürgün rejenerasyonu elde edilebilmesi amacıyla farklı besin ortamı denemelerinin de yapılması önerilebilir. Ayrıca literatürde odunsu bitkilerin mikroçoğaltılmasında şeker kaynağı olarak sorbitol kullanımının sükrozla kıyaslandığında sürgün çoğaltımı ve kök indüksiyonu için daha iyi bir karbon kaynağı olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle, Sarılop çeşidinde daha yüksek sürgün rejenerasyonunun sağlanması amacıyla karbon kaynağı olarak sorbitol kullanımı önerilebilir.

Sarılop çeşidine ait nod eksplantlarından sürgün rejenerasyonunun sağlanması için en iyi oksin ve sitokininin belirlenmesi amacıyla, farklı konsantrasyonlarda çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerini (0,5, 1, 2 mg/L BAP, KIN, IBA ve IAA) içeren DKW besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,67 adet) 2 mg/L BAP içeren DKW besin

ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,48 cm) ve nod sayısı (2,56 adet) 2 mg/L KIN, en yüksek ortalama yaprak sayısı (8,20 adet) 2 mg/L BAP, en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (1,07 cm) 1 mg/L KIN, en yüksek köklenme yüzdesi (%80,83), en yüksek ortalama kök sayısı (2,17 adet) ve kök uzunluğu (0,63 cm) 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamlarında ulaşılmıştır. Yüksek konsantrasyonda BAP sitokinini kullanımı eksplant başına elde edilen ortalama sürgün sayısı üzerinde etkili bulunmuştur. Ayrıca, eksplant başına elde edilen en yüksek kök sayısına ve uzunluğuna, düşük konsantrasyonda IBA oksininin kullanılmasıyla ulaşılmıştır. Bu bilgiler ışığında, eksplant başına daha yüksek ortalama sürgün sayısı elde etmek amacıyla DKW besin ortamında BAP konsantrasyonunun artırılması ve eksplant başına daha yüksek ortalama kök sayısı ve uzunluğu elde etmek amacıyla da IBA konsantrasyonunun azaltılması önerilebilir.

Farklı konsantrasyonlarda BAP ve IBA bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonlarını değerlendirmek amacıyla, Sarılop çeşidinde sürgün rejenerasyonunun sağlanması için DKW besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Kültüre alınan nod eksplantlarında genellikle alttan sürgün oluşumlarının gerçekleştiği ve çoğunlukla da 1 ya da 2 adet sürgün olduğu gözlemlenmiştir. 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında ise çoklu sürgün (3-5 adet) oluşumu sağlanmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (3,2 adet) DS-15 kodlu (2 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA) DKW besin ortamında ulaşılmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,43 cm) ve en yüksek ortalama nod sayısı (2,53 adet) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunda, en yüksek ortalama yaprak sayısı (6,10 adet) 1 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunda, en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (0,91 cm) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunda, en yüksek kök rejenerasyonu (%53,33) ve en yüksek ortalama kök sayısı (0,53 adet) 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonunda, en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,17 cm) 0,5 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA'nın kombinasyonundaki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonunu içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. BAP konsantrasyonundaki artış ile 0,5 IBA'nın kombinasyonu sürgün ve kök sayısı üzerinde, BAP konsantrasyonundaki azalış ile 0,5 IBA'nın kombinasyonu sürgün uzunluğu, nod sayısı, yaprak sayısı ve uzunluğu ve kök uzunluğu üzerinde olumlu

bir etki yaratmıştır. Sürgün rejenerasyonunun artırılması için daha yüksek konsantrasyonlarda BAP ile daha düşük konsantrasyonlarda IBA'nın kombinasyonunu içeren DKW besin ortamlarında denemeler gerçekleştirilebilir.

Sarılop çeşidinde sürgün rejenerasyonunun sağlanması için, 6 farklı çeşitte kültür kabı ile 2 farklı LED ışık koşulunun etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA içeren DKW bazal besin ortamı denemesi gerçekleştirilmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün sayısı (2,33 adet) 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamında elde edilmiştir. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,57 cm) ve nod sayısı (2,68 adet) 55 mL'lik cam tüp kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda, en yüksek ortalama yaprak sayısı (4,96 adet) 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile en yüksek ortalama yaprak uzunluğu (0,89 cm) Magenta kültür kabı ile 4500 lüks beyaz LED ışık koşulundaki interaksyonda, en yüksek kök rejenerasyon yüzdesi (%86,67), en yüksek ortalama kök sayısı (0,90 adet) ve en yüksek ortalama kök uzunluğu (0,34 cm), 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulundaki interaksyonda, 2 mg/L BAP ve 0,5 mg/L IBA içeren DKW besin ortamlarında ulaşılmıştır. Bu nedenle elde edilen veriler doğrultusunda, 4500 lüks beyaz LED ışığın 265 mL'lik cam kavanoz kültür kabı ile interaksyonu, sürgün sayısı ve yaprak sayısındaki artış üzerinde olumlu bir etki yaratmıştır. 2:1 kırmızı-mavi LED ışık (600 lüks) koşulunun ise sürgün uzunluğu, nod sayısı, yaprak uzunluğu, kök sayısı ve uzunluğu üzerinde olumlu bir artış elde edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında, eksplant başına daha yüksek ortalama sürgün sayısı ve uzunluğu, nod sayısı, yaprak sayısı ve uzunluğu ile kök sayısı ve uzunluğu elde etmek amacıyla farklı tipte kültür kabı ile farklı ışık şiddetinde ve renginde LED ışık aydınlatmalı denemelerin gerçekleştirilmesi önerilebilir.

Altkültür sayısının çoğaltım katsayısına etkisini değerlendirmek amacıyla, sürgün rejenerasyon denemelerinden elde edilen Sarılop çeşidindeki eksplantlar, 4 haftalık aralıklarla 4 kez altkültüre alınmıştır. En yüksek çoğaltım katsayısı (3,27), 3. altkültürde en yüksek düzeye ulaşmıştır. 4. altkültürde tekrar bir düşüş gerçekleşmiştir. Daha yüksek çoğaltım katsayısının elde edilebilmesi için altkültür

sayısının artırılmasında fayda bulunmaktadır. Ayrıca farklı dozlarda hormon kombinasyonlarını içeren yarı-katı veya sıvı besin ortamlarında çeşitli LED ışıkları altında kültür kabı veya biyoreaktör sistemleri kullanılarak altkültürlemenin etkisinin artırılmaya çalışılması önerilebilir.

Altkültür sayısının ortalama sürgün uzunluğuna, yaprak uzunluğuna, kök rejenerasyon yüzdesine ve kök sayısına ve uzunluğuna etkisini değerlendirmek amacıyla Sarılop çeşidindeki eksplantlar 4 kez altkültür uygulanmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama sürgün uzunluğu (1,62 cm), yaprak uzunluğu (1,30 cm), kök rejenerasyon yüzdesi (%56,67), kök sayısı (0,57 adet) ve kök uzunluğu (0,28 cm) 1. altkültürde elde edilmiştir. Bu nedenle elde edilen veriler sonucunda, altkültür sayısının sürgün uzunluğu, yaprak uzunluğu, kök sayısı ve kök uzunluğu açısından devam ettirilmesi önerilmemektedir. Bununla birlikte, altkültürlemenin etkisinin artırılması için eksplantların sıvı veya yarı-katı gibi uygun besin ortamı kompozisyonlarında kültüre alınarak farklı renklerdeki LED veya floresan ışığı altında çeşitli kültür kaplarının denenmesi önerilebilir.

Altkültür sayısının nod sayısına, yaprak sayısına etkisini değerlendirmek amacıyla Sarılop çeşidindeki eksplantlar 4 kez altkültüre alınmıştır. Eksplant başına en yüksek ortalama nod sayısı (2,39 adet) ve yaprak sayısı (6,06 adet) 2. altkültürde en yüksek düzeye ulaşmıştır. Daha yüksek nod sayısı ve yaprak sayısına erişebilmek amacıyla altkültür sayısının artırılması önerilebilir. Ayrıca farklı hormon kombinasyonlarını içeren yarı-katı veya sıvı besin ortamları ile çeşitli LED ışığı kültür koşulları ele alınarak altkültürlemenin etkisinin artırılmaya çalışılması önerilebilir.

In vitro koşullarda, 4500 lüks beyaz LED ışık altında ve 2 mg/L BAP + 0,5 mg/L IBA besin ortamından elde edilen Sarılop çeşidine ait 20 adet köklü bitkicik seçilerek 4 hafta sonra aklimatize edilmiştir. Aklimatizasyon başarısı %70 olarak kaydedilmiştir. Sürgünlerin sağkalım oranının artırılması amacıyla sürgünler, köklerinin uzamasını sağlayan besin ortamlarını içeren hidroponik bir sistem aracılığıyla denemeler gerçekleştirilerek daha etkin sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ahmad, H., Stănică, F. and Stanciu, V.,** 2018, Cuttings propagation of some fig genotypes (*Ficus carica*), *Scientific Papers*, 62, 241-244 pp.
- Ahmed-Amen, K. I., Shaaban, M. M., El-Azab, D. S. and Fathy, R. M.,** 2014, *In vitro* propagation of some fig (*Ficus carica* L.) cultivars, *International Journal of Academic Research*, 6(6), 382-389 pp.
- Akin, M., Eydurhan, E., Niedz, R. P. and Reed, B. M.,** 2017, Developing hazelnut tissue culture medium free of ion confounding, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 130, 483-494 pp.
- Aksoy U. ve Şahin N.,** 2001, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, *İncir Çeşit Kataloğu*, Merkez İkmal Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 83s.
- Aksoy, U.,** 1997, Why figs? An old taste and a new perspective, In *I International Symposium on Fig 480*, 25-26 pp.
- Algül, B. E., Tekintaş, F. E. ve Dalkılıç, G. G.,** 2016, Bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı ve içsel hormonların biyosentezini artırıcı uygulamalar, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 87-95 ss.
- Ali, B., Mujeeb, M., Aeri, V., Mir, S. R., Faiyazuddin, M. and Shakeel, F.,** 2012, Anti-inflammatory and antioxidant activity of *Ficus carica* Linn. Leaves, *Natural product research*, 26(5), 460-465 pp.
- Aljane, F., Essid, A. and Nahdi, S.,** 2018, Improvement of fig (*Ficus carica* L.) by conventional breeding and biotechnology, *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits*, 3, 343-375 pp.
- Ammar, A., Aissa, I. B., Gouiaa, M. and Mars, M.,** 2022, Fig (*Ficus carica* L.) vulnerability to climate change: Combined effects of water stress and high temperature on ecophysiological behaviour of different cultivars, *South African Journal of Botany*, 147, 482-492 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim 1,** 2023, “Mastering Horticulture”,
<http://masteringhorticulture.blogspot.com/2016/03/have-you-really-seen-fig-flower.html> (Erişim tarihi: 27 Mart 2023)
- Anonim 2,** 2023, “The Integrated Taxonomic Information System (ITIS)”,
www.itis.gov, <https://doi.org/10.5066/F7KH0KBB>, Reference for: *Ficus carica*,
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=19093#null (Erişim tarihi: 26 Mart 2023)
- Anonim 3,** “TC. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü”,
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari> (Erişim tarihi: 16 Mart 2022)
- Anonim 4,** 2023, “Cultivation Consumables”,
<https://labassociates.com/products/cultivation-consumables/culture-tubes> (Erişim tarihi: 12 Nisan 2023)
- Anonim 5,** 2023, “Accessories & Equipment”,
<https://www.plantmedia.com/pages/accessories-equipment> (Erişim tarihi: 12 Nisan 2023)
- Anonim 6,** “Duchefa Catalogue”, 2010-2012, Biochemicals Plant Cell and Tissue Culture, Duchefa Biochemie BV, Haarlem, Netherlands,
<https://www.duchefa-biochemie.com/brochure> (Erişim tarihi: 12 Nisan 2023)
- Anonim 7,** “Cultivation Consumables”,
<https://labassociates.com/products/cultivation-consumables/inventi-cultivation-vessels-with-filters> (Erişim tarihi: 21 Eylül 2023)
- Armstrong W. P.,** 2012, “Sex life of figs: coevolution of a tree & minute wasp”, Palomar.Edu, <https://www2.palomar.edu/users/warmstrong/pljun99b.htm> (Erişim tarihi: 25 Mart 2023)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Arpacı, S., Konak, R. and Çiçek, E.,** 2018, A national value: Turkish figs, In *XXX. International Horticultural Congress*, 12-16 pp.
- Arve, L. E., Terfa, M. T., Gislerød, H. R., Olsen, J. E. and Torre, S.,** 2013, High relative air humidity and continuous light reduce stomata functionality by affecting the ABA regulation in rose leaves, *Plant, Cell & Environment*, 36(2), 382-392 pp.
- Ayar A.,** 2018, Tescile esas Sarılop incir klonlarının verim ve meyve kalitesi yönünden incelenmesi, Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 106s.
- Ayar, A., Seferoğlu, H. ve Belge, A.,** 2022, Sarılop incir klonlarının fenolojik gözlem verileri ve ağaç gelişim özellikleri yönünden değerlendirilmesi, *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 4(2), 43-54s.
- Ayar, A., Şahin, B., Mutlu, D., Özen, M., Belge, A. and Karacaoğlu, Ç.,** 2023, Fig (*Ficus carica* var. *domestica* L.) genetic resources conservation and characterization, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 5(1), 1-19 pp.
- Aygun, A. and Dumanoglu, H.,** 2015, *In vitro* shoot proliferation and *in vitro* and *ex vitro* root formation of *Pyrus elaeagnifolia* Pallas, *Frontiers in plant science*, 6, 225, 1-8 pp.
- Aytürk, Ö.,** 2016, Dioik *Ficus carica* L. (İncir)'de dişi, gal ve erkek çiçek gelişiminin mikroskopik ve moleküler yöntemler ile karşılaştırılması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 175s.
- Azhar, N. A. and Zainuddin, Z.,** 2020, Tissue culture of *Ficus carica* variety BTM-6, *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture (MJSA)*, 4(1), 26-28 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Aziz, N. H. A., Sarnin, S. S., Othman, K. A., Wahab, N., Misman, N. and Hashim, A. T.**, 2010, Supervisory data acquisition of temperature and humidity in oil palm tissue culture laboratory, In *2010 Second International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation*, 470-475 pp.
- Azmi, F. M., Tajudin, N. S., Shahari, R. and Amri, C. N. A. C.**, 2020, Planted on bris soil effected by chicken manure amendments, *Journal Clean WAS (JCleanWAS)*, 4(2), 61-65 pp.
- Babaoğlu, M., Gürel, E. ve Özcan, S.**, 2001, Bitki Biyoteknolojisi, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları
- Baday, S. J.**, 2018, Plant tissue culture, *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 4(4), 997-990 pp, ISSN: 2455-6939.
- Badgujar, S. B., Patel, V. V., Bandivdekar, A. H. and Mahajan, R. T.**, 2014, Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*: A review, *Pharmaceutical biology*, 52(11), 1487-1503 pp.
- Barbosa, W., Pio, R., de Arruda Veiga, R. F., Chagas, E. A. and Feldberg, N. P.**, 2008, Efeito de concentrações do AIB no enraizamento *in vitro* de cultivares de figueira, *Biosci. J.*, 24(2), 1-6 pp.
- Barolo, M. I., Mostacero, N. R. and López, S. N.**, 2014, *Ficus carica* L. (Moraceae): An ancient source of food and health, *Food chemistry*, 164, 119-127 pp.
- Barutçu, E.**, 2011, İncir mozaik hastalığı etmenlerinin tanılanması ve genomik karakterizasyonu, Doktora Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 159s.
- Batista, D. S., Felipe, S. H. S., Silva, T. D., de Castro, K. M., Mamedes-Rodrigues, T. C., Miranda, N. A. ... and Otoni, W. C.**, 2018, Light quality in plant tissue culture: does it matter? *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 54, 195-215 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bay, D.**, 2012, Bursa siyahı incir bitkisi (*Ficus carica* L.)’nde K, Ca, Mg ve P besin elementlerinin mevsimsel değişimlerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 85s.
- Bayoudh, C., Labidi, R., Majdoub, A. and Mars, M.**, 2015, *In vitro* propagation of caprifig and female fig varieties (*Ficus carica* L.) from shoot-tips, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17: 1597-1608 pp.
- Bayraktar, M., Hayta, S., Parlak, S. and Gurel, A.**, 2015, Micropropagation of centennial tertiary relict trees of *Liquidambar orientalis* Miller through meristematic nodules produced by cultures of primordial shoots, *Trees*, 29, 999-1009 pp.
- Bell, R. L., Srinivasan, C. and Lomberg, D.**, 2009, Effect of nutrient media on axillary shoot proliferation and preconditioning for adventitious shoot regeneration of pears, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 45, 708-714 pp.
- Bello-Bello, J. J., Martínez-Estrada, E., Caamal-Velázquez, J. H. and Morales-Ramos, V.**, 2016, Effect of LED light quality on *in vitro* shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews), *African Journal of Biotechnology*, 15(8), 272-277 pp.
- Bello-Bello, J. J., Perez-Sato, J. A., Cruz-Cruz, C. A. and Martínez-Estrada, E.**, 2017, Light-emitting diodes: Progress in plant micropropagation, *InTech*, 6(1), 93-103 pp.
- Ben Temessek, M., Talbi, W., Chrifa, H. and Fattouch, S.**, 2023, Fig (*Ficus carica* L.) production and yield. in fig (*Ficus carica*): Production, processing and properties, *Cham: Springer International Publishing*, 259-282 pp.
- Benou, K., Ioannou, D. and Moustakas, N.**, 2020, Seasonal variations in leaf nutrient concentrations in three fig (*Ficus carica* L.) varieties, *Journal of Elementology*, 25(4), 1563-1579 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Berg, C. C.**, 1977, Revisions of African Moraceae (excluding *Dorstenia*, *Ficus*, *Musanga* and *Myrianthus*), *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*, 47: 267 – 407 pp.
- Berg, C. C.**, 2001, Moreae, Artocarpeae, and *Dorstenia* (Moraceae) with introductions to the family and *Ficus* and with additions and corrections to Flora Neotropica Monograph, New York Botanical Garden, New York, *Flora Neotropica, Monograph*, 83: 292-299 pp.
- Berg, C. C.**, 2003, Flora Malesiana precursor for the treatment of Moraceae 1: the main subdivision of *Ficus*: the subgenera, *Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 48(1), 166-177 pp.
- Berg, C. C., Corner E. J. H. and Jarrett F. M.**, 2006, Moraceae – genera other than *Ficus*, In: Nooteboom H, Leiden: Nationaal Herbarium Nederland, *Flora Malesiana series I – seed plants*, 17(1): 154p, ISBN: 9789071236648.
- Bey, M. B. and Louaileche, H.**, 2015, A comparative study of phytochemical profile and in vitro antioxidant activities of dark and light dried fig (*Ficus carica* L.) varieties, *The Journal of Phytopharmacology*, 4(1), 41-48 pp.
- Beyl, C. A.**, 2018, Getting started with tissue culture—media preparation, sterile technique, and laboratory equipment. In *Plant tissue culture concepts and laboratory exercises*, 21-38 pp.
- Bhatia, S. and Sharma, K.**, 2015, Micropropagation, Modern Applications of Plant Biotechnology in Pharmaceutical Sciences, 361-368 p.
- Bhojwani, S. S. and Dantu, P. K.**, 2013, Micropropagation, In *Plant tissue culture: An introductory text*, Springer, India, 309p.
- Bhojwani, S. S. and Razdan, M. K.**, 1996, *Plant tissue culture: theory and practice* a Revised Edition. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 749p.
- Bijalwan, P.**, 2021, Plant tissue culture-A new tool for vegetable improvement (Indian scenario): A review, *Agricultural Reviews*, 42(2), 235-239 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Boliani, A. C., Ferreira, A. F. A., Monteiro, L. N. H., Silva, M. S. A. C. D. and Rombola, A. D.**, 2019, Advances in propagation of *Ficus carica* L, *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41pp, DOI: 41. 10.1590/0100-29452019026.
- Borkheyli, M., Miri, M. S., and Nabigol, A.**, 2021, *In vitro* multiplication and rooting of GF677 rootstock, *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 4(2), 243-252 pp.
- Bouyahya, A., Bensaid, M., Bakri, Y. and Dakka, N.**, 2016, Phytochemistry and ethnopharmacology of *Ficus carica*, *Int J Biochem Res Rev*, 14(1), 1-12 pp.
- Brown, D. C. W. and Thorpe, T. A.**, 1995, Crop improvement through tissue culture, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 11, 409-415 pp.
- Brum, G. R., PasquaL, M., Silva, A. B. and Chalfun, N. N. J.**, 2001, Sucrose, culture media, and their interactions during *in vitro* proliferation of ‘Roxo de Valinhos’ (*Ficus carica* L.), In *II International Symposium on Fig 605*, 131-135 pp.
- Buddendorf-Joosten, J. M. C. and Woltering, E. J.**, 1994, Components of the gaseous environment and their effects on plant growth and development *in vitro*, *Plant Growth Regulation*, 15, 1-16 pp.
- Butu, M. and Rodino, S.**, 2019, Fruit and vegetable-based beverages—Nutritional properties and health benefits, *In Natural beverages*, 303-338 pp.
- Cardoso, J. C., Sheng Gerald, L. T. and Teixeira da Silva, J. A.**, 2018, Micropropagation in the twenty-first century, *Plant cell culture protocols*, 17-46 pp, DOI: 10.1007/978-1-4939-8594-4_2.
- Cavallaro, V., Pellegrino, A., Muleo, R. and Forgione, I.**, 2022, Light and plant growth regulators on *in vitro* proliferation, *Plants*, 11(7), 844p.
- Chandra, S., Bandopadhyay, R., Kumar, V. and Chandra, R.**, 2010, Acclimatization of tissue cultured plantlets: from laboratory to land, *Biotechnology letters*, 32, 1199-1205 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chaudhary, L. B., Sudhakar, J. V., Kumar, A., Bajpai, O., Tiwari, R. and Murthy, G. V. S.,** 2012, Synopsis of the genus *Ficus* L. (Moraceae) in India, *Taiwania*, 57(2), 193-216 pp.
- Chawla, A., Kaur, R. and Sharma, A. K.,** 2012, *Ficus carica* Linn.: A review on its pharmacognostic, phytochemical and pharmacological aspects, *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*, 1(4), 215-232 pp.
- Chen, C.,** 2004, Humidity in plant tissue culture vessels, *Biosystems Engineering*, 88(2), 231-241 pp, DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2004.02.007.
- Chen, L., Xue, X., Yang, Y., Chen, F., Zhao, J., Wang, X., ... and Hu, Y.,** 2018, Effects of red and blue LEDs on *in vitro* growth and microtuberization of potato single-node cuttings, *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 5(2), 197-205 pp.
- Chimdessa E.,** 2020, Composition and preparation of plant tissue culture medium, *Tissue Culture and Bioengineering*, 3: 120, DOI: <https://doi.org/10.29011/2688-6502.000020>.
- Chiumenti, M., Campanale, A., Bottalico, G., Minafra, A., De Stradis, A., Savino, V. and Martelli, G. P.,** 2013, Sanitation trials for the production of virus-free fig stocks, *Journal of Plant Pathology*, 655-658 pp.
- Clement, W. L. and Weiblen, G. D.,** 2009, Morphological evolution in the mulberry family (Moraceae), *Systematic Botany*, 34(3), 530-552 pp.
- Costa, É. L. G., Farnese, F. D. S., de Oliveira, T. C., Rosa, M., Rodrigues, A. A., Resende, E. C. ... and Silva, F. G.,** 2021, Combinations of blue and red LEDs increase the morphophysiological performance and furanocoumarin production of *Brosimum gaudichaudii* Trécul *in vitro*, *Frontiers in Plant Science*, 12, 680545.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Crisosto, H., Ferguson, L., Bremer, V., Stover, E. and Colelli, G.,** 2011, Fig (*Ficus carica* L.), In postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits, *Woodhead Publishing*, 134-160 pp,
- Czaja, E. A. R., Moreira, R. R., Rozwalka, L. C., Figueiredo, J. A. G. and Mio, L. L. M. D.,** 2016, Gray mold in immature fig fruit: pathogenicity and growth temperature, *Ciência Rural*, 46, 1524-1527 pp.
- Çalışkan, O. and Polat, A. A.,** 2011, Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from the eastern Mediterranean region of Turkey, *Scientia Horticulturae*, 128(4), 473-478 pp.
- Çalışkan, O. and Polat, A. A.,** 2012, Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L.) accessions sampled from the eastern mediterranean region of Turkey, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(2), 179-193 pp.
- Çalışkan, O.,** 2012, Türkiye’de sofralık incir yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve geleceği, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 71-87 s.
- Çalışkan, O.,** 2015, Mediterranean figs (*Ficus carica* L.) functional food properties, In *The Mediterranean Diet*, Academic Press, Elsevier, 629-637 pp.
- Çalışkan, O., Bayazit, S., Ilgin, M. and Karatas, N.,** 2017, Morphological diversity of caprifig (*Ficus carica* var. *caprificus*) accessions in the eastern Mediterranean region of Turkey: Potential utility for caprification, *Scientia Horticulturae*, 222, 46-56 pp.
- Çatmadım, G.,** 2014, Aydın ili kuyucak ilçesinde (Büyük Menderes Ovası) yetiştirilen Sarılop ve Bursa Siyahı incir çeşitlerinde meyve gelişimlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 61s.
- da Silva, J. A., Solis-Gracia, N., Jifon, J., Souza, S. C. and Mandadi, K. K.,** 2020, Use of bioreactors for large-scale multiplication of sugarcane (*Saccharum* spp.), energy cane (*Saccharum* spp.), and related species, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 56(3), 366-376 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dagla, H. R.**, 2012, Plant tissue culture: Historical developments and applied aspects, *Resonance*, 17(8), 759-767 pp.
- Danial, G. H., Ibrahim, D. A., Brkat, S. A. and Khalil, B. M.**, 2014, Multiple shoots production from shoot tips of fig tree (*Ficus carica* L.) and callus induction from leaf segments, *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*, 20(1), 117-124 pp.
- Darwesh, H. Y., Bazaid, S. A. and Abu Samra, B. N.**, 2014, *In vitro* propagation method of *Ficus carica* at Taif governorate using tissue culture technique, *International Journal of Advanced Research*, 2(6), 756-761 pp.
- Das, D. K., Prakash, N. S. and Bhalla-Sarin, N.**, 1998, An efficient regeneration system of black gram (*Vigna mungo* L.) through organogenesis, *Plant Science*, 134(2), 199-206 pp.
- Datta, S. K., Chakraborty, D. and Janakiram, T.**, 2017, Low cost tissue culture: an overview, *The Journal of Plant Science Research*, 33(2), 181-199 pp.
- Debergh, P., De Riek, J. and Matthys, D.**, 1994, Nutrient supply and growth of plants in culture, *Physiology, growth and development of plants in culture*, 58-68 pp.
- Deepa, P., Sowndhararajan, K., Kim, S. and Park, S. J.**, 2018, A role of *Ficus* species in the management of diabetes mellitus: A review, *Journal of Ethnopharmacology*, 215, 210-232 pp.
- Demiralay, A., Yalçın-Mendi, Y., Aka-Kaçar, Y. and Cetiner, S.**, 1997, *In vitro* propagation of *Ficus carica* L. var. Bursa Siyahi through meristem culture, In *I International Symposium on Fig*, 480, 165-168 pp.
- Derraik, J. G. and Rademaker, M.**, 2007, Phytophotodermatitis caused by contact with a fig tree (*Ficus carica*), *The New Zealand Medical Journal (Online)*, 120(1261): U2720, PMID: 17867224.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dessoky, E. D. S., Attia, A. O. and Mohamed, E. A. A.,** 2016, An efficient protocol for *in vitro* propagation of fig (*Ficus carica* sp) and evaluation of genetic fidelity using RAPD and ISSR markers, *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 4(4), 057-063 pp.
- Devi, T.S. and Das, A.K.,** 2016, Occurrence of *Ficus fulva* Reinwardt ex Blume (Moraceae) in Senapati district: a new distributional record for the state of Manipur, *East Himalayan Society for Spermatophyte Taxonomy*, India Pleione, 10(1): 186-188 pp.
- Dhage, S., Chimote, Vivek., Pawar, Bhausaheb., Kale., A.A. and Pawar, Sv.,** 2015, Development of an efficient *in vitro* regeneration protocol in fig (*Ficus carica* L.), *Journal of Applied Horticulture*, 17, 160-164 pp.
- Díaz-Rueda, P., Cantos-Barragán, M. and Colmenero-Flores, J. M.,** 2021, Growth quality and development of olive plants cultured *in-vitro* under different illumination regimes, *Plants*, 10(10), 2214p.
- Dolgun, O. and Tekintas, F. E.,** 2009, Effective use of vegetative material in fig (*Ficus carica* L.) nursery plant production, *African Journal of Agricultural Research*, 4(8), 701-706 pp.
- dos Reis de Oliveira, T., Balfagón, D., Sousa, K. R. D., Aragão, V. P. M., de Oliveira, L. F., Floh, E. I. S., ... and Santa-Catarina, C.,** 2022, Long-term subculture affects rooting competence via changes in the hormones and protein profiles in *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae) shoots, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 148:137–153 pp.
- Driver, J.A. and Kuniyuki, A.H.,** 1984, *In vitro* propagation of Paradox walnut rootstock, *Hort. Sci.* 19, 507–509 pp.
- Dutta Gupta, S. and Jatothu, B.,** 2013, Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in *in vitro* plant growth and morphogenesis, *Plant biotechnology reports*, 7, 211-220 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ek, N. H.**, 2011, Bazı incir (*Ficus carica* L.) çeşitlerinin rakıma bağlı olarak antioksidan vitaminler, glutatyon ve malondialdehit düzeylerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 59s.
- El-Gedawey, H. I., Abido, A. I. and Gaber, M. K.**, 2020, Impact of kinetin and benzyladenine on growth performance of Croton *in vitro*, *Alexandria Science Exchange Journal*, 41(3), 381-391 pp.
- Ercisli, S., Tosun, M., Karlidag, H., Dzubur, A., Hadziabulic, S. and Aliman, Y.**, 2012, Color and antioxidant characteristics of some fresh fig (*Ficus carica* L.) genotypes from Northeastern Turkey, *Plant Foods for Human Nutrition*, 67, 271-276 pp.
- Erdeğer, Ş. N.**, 2019, İncir (*Ficus carica* L.) genomunda sekans temelli Ssr (Basit dizi tekrarı) markörlerinin geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 51s.
- Espinosa-Leal, C. A., Puente-Garza, C. A. and García-Lara, S.**, 2018, *In vitro* plant tissue culture: means for production of biological active compounds, *Planta*, 248, 1-18 pp, DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2910-1>.
- Fan, C., Manivannan, A. and Wei, H.**, 2022, Light quality-mediated influence of morphogenesis in micropropagated horticultural crops: A comprehensive overview, *BioMed Research International*, 2022, 1, 11p.
- FAOSTAT.**, 2022, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim tarihi: 14 Mart 2022).
- Ferdous, M. H., Billah, A. M., Mehraj, H., Taufique, T. and Uddin, A. F. M. J.**, 2015, BAP and IBA pulsing for *in vitro* multiplication of banana cultivars through shoot-tip culture, *Journal of bioscience and agriculture research*, 3(02), 87-95 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ferreira, E. A. and Pasqual, M.,** 2005, *Ficus carica* L. produced by micropropagation, In *International Symposium on Biotechnology of Temperate Fruit Crops and Tropical Species* 738, 437-441 pp.
- Ferreira, E. A. and Pasqual, M.,** 2008, Protocol optimization for micropropagation of 'Roxo de Valinhos' fig tree, *Ciência Rural*, 38, 1149-1153 pp.
- Flaishman, M. A., Rodov, V. and Stover, E.,** 2008, The fig: botany, horticulture, and breeding, *Horticultural Reviews*, 34, 113 – 196 pp, DOI: 10.1002/9780470380147.ch2.
- Fráguas, C. B., Pasqual, M. and Pereira, A. R.,** 2004a, Multiplicação *in vitro* de *Ficus carica* L.: efeito da cinetina e do ácido giberélico, *Ciência e Agrotecnologia*, 28, 49-55 pp.
- Fráguas, C. B., Pasqual, M., Dutra, L. F. and Cazetta, J. O.,** 2004b, Micropropagation of fig (*Ficus carica* L.) 'Roxo de Valinhos' plants, *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 40, 471-474 pp.
- Francis, J K.,** 2004, Tropical Ecosystems, *Ficus* spp. (and other important Moraceae), *Encyclopedia of Forest Sciences*, Elsevier, 1699-1704 pp, ISBN 9780121451608, <https://doi.org/10.1016/B0-12-145160-7/00196-4>.
- Gaaliche, B., Majdoub, A., Trad, M. and Mars, M.,** 2013, Assessment of pollen viability, germination, and tube growth in eight tunisian caprifig (*Ficus carica* L.) cultivars, *International Scholarly Research Notices* (ISRN Agronomy), 2013; 4p, DOI: 10.1155/2013/207434.
- Gafoor H., Bhattacharje A., Hegde K. and Shabaraya A.R.,** 2019, *Ficus carica*: A brief review, *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 59(2), 40-43 pp.
- Gaikwad, A. V., Singh, S. K. and Gilhotra, R.,** 2017, Plant tissue culture-A review, *Journal of Pharmaceutical Research & Education*, 2(1), 217-220 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gamborg, O.L., Miller, R.A. and Ojima, K.,** 1968, Nutrient requirements of suspension culture of soybean root cells, *Exp. Cell. Res*, 50, 15–158 pp.
- García-González, R., Quiroz, K., Carrasco, B. and Caligari, P.,** 2010, Plant tissue culture: Current status, opportunities and challenges, *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 37(3): 5-30 pp.
- Gaspar, T., Kevers, C., Penel, C., Greppin, H., Reid, D. M. and Thorpe, T. A.,** 1996, Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture, *In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 32, 272-289 pp.
- George, E. F., Hall, M. A. and De Klerk, G. J.,** 2008, Plant Propagation by Tissue Culture, Springer, Dordrecht, 501p.
- George, P. and Manuel, J.,** 2013, Low cost tissue culture technology for the regeneration of some economically important plants for developing countries, *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 6(Special Issue): 703-711 pp.
- Girelli, G. A., Canova, D. V., Lerin, L. C. and Borsa, V. G. L.,** 2023, Different types of light in the production of Coriander seedlings, *International Journal of Biological and Natural Sciences*, 3(3), 4p, ISSN 2764-1813.
- Greenway, M. B., Phillips, I. C., Lloyd, M. N., Hubstenberger, J. F. and Phillips, G. C.,** 2012, A nutrient medium for diverse applications and tissue growth of plant species *in vitro*, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 48, 403-410 pp.
- Gül Y.,** 2017, Siirt yöresi incir (*Ficus Carica* L.) genetik kaynaklarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 118s.
- Güney, İ. G., Bozoğlu, T., Özer, G., Türkölmez, Ş. and Derviş, S.,** 2022, First report of *Neoscytalidium dimidiatum* associated with dieback and canker of common fig (*Ficus carica* L.) in Turkey, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(3), 701-705 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Günver, G. and Ertan, E., 1997**, A study on the propagation of figs by the tissue culture techniques, In *I International Symposium on Fig*, 480, 169-172 pp.
- Gürel, A., Hayta, Ş., Nartop, P., Bayraktar, M. ve Fedakar, S. O., 2013**, Bitki Hücre, Doku ve Organ Kültürü Uygulamaları, Ege Üniversitesi Yayınları Mühendislik Fakültesi Yayın No: 58, 221s.
- Hajam, M. A., Hassan, G. I., Bhat, T. A., Bhat, I. A., Rather, A. M., Parray, E. A., ... and Khan, I. F., 2017**, Understanding plant growth regulators, their interplay: For nursery establishment in fruits, *International Journal of Chemical Studies*, 5(5), 905-910 pp.
- Hajam, T. A. and Saleem, H., 2022**, Phytochemistry, biological activities, industrial and traditional uses of fig (*Ficus carica*): A review, *Chemico-Biological Interactions*, 368: 110237, DOI: 10.1016/j.cbi.2022.110237, PMID: 36288779.
- Hayati, M. and Kesumawati, E., 2021**, Response of *in vitro* propagated fig (*Ficus carica* L.) shoots to the concentrations of benzyl amino purine and coconut water, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 922(1) 012067p, DOI: 10.1088/1755-1315/922/1/012067.
- Hazarika, B. N., 2006**, Morpho-physiological disorders in *in vitro* culture of plants, *Scientia horticulturae*, 108(2), 105-120 pp.
- Hazra, S., Kulkarni, A. V., Nalawade, S. M., Banerjee, A. K., Agrawal, D. C. and Krishnamurthy, K. V., 2000**, Influence of explants, genotypes and culture vessels on sprouting and proliferation of pre-existing meristems of cotton (*Gossypium hirsutum* L. and *Gossypium arboreum* L.). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 36, 505-510 pp.
- He, C., Zeng, Y., Fu, Y., Wu, J. and Liang, Q., 2020**, Light quality affects the proliferation of *in vitro* cultured plantlets of *Camellia oleifera* Huajin, *PeerJ*, 8, e10016, 14p, DOI: 10.7717/peerj.10016.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Heiskanen, V. and Hamblin, M. R.,** 2018, Photobiomodulation: lasers vs. light emitting diodes? *Photochemical and Photobiological Sciences*, 17(8), 1003-1017 pp.
- Hepaksoy, S. and Aksoy, U.,** 2005, *In vitro* propagation of *Ficus carica* cv. Sarılop clone selected for its high performance, In *III International Symposium on Fig*, 798, 199-204 pp.
- Hepaksoy, S. and Aksoy, U.,** 2006, Propagation of *Ficus carica* L. clones by *in vitro* culture, *Biol. Plant.* 50 (3), 433–436 pp.
- Hesami, M., Adamek, K., Pepe, M., and Jones, A. M. P.,** 2023, Effect of explant source on phenotypic changes of *in vitro* grown Cannabis plantlets over multiple subcultures, *Biology*, 12(3), 443, 2-13 pp.
- Hesar, A. A., Kaviani, B., Tarang, A. and Zanjani, S. B.,** 2011, Effect of different concentrations of kinetin on regeneration of ten weeks (*Matthiola incana*), *Plant Omics J*, 4(5), 236-238 pp.
- Hiwale, S.,** 2015, Fig (*Ficus carica*), *Sustainable Horticulture in Semiarid Dry Lands*, Springer, 159-175 pp.
- Hosseinpour, B., Bouzari, N., Didar, Z., Masoumian, M., Ghaemmaghani, S. A., Ebrahimi, A., ... and Farvardin, A.,** 2015, High frequency *in vitro* propagation of M× M60, a cherry rootstock: the effects of culture media and growth regulators, *Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 4(2), 28-36 pp.
- Huang, C. and Chen, C.,** 2005, Physical properties of culture vessels for plant tissue culture, *Biosystems engineering*, 91(4), 501-511 pp.
- Huang, Y., Li, J., Yang, Z., An, W., Xie, C., Liu, S. and Zheng, X.,** 2022, Comprehensive analysis of complete chloroplast genome and phylogenetic aspects of ten *Ficus* species, *BMC Plant Biology*, 22(1), 1-15 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hussain, A., Qarshi, I. A., Nazir, H. and Ullah, I.**, 2012, Plant tissue culture: current status and opportunities, *Recent advances in plant in vitro culture*, 6(10), 1-28 pp.
- Hussain, S. Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T. and Bhat, T. A.**, 2021, Fig (*Ficus carica*) morphology, taxonomy, composition and health benefits, in *fruits grown in highland regions of the himalayas: Nutritional and Health Benefits* Cham: Springer International Publishing, 77-90 pp.
- Idowu, P. E., Ibitoye, D. O. and Ademoyegun, O. T.**, 2009, Tissue culture as a plant production technique for horticultural crops, *African Journal of Biotechnology*, 8(16), 3782-3788 pp, ISSN: 1684-5315.
- Isa, M. M., Jaafar, M. N., Kasim, K. F. and Mutalib, M. F. A.**, 2020, Cultivation of fig (*Ficus carica* L.) as an alternative high value crop in Malaysia: A brief review, In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, *IOP Publishing*, 864, 012134p, DOI: 10.1088/1757-899X/864/1/012134.
- Ishnaiwer A. K.**, 2023, Antioxidant, phytochemical, nutritional composition, and biological activity of selected fig genotypes (*Ficus carica* L.), MSc Thesis, Hebron University, 93p.
- Ivanov, I., Dincheva, I., Badjakov, I., Petkova, N., Denev, P. and Pavlov, A.**, 2018, GC-MS analysis of unpolar fraction from *Ficus carica* L.(fig) leaves, *International Food Research Journal*, 25(1), 282-286 pp.
- Joseph, B. and Raj, S. J.**, 2010, Phytopharmacological and phytochemical properties of three *Ficus* species-an overview, *Int J Pharma Bio Sci*, 1(4), 246-253 pp.
- Kaçar, Y. A., Biçen, B., Varol, I., Mendi, Y. Y., Serçe, S. and Çetiner, S.**, 2010, Gelling agents and culture vessels affect *in vitro* multiplication of banana plantlets, *Genetics and Molecular Research*, 9(1), 416-424 pp.
- Kärkönen, A., Santanen, A., Iwamoto, K. and Fukuda, H.**, 2011, Plant tissue cultures, *The Plant Cell Wall: Methods and Protocols*, 1-20 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaur, A., Rana, A. C., Tiwari, V., Sharma, R. and Kumar, S.,** 2011, Review on ethanomedicinal and pharmacological properties of *Ficus religiosa*, *Journal of applied pharmaceutical science*, (Issue), 01 (08); 06-11 pp.
- Khadivi, A., Anjam, R. and Anjam, K.,** 2018, Morphological and pomological characterization of edible fig (*Ficus carica* L.) to select the superior trees, *Scientia Horticulturae*, 238, 66-74 pp.
- Khatib, S. and Vaya, J.,** 2010, Fig, carob, pistachio, and health, *In Bioactive foods in promoting health*, Academic press, 245-263 pp.
- Kim, K. M., Kim, M. Y., Yun, P. Y., Chandrasekhar, T., Lee, H. Y. and Song, P. S.,** 2007, Production of multiple shoots and plant regeneration from leaf segments of fig tree (*Ficus carica* L.), *Journal of Plant Biology*, 50, 440-446 pp.
- Kim, S. J., Hahn, E. J., Heo, J. W. and Paek, K. Y.,** 2004, Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*, *Scientia Horticulturae*, 101(1-2), 143-151 pp.
- Kislev, M. E., Hartmann, A. and Bar-Yosef, O.,** 2006, Early domesticated fig in the Jordan Valley. *Science*, 312(5778), 1372-1374 pp.
- Knudson L.,** 1946, A nutrient for the germination of orchid seeds, *Amer. Orchid Soc. Bull.*, 15: 214–217 pp.
- Kornova, K. M. and Popov, S. K.,** 2009, Effect of the *in vitro* container type on growth characteristics of the microplants in *in vitro* propagation of GF 677, *In I Balkan Symposium on Fruit Growing* 825, 277-282 pp.
- Kovalchuk, I. Y., Mukhitdinova, Z., Turdiyev, T., Madiyeva, G., Akin, M., Eydurhan, E. and Reed, B. M.,** 2017, Modeling some mineral nutrient requirements for micropropagated wild apricot shoot cultures, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 129, 325-335 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kozai, T. and Smith, M. A. L.,** 1995, Environmental control in plant tissue culture—general introduction and overview, *Automation and environmental control in plant tissue culture*, 301-318 pp.
- Kumar, K. and Rao, I. U.,** 2012, Morphophysiologicals problems in acclimatization of micropropagated plants *in-ex vitro* conditions-A Reviews, *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 2 (4): 271-283 pp.
- Kumar, M., Sharma, I., Verma, P. K., Singh, B. J., Singh, R. and Upadhyay, S. K.,** 2021, A study on diversity and distribution of *Ficus* L. (Dicotyledonae: Moraceae) species at Forest Research Institute (FRI), Dehradun (Uttarakhand), India, *Journal of Applied and Natural Science*, 13(2), 552-560 pp.
- Kumar, P. P. and Loh, C. S.,** 2012, Plant tissue culture for biotechnology, Academic Press, *In Plant biotechnology and agriculture*, 131-138 pp.
- Kumar, S.,** 2022, Plant tissue culture applications: a major breakthrough in agriculture, *Just Agriculture*, 2(8), 4p, e- ISSN: 2582-8223.
- Kumar, V., Radha, A. and Kumar Chitta, S.,** 1998, *In vitro* plant regeneration of fig (*Ficus carica* L. cv. “Gular”) using apical buds from mature trees, *Plant Cell Reports*, 17, 717-720 pp.
- Lansky, E. P., Paavilainen, H. M., Pawlus, A. D. and Newman, R. A.,** 2008, *Ficus* spp. (fig): Ethnobotany and potential as anticancer and anti-inflammatory agents, *Journal of Ethnopharmacology*, 119(2), 195-213 pp.
- Lee, S. Y., Nielsen, J. and Stephanopoulos, G.,** 2017, Applied Bioengineering: Innovations and Future Directions, John Wiley & Sons, 656p.
- Lee, T. J., Zobayed, S. M. A., Firmani, F. and Park, E. J.,** 2019, A novel automated transplanting system for plant tissue culture, *Biosystems engineering*, 181, 63-72 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Li, Z., Yang, Y., Liu, M., Zhang, C., Shao, J., Hou, X. and Cui, Q.,** 2021, A comprehensive review on phytochemistry, bioactivities, toxicity studies, and clinical studies on *Ficus carica* Linn. leaves. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 137, 111393p.
- Ling, W. T., Liew, F. C., Lim, W. Y., Subramaniam, S. and Chew, B. L.,** 2018, Shoot induction from axillary shoot tip explants of fig (*Ficus carica*) cv. Japanese BTM 6, *Tropical life sciences research*, 29(2), 165-174 pp.
- Ling, W. T., Tan, L. V., Khor, S. P., Sriskanda, D., Subramaniam, S. and Chew, B. L.,** 2022, Rapid *In Vitro* Propagation of Fig (*Ficus carica* L.) ‘Violette de Solliès’ Supported by Molecular and Microscopy Analyses, *Horticulturae*, 8(11), 1025p.
- Linsmaier, E.M. and Skoog, F.,** 1965, Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures, *Physiol. Plant*, 18, 100–127 pp.
- Lloyd, G. and McCown, B.,** 1980, Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture, *International Plant Propagators' Society*, 30, 421-427 pp.
- Lotfi, M.,** 2022, Effects of monochromatic red and blue light-emitting diodes and phenyl acetic acid on *in vitro* mass production of *Pyrus communis* ‘Arbi’, *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 5(2), 119-128 pp.
- Loyola-Vargas, V. M. and Ochoa-Alejo, N.,** 2018, An introduction to plant tissue culture: advances and perspectives, *Plant cell culture protocols*, 3-13 pp, DOI: 10.1007/978-1-4939-8594-4_1. PMID: 29981111.
- Madumali, H. K. C., Abeythilakarathna, P. D. and Seran, T. H.,** 2019, Effect of BAP and IBA on shoot regeneration of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) through runner tip culture, 5(1): 41-48 pp.
- Mawa, S., Husain, K. and Jantan, I.,** 2013, *Ficus carica* L. (Moraceae): phytochemistry, traditional uses and biological activities, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 2013:974256p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mazid, M., Khan, T. A. and Mohammad, F.**, 2012, Medicinal plants of rural India: a review of use by Indian folks. *Indo Global journal of pharmaceutical sciences*, 2(3), 286-304 pp.
- Mendoza-Castillo, V. M., Pineda-Pineda, J., Vargas-Canales, J. M. and Hernández-Arguello, E.**, 2019, Nutrition of fig (*Ficus carica* L.) under hydroponics and greenhouse conditions, *Journal of Plant Nutrition*, 42(11-12), 1350-1365 pp.
- Micheloud, N., Gabriel, P., Favaro, J. C. and Gariglio, N.**, 2023, Agronomic strategies for fig cultivation in a temperate-humid climate zone, in fig (*Ficus carica*): Production, processing and properties, Cham: Springer International Publishing, 193-214 pp.
- Mishra, A., Sudhakar, A., Nichkil, C. and Jithender, B.**, 2019, Applications of light emitting diodes for post-harvest quality management of fruits and vegetables.1(7), 404-408 pp, ISSN: 2581-8317.
- Mitrofanova, I. V., Mitrofanova, O. V., Lesnikova-Sedoshenko, N. P., Chelombit, S. V., Shishkina, E. L. and Chirkov, S. N.**, 2015, Phytosanitary status of *Ficus carica* collection orchards in Nikita Botanical Gardens and biotechnology of fig plants regeneration, In *III Balkan Symposium on Fruit Growing*, 1139, 303-310 pp.
- Molnár, Z., Virág, E. and Ördög, V.**, 2011 Natural substances in tissue culture media of higher plants, *Acta Biologica Szegediensis*, 55(1), 123-127 pp.
- Moniruzzaman, M., Yaakob, Z. and Taha, R. A.**, 2015, *In vitro* production of fig (*Ficus carica* L.) plantlets, In *V International Symposium on Fig* 1173, 231-236 pp.
- Monney, M. A. D., Amissah, N. and Blay, E.**, 2016, Influence of BA and IBA or NAA combinations on micropropagation of *Cryptolepis sanguinolenta*, *American Journal of Plant Sciences*, 7(3), 572-580 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mousa, O., Vuorela, P., Kiviranta, J., Wahab, S. A., Hiltunen, R. and Vuorela, H.,** 1994, Bioactivity of certain Egyptian *Ficus* species, *Journal of ethnopharmacology*, 41(1-2), 71-76 pp.
- Mudhafar, M., Alsailawi, H., Abdulrasool, M., Jawad, R. K. M. and Mays, A.,** 2021, Mini-review of Phytochemicals of ten *Ficus* species, *International Journal Of Chemistry Research*, 7-18 pp.
- Murashige, T. and Skoog, F.,** 1962, A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures, *Physiol. Plant*, 15, 473–497 pp.
- Muriithi, L. M., Rangan, T. S. and Waite, B. H.,** 1982, *In Vitro* Propagation of Fig through Shoot Tip Culture1, *HortScience*, 17(1), 86-87 pp.
- Murugesu, S., Selamat, J. and Perumal, V.,** 2021, Phytochemistry, pharmacological properties, and recent applications of *Ficus benghalensis* and *Ficus religiosa*, *Plants*, 10(12), 2749p.
- Mustafa, N. S. and Taha, R. A.,** 2012, Influence of plant growth regulators and subculturing on *in vitro* multiplication of some fig (*Ficus carica*) cultivars, *Journal of Applied Sciences Research*, 8(8), 4038-4044 pp.
- Mustafa, N. S., Rania A., Taha, S. A. M., Hassan and Nagwa and Zaied S. M.,** 2013, Effect of medium strength and carbon source on *in vitro* shoot multiplication of two *Ficus carica* cultivars, *Journal of Applied Sciences Research*, 9, 4, 3068-3074 pp.
- Mutlu, D.,** 2022, Farklı yükseltelerde yetiştirilen incirin (*Ficus carica* L. Sarılop) bitki beslenmesi açısından değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 147s.
- Nadalini, S., Zucchi, P. and Andreotti, C.,** 2017, Effects of blue and red LED lights on soilless cultivated strawberry growth performances and fruit quality, *Eur. J. Hort. Sci*, 82(1), 12-20 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nadirah, M. N. A., Awal, A., Azma, Y. N. and Sulaiman, A.,** 2019, POME: An alternative nutrient source for bio-organic plant tissue culture media, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 327(1), 012029p.
- Naik, R., Bhushan, A., Gupta, R. K., Walia, A. and Gaur, A.,** 2020, Low cost tissue culture technologies in vegetables: a review, *International Journal of Biochemistry Research and Review*, 29(9), 66-78 pp.
- Nakilcioğlu, E. and Hışıl, Y.,** 2013, Research on the phenolic compounds in “Sarılop” (*Ficus carica* L.) fig variety. *Gıda*, 38(5), 267-74s.
- Niedz, R. P. and Evens, T. J.,** 2007, Regulating plant tissue growth by mineral nutrition, *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 43, 370-381 pp.
- Nitsch, J.P. and Nitsch, C.,** 1969, Haploid plants from pollen grains. *Science*, 163, 85–87 pp.
- Nobre, J. and Romano, A.,** 1997, *In vitro* cloning of *Ficus carica* L. adult trees, In *I International Symposium on Fig*, 480, 161-164 pp.
- Nosir, W.,** 2023, Cultivars and agriculture practice of fig (*Ficus carica*), in fig (*Ficus carica*): Production, processing and properties, Cham: Springer International Publishing. 215-246 pp.
- Nowakowska, K., Pacholczak, A. and Tepper, W.,** 2019, The effect of selected growth regulators and culture media on regeneration of *Daphne mezereum* L. ‘Alba’, *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 30, 197-205 pp.
- Nowakowska, M., Pavlović, Ž., Nowicki, M., Boggess, S. L. and Trigiano, R. N.,** 2020, *In vitro* propagation of an endangered *Helianthus verticillatus* by axillary bud proliferation, *Plants*, 9(6), 712p.
- Núñez-Gómez, D., Legua, P., Martínez-Nicolás, J. J. and Melgarejo, P.,** 2021, Breba fruits characterization from four varieties (*Ficus carica* L.) with important commercial interest in Spain. *Foods*, 10(12), 3138 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nuri, Z. N. and Uddin, M. S.,** 2021, A review on nutritional values and pharmacological importance of *Ficus carica*, *Journal of Current Research in Food Science*, 2(1), 07-11 pp.
- Oberschelp G.P. J. and Gonçalves A. N.,** 2018, Analysis of nutrient deficiencies affecting *in vitro* growth and development of *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Physiol Mol Biol Plants*, 24(4), 693-702 pp.
- Oseni, O. M., Pande, V. and Nailwal, T. K.,** 2018, A review on plant tissue culture, a technique for propagation and conservation of endangered plant species, *International journal of current microbiology and applied sciences*, 7(7), 3778-3786 pp.
- Özdemir, B. Altıntaş S., Özrenk K. and Çelik Ç.,** 2020, Genetic characterization of edible fig (*Ficus carica* L.) genotypes grown in siirt region based on TrnL-F Region, *J. Biol. Environ. Sci.*, 2020, 14(42), 137-142 pp.
- Özdemir, B.,** 2019, Siirt yöresinde yetiştirilen İncir (*Ficus Carica* L.) genotiplerinin TrnL-F bölgesine bağlı genetik karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47s.
- Page, S. R. G., Monthony, A. S. and Jones, A. M. P.,** 2020, Basal media optimization for the micropropagation and callogenesis of *Cannabis sativa* L., *BioRxiv*, 1, 1-23 pp.
- Page, S. R. G., Monthony, A. S. and Jones, A. M. P.,** 2021, DKW basal salts improve micropropagation and callogenesis compared with MS basal salts in multiple commercial cultivars of *Cannabis sativa*, *Botany*, 99(5), 269-279 pp.
- Pakyürek, M. and Dumanoglu H.,** 2019, Effects of saline stress on *in vitro* seed germination and seedling growth of some Turkish fig cultivars (*Ficus carica* L.), *Applied Ecology and Environmental Research*, 17, 13485-13492 pp. DOI: 10.15666/aeer/1706_1348513492.
- Pal, S. L.,** 2019, Role of plant growth regulators in floriculture: An overview, *Journal of Pharmacognosy and phytochemistry*, 8(3), 789-796 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Palú, E. G., Krause, S., Silva, L., Hunhoff, V. L. and Dalbosco, E.,** 2014, Meios nutritivos no estabelecimento *in vitro* de figueira, *Enciclopédia Biosfera*, 10(19), 1281p.
- Pang, W. Q., Tan, S. T., Mad'Atari, M. F., Yoong, I. C. K. and Subramaniam, S.,** 2023, Establishment of an efficient micropropagation protocol for Cameron Highlands White Strawberry (*Fragaria x ananassa*) using light emitting diodes (LEDs) system, *South African Journal of Botany*, 157, 189-200 pp.
- Panhwar, F.,** 2005, Acclimatization and establishment of micropropagation plants, *Internetchemistry ChemLin, Digitalverlag GmbH, Germany*, 1-7 pp.
- Parab, A. R., Han, K. Y., Chew, B. L. and Subramaniam, S.,** 2021, Morphogenetic and physiological effects of LED spectra on the apical buds of *Ficus carica* var. Black Jack, *Scientific Reports*, 11(1), 23628p.
- Patah, Ab., Hasbullah, F. K., Radzuan, N. S., Idris, H. and Lassim, M. M.,** 2020, Production of synthetic seeds of *Ficus carica* L., *International Journal of Life Sciences Research*, 8(3), 15-19 pp.
- Patah, F. K. A., Hasbullah, N. A., Idris, H. and Radzuan, N. S.,** 2018, Micropropagation of *Ficus carica* L. through Tissue Culture System, *ASET-18, AACBMS-18, E2HS3-18 August 6-8, 2018 Pattaya (Thailand)*.
- Patil, V. V. and Patil, V. R.,** 2011, Evaluation of anti-inflammatory activity of *Ficus carica* Linn, *Leaves*, 2(2), 151-155 pp.
- Phillips, G. C. and Garda, M.,** 2019, Plant tissue culture media and practices: an overview, *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 55, 242-257 pp.
- Pierik, R. L. M.,** 1987, *In vitro* culture of higher plants as a tool in the propagation of horticultural crops, In International Symposium on Propagation of Ornamental Plants, Springer science and business media, 226, 25-40 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Polat, A. A. and Çalışkan, O.**, 2008, Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36(2), 107-115 pp.
- Polat, A. A., Durgaç, C. ve Kamiloglu, Ö.**, 2000, İndol Bütirik Asidin (IBA) incir çekirdeklerinin köklenmesi üzerine etkisi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1-2): 1-6 ss.
- Pontikis, C. A. and Melas, P.**, 1986, Micropropagation of *Ficus carica* L, *HortScience*, 21(1), 153-153 pp.
- Prakash, S., Hoque, M. I. and Brinks, T.**, 2004, Culture media and containers, Low cost options for tissue culture technology in developing countries, *FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Vienna*, 29-40 pp.
- Pratiwi, R. S. D., Siregar, L. A. M. and Hanum, C.**, 2021, The response of several combination of plant growth regulators to shoot induction of fig (*Ficus carica* L.) var. improved celeste, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 782,3, 032088p.
- Prins, C. L., Vieira, I. J. and Freitas, S. P.**, 2010, Growth regulators and essential oil production, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 22, 91-102 pp.
- Purwito, A., Efendi, D. and Ermayanti, T. M.**, 2021, Growth response of four accessions of *Moringa oleifera* Linn shoots cultured on various basic media, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 741(1), 012054p.
- Qrunfleh, I. M., Shatnawi, M. M. and Al-Ajlouni, Z. I.**, 2013, Effect of different concentrations of carbon source, salinity and gelling agent on *in vitro* growth of fig (*Ficus carica* L.), *African Journal of Biotechnology*, 12(9), 936-940 pp.
- Quraishi, A., Koche, V., Sharma, P. and Mishra, S. K.**, 2004, *In vitro* clonal propagation of neem (*Azadirachta indica*), *Plant cell, tissue and organ culture*, 78, 281-284 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Radwan, S., Handal, G., Rimawi, F., and Hanania, M.,** 2020, Seasonal variations in antioxidant activity, total flavonoids content, total phenolic content, antimicrobial activity and some bioactive components of *Ficus carica* L. in Palestine, *International Journal of PharmTech Research*, 13(04), 329-340 pp.
- Rahman, A. H. M. M. and Khanom, A.,** 2013, Taxonomic and ethno-medicinal study of species from Moraceae (Mulberry) Family in Bangladesh Flora, *Research in Plant Sciences*, 1(3), 53-57 pp.
- Rahmani, A. H. and Aldebasi, Y. H.,** 2017, *Ficus carica* and its constituents role in management of diseases, *Asian J Pharm Clin Res*, 10(6), 49-53 pp.
- Ramadan, M. F.,** 2023, Introduction to Fig (*Ficus carica*): Production, processing and properties, in fig (*Ficus carica*), Cham: Springer International Publishing, 1-8 pp.
- Rønsted, N., Weiblen, G. D., Savolainen, V. and Cook, J. M.,** 2008, Phylogeny, biogeography, and ecology of *Ficus* section *Malvanthera* (Moraceae), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48(1): 12-22 pp.
- Rout, G. R., Samantaray, S. and Das, P.,** 2000, *In vitro* manipulation and propagation of medicinal plants, *Biotechnology advances*, 18(2), 91-120 pp.
- Saad, A. I. and Elshahed, A. M.,** 2012, Plant tissue culture media, *Recent advances in plant in vitro culture*, 30-40 pp.
- Saha, S., Mori, H. and Hattori, K.,** 2007, Synergistic effect of kinetin and benzyl adenine plays a vital role in high frequency regeneration from cotyledon explants of bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) in relation to ethylene production, *Breeding Science*, 57: 197-202 pp.
- Salem, M. Z., Salem, A. Z. M., Camacho, L. M. and Ali, H. M.,** 2013, Antimicrobial activities and phytochemical composition of extracts of *Ficus* species: An over view, *Afr. J. Microbiol. Res*, 7(33), 4207-4219 pp.
- Salma, S., Shamsi, Y., Ansari, S. and Nikhat, S.,** 2020, *Ficus carica* L.: a panacea of nutritional and medicinal benefits, *Cellmed*, 10(1), 1-1 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Schenk, R.U. and Hildebrandt, A.C.**, 1972, Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Botany*, 50, 199-204 pp.
- Shahcheraghi, S. T. and Shekafandeh, A.**, 2016, Micropropagation of three endemic and endangered fig (*Ficus carica* L.) genotypes, *Advances in Horticultural Science*, 30(3), 129-134 pp.
- Shahzad, A., Sharma, S., Parveen, S., Saeed, T., Shaheen, A., Akhtar, R. ... and Ahmad, Z.**, 2017, Historical perspective and basic principles of plant tissue culture, *Plant biotechnology: principles and applications*, 1-36 pp.
- Shamin-Shazwan, K., Shahari, R., Amri, C. N. A. C. and Tajuddin, N. S. M.**, 2019, Figs (*Ficus carica* L.): cultivation method and production based in Malaysia, *Engineering Heritage Journal (GWK)*, 3(2), 06-08 pp.
- Shatnawi, M., Shibli, R. A., Shahrour, W. G., Al-Qudah, T. S. and Taleb, A.-Z.**, 2019, Micropropagation and Conservation of Fig (*Ficus carica* L.), *Journal Of Advances in Agriculture*, 10, 1669–1679 pp. DOI: <https://doi.org/10.24297/jaa.v10i0.8160>.
- Shi, Y., Mon, A. M., Fu, Y., Zhang, Y., Wang, C., Yang, X. and Wang, Y.**, 2018, The genus *Ficus* (Moraceae) used in diet: Its plant diversity, distribution, traditional uses and ethnopharmacological importance, *Journal of ethnopharmacology*, 226, 185-196 pp.
- Simpson, M.**, 2010, Diversity and Classification of Flowering Plants: Eudicots, 275-448 pp, DOI:10.1016/B978-0-12-374380-0.50008-7.
- Simsek, E., Kilic, D. and Caliskan, O.**, 2020, Phenotypic variation of fig genotypes (*Ficus carica* L.) in the eastern mediterranean of Turkey, *Genetika*, 52(3), 957-972 pp.
- Sirisha, N., Sreenivasulu, M., Sangeeta, K. and Chetty, C. M.**, 2010, Antioxidant properties of *Ficus* species-a review, *International journal of pharmtech research*, 2(4), 2174-2182 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Soejono, S., Budiharta, S. and Arisoesilarningsih, E.,** 2013, Proposing local trees diversity for rehabilitation of degraded lowland areas surrounding springs, *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 14(1), 37-42 pp.
- Sokolov, R. S., Atanassova, B. Y. and Iakimova, E. T.,** 2014, Physiological response of cultured. to nutrient medium composition, *Journal of Horticultural research*, 22(1), 49-61 pp.
- Soliman, H. I. A. and Abd Alhady, M. R.,** 2019, Evaluation of salt tolerance ability in some fig (*Ficus carica* L.) cultivars using tissue culture technique, *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 5(6), 29-39 pp.
- Somashekhar, M., Nayeem, N. and Sonnad, B.,** 2013, A review on family Moraceae (Mulberry) with a focus on Artocarpus species, *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 2(5), 2614-2626 pp.
- Sreena T. I. and Sunitha D. Ram.,** 2021, Importance of Moraceae family in Ayurveda, *Indian Journal Of Research*, 10(6), 2250- 1991 pp.
- Srinivasan, M., Nachiappan, V. and Rajasekharan, R.,** 2006, Potential application of urea-derived herbicides as cytokinins in plant tissue culture, *Journal of biosciences*, 31(5), 599-605 pp.
- Sriskanda, D., Liew, Y. X., Khor, S. P., Merican, F., Subramaniam, S. and Chew, B. L.,** 2021, An efficient micropropagation protocol for *Ficus carica* cv. Golden Orphan suitable for mass propagation, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 38, 102225p.
- Stover, E., Aradhya, M., Ferguson, L. and Crisosto, C. H.,** 2007, The fig: overview of an ancient fruit, *HortScience*, 42(5), 1083-1087 pp.
- Su, J., Liu, B., Liao, J., Yang, Z., Lin, C. and Oka, Y.,** 2017, Coordination of cryptochrome and phytochrome signals in the regulation of plant light responses, *Agronomy*, 7(1), 25p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Taha, R. A., Mustafa, N. S. and Hassan, S. A.,** 2013, Protocol for micropropagation of two *Ficus carica* cultivars, *World Journal of Agricultural Sciences*, 9(5), 383-388 pp.
- Tallón, C., Porras, I. and Pérez-Tornero, O.,** 2011, Effect of different phytohormones on the *in vitro* propagation and rooting of *Citrus macrophylla*, *Acta Horticulturae*, 892, 295-300 pp.
- Tapia, R., Botti, C., Carrasco, O., Prat, L. and Franck, N.,** 2003, Effect of four irrigation rates on growth of six fig tree varieties, *Acta Horticulturae*, 605, 113-118 pp, DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.605.17.
- Tefera, A. A.,** 2019, Review on application of plant tissue culture in plant breeding, *J. Nat. Sci. Res*, 9, 20-25 pp.
- Teruel-Andreu, C., Andreu-Coll, L., López-Lluch, D., Sendra, E., Hernández, F. and Cano-Lamadrid, M.,** 2021, *Ficus carica* fruits, by-products and based products as potential sources of bioactive compounds: A review, *Agronomy*, 11(9), 1834pp.
- Thorpe, T. A.,** 2007, History of plant tissue culture, *Molecular biotechnology*, 37, 169-180 pp, DOI: 10.1007/s12033-007-0031-3.
- Tkachenko, H., Pękala-Safińska, A., Buyun, L. and Kurhaluk, N.,** 2016, A comparative assessment of the antibacterial activity of extracts derived from leaves of various species (Moraceae) against fish pathogens, *Fisheries & Aquatic Life*, 30(4), 217-231 pp.
- Toma, R. and Tamer, Y.,** 2015, Micropropagation protocol of fig (*Ficus carica* L. cv. Benaty) from Apical and Lateral Buds, *Journal of Zankoi Sulaimani*, 17, 17-19 pp.
- Topacoglu, O., Sevik, H., Guney, K., Unal, C., Akkuzu, E. and Sivacioglu, A.,** 2016, Effect of rooting hormones on the rooting capability of *Ficus benjamina* L. cuttings, *Şumarski list*, 140(1-2), 39-44 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Trivedi, M., Branton, A., Trivedi, D., Nayak, G., Bairwa, K. and Jana, S., 2015,** Physical, thermal, and spectroscopic characterization of biofield energy treated murashige and skoog plant cell culture media, *Cell Biology*, 4(3), 50-57 pp.
- Twaij, B. M., Jazar, Z. H. and Hasan, M., 2020,** Trends in the use of tissue culture, applications and future aspects, *International Journal of plant biology*, 11(1), 8385p.
- Uzundumlu, A. S., Oksuz, M. E. and Kurtoglu, S., 2018,** Future of fig production in Turkey, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 15(2).
- Vohra, S., Salunkhe P., Mahajan, M., Dhama, S., Pradeep B. and Trivedi, D., 2021,** Biotechnological Techniques to Engineer Disease Free Plants, *Research & Reviews in Biotechnology & Biosciences*, 8(1), 193-214 pp.
- Volo, P., Preece, J. E. and Caruso, T., 2015,** The effect of explant cut and cytokinin type on micropropagation of fig (*Ficus carica* L.) 'Brown Turkey', In *V International Symposium on Fig*, 1173, 227-230 pp.
- Vujović, T., Ružić, D. J. and Cerović, R., 2012,** *In vitro* shoot multiplication as influenced by repeated subculturing of shoots of contemporary fruit rootstocks, *Horticultural Science*, 39(3), 101-107 pp.
- Walia, A., Kumar, N., Singh, R., Kumar, H., Kumar, V., Kaushik, R. and Kumar, A. P., 2022,** Bioactive compounds in *Ficus* fruits, their bioactivities and associated health benefits: a review, *Journal of Food Quality*, 2022, 1-19 pp.
- White, P.R., 1934,** Potentially unlimited growth of excised tomato root tips in a liquid medium, *Plant Physiol*, 9, 585–600 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wilken, D., Jiménez Gonzalez, E., Gerth, A., Gómez-Kosky, R., Schumann, A. and Claus, D.,** 2014, Effect of immersion systems, lighting, and TIS designs on biomass increase in micropropagating banana (*Musa* spp. cv. 'Grande naine' AAA), *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 50, 582-589 pp.
- Xiao, Y., Niu, G. and Kozai, T.,** 2011, Development and application of photoautotrophic micropropagation plant system, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 105, 149-158 pp.
- Xu, Y., Liang, Y. and Yang, M.,** 2019, Effects of composite LED light on root growth and antioxidant capacity of *Cunninghamia lanceolata* tissue culture seedlings, *Scientific Reports*, 9(1), 9766p.
- Yahyaoui, E., Casamento, D., Frasher, D., D'Onghia, A. M. and Germanà, M. A.,** 2017, Evaluation of some growth regulator effects on encapsulated *in vitro*-derived microcuttings of three Italian *Ficus carica* L. genotypes, *Acta Hortic*, 1187, 93-100 pp.
- Yakushiji, H., Mase, N. and Sato, Y.,** 2003, Adventitious bud formation and plantlet regeneration from leaves of fig (*Ficus carica* L.), *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78(6), 874-878 pp.
- Yaman, S. ve Çalışkan, O.,** 2016, Bazı erkek incir genotiplerinin (*Ficus carica* var. *caprificus*) çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi üzerine araştırmalar, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 53(4), 461-467s.
- Yıldırım, B.,** 2016, Bursa ilinde yetiştiriciliği yapılan "Bursa Siyahı" incir çeşidinin Ssr moleküler markırları kullanılarak tanımlanması, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 53s.
- Zerega, N. J. and Gardner, E. M.,** 2019, Delimitation of the new tribe Parartocarpeae (Moraceae) is supported by a 333-gene phylogeny and resolves tribal level Moraceae taxonomy, *Phytotaxa*, 388(4), 253-265 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Zerega, N. J., Clement, W. L., Datwyler, S. L. and Weiblen, G. D., 2005,** Biogeography and divergence times in the mulberry family (Moraceae), *Molecular phylogenetics and evolution*, 37(2), 402-416 pp.
- Zhou, C. and Mattsson, J., 2021,** Development of micropropagation in Bigleaf Maple (*Acer macrophyllum*), *Horticulturae*, 7(7), 170, 1-12 pp.
- Zobayed, S. M. A., 2008,** Aeration in plant tissue culture: Engineering aspects of vessel design, *Plant tissue culture engineering*, 313-327 pp.



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, engin bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen bana her zaman yol gösteren ve beni teşvik eden tez danışmanım sayın Prof. Dr. Aynur GÜREL'e,

Tezimin her aşamasında bilgi birikimi ve sabrıyla bana yardımcı olan sayın Araş. Gör. Dr. Begüm GÜLER'e,

Desteği ile her zaman yanımda olan çok kıymetli hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Hilal Betül KAYA AKKALE'ye,

Sağladıkları çalışma ortamı ve yardımları sebebi ile Bitki Doku Kültürü Laboratuvarı öğrencilerine,

Beni her daim maddi ve manevi olarak destekleyen, haklarını asla ödeyemeyeceğim AİLEME

sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

Lise eğitimini İzmir Selma Yiğitalp Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra 2013 yılında Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü'nü kazandı. 2018 yılında lisans öğrenimini tamamlayarak Biyomühendis ünvanı aldı. 2020 yılında Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı.

