

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

***VACCINIUM MYRTILLUS* L.VE *VACCINIUM ULIGINOSUM* L. (ERICACEAE)  
TÜRLERİNİN MİKROÇOĞALTIMI**

**DOKTORA TEZİ**

**Biyolog Mustafa CÜCE**

**MART 2016**

**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

***VACCINIUM MYRTILLUS L. VE VACCINIUM ULIGINOSUM L. (ERICACEAE)***  
**TÜRLERİNİN MİKROÇOĞALTIMI**

**Mustafa CÜCE**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**"DOKTOR (BİYOLOJİ)"**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08 / 03 / 2016**

**Tezin Savunma Tarihi : 25 /03 / 2016**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Atalay SÖKMEN**

**Trabzon 2016**

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü


Biyoloji Ana Bilim Dalında


Mustafa CÜCE Tarafından Hazırlanan

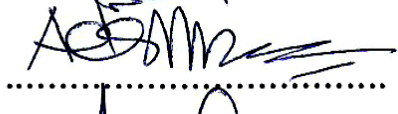
*VACCINIUM MYRTILLUS L. VE VACCINIUM ULIGINOSUM L. (ERICACEAE)*  
TÜRLERİNİN MİKROÇOĞALTIMI

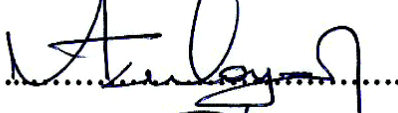
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 08 / 03 / 2016 gün ve 1643 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
DOKTORA TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.


Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU 

Üye : Prof. Dr. Atalay SÖKMEN 

Üye : Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER 

Üye : Prof. Dr. Ali Kemal AYAN 

Üye : Prof. Dr. Turan YÜKSEK 

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

“*VACCINIUM MYRTILLUS L. VE VACCINIUM ULIGINOSUM L. (ERICACEAE)* TÜRLERİNİN MİKROÇOĞALTIMI” adlı bu araştırma Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Proje No: 0360.TGSD.2011) ve KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: 2009.111.004.5)’nin katkılarıyla Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı’nda ‘Doktora Tezi’ olarak hazırlanmıştır.

Doktora tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmanın her aşamasında yardımlarını ve ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Atalay SÖKMEN’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanması ve verilerin değerlendirilmesi noktasında bilgi ve birikimlerini esirgemeyen, tez izleme çalışmalarımı titizlikle takip eden sayın hocam Prof. Dr. Asım KADIOĞLU’na ve sayın hocam Prof Dr. Ali Ömer ÜÇLER’e teşekkürlerimi sunarım.

Örneklerin teşhisi noktasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU’na, çalışmalarım sırasında bilgi ve birikimini benden esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Aykut SAĞLAM’a, Yrd. Doç. Dr. Ahmet AYGÜN’e ve Yrd. Doç. Dr. Mutlu GÜLTEPE’ye, örneklerin kültür ortamına alınması noktasında yardımlarından dolayı Pelin Çağla ALTUNCU’ya, Karadeniz Teknik Üniversitesi’nde gördüğüm öğrenim hayatım boyunca maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Çağrı BEKİRCAN, Tuba BEKİRCAN, Ali MANAVOĞLU, Ali İhsan EROĞLU, Sara ALTINKAYNAK EROĞLU, Selçuk SEVİM, Osman ERGÜL’e ve ismini zikremediğim yanımda olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında desteğini her an yanımda hissettiğim ve varlığından büyük mutluluk duyduğum Elif Şeyma ÖĞÜNÜR’e ve bugüne gelmemde büyük emeği olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Mustafa CÜCE

Trabzon 2016

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum “*Vaccinium myrtillus* L. ve *Vaccinium uliginosum* L. (Ericaceae) Türlerinin Mikroçoğaltımı” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Atalay SÖKMEN sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.  
25/03/2016

  
Mustafa CÜCE

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa No</u></b>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLOLAR DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ .....	XVI
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. <i>Vaccinium</i> Türlerinin Sistematikteki Yeri .....	3
1.3. <i>Vaccinium</i> Türlerinin Genel Morfolojik Özellikleri .....	8
1.4. <i>Vaccinium</i> Meyvelerinin Faydaları, Kullanım Alanları ve Besin Değerleri...9	
1.5. <i>Vaccinium</i> Türlerinin Üretim Yöntemleri.....	12
1.5.1. Generatif Üretim .....	12
1.5.2. Vejetatif Üretim .....	12
1.5.2.1. Çelikle Üretim.....	13
1.5.2.2. Aşı ile Üretim.....	14
1.5.2.3. Doku Kültürü ile Üretim (Mikroçoğaltım) .....	14
1.5.3. <i>Vaccinium</i> Türlerinin Doku Kültürü ile Çoğaltılması .....	16
1.5.3.1. Kallus Kültürleri ile Üretim .....	17
1.5.3.2. Organ Kültürleri ile Üretim .....	17
1.5.3.3. Embriyo Kültürleri ile Üretim .....	18
1.5.3.4. Hücre Kültürleri ile Üretim.....	18
1.6. Çalışmanın Amacı.....	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	21
2.1. Materyal ve Kullanılan Ekipman .....	21
2.2. Yöntemler .....	21
2.2.1. Materyallerin Toplanması, Taşınması ve Teşhisi .....	21

2.2.2.	YüzeY Sterilizasyon Sürelerinin Belirlenmesi .....	22
2.2.3.	Başlangıç Kültürlerinin Belirlenmesi .....	22
2.2.4.	Uygun Sukroz Miktarının Belirlenmesi.....	24
2.2.5.	Uygun pH Değerinin Belirlenmesi .....	25
2.2.6.	Bitki Büyüme Düzenleyicileri ve Konsantrasyonları .....	25
2.2.7.	Bitkisel Materyalin YüzeY Sterilizasyonu .....	28
2.2.8.	Kullanılan Alet ve Ekipmanın Sterilizasyonu.....	29
2.2.9.	Materyalin Kültüre Alınması .....	29
2.2.10.	Fiziksel Koşullar .....	29
2.3.	Gelişme Süresince Yapılan Ölçüm ve Gözlemler .....	29
2.3.1.	Kültüre Alınan Eksplantların Gelişme Durumu ve Sürgün Oluşumu .....	29
2.3.2.	Sürgünlerin Köklendirilmesi.....	30
2.3.3.	Denemelerin Kurulması ve Değerlendirilmesi .....	30
2.3.3.1.	Denemelerin Kurulması .....	30
2.3.3.2	İstatistiksel Analizler .....	31
3.	BULGULAR.....	32
3.1.	<i>Vaccinium myrtillus</i> ile İlgili Bulgular .....	32
3.1.1.	<i>In vitro</i> 'da Sürgün Oluşturma .....	32
3.1.1.1.	Uygun YüzeY Sterilizasyon Sürelerinin Belirlenmesi .....	32
3.1.1.2.	Temel Besi Ortamının Belirlenmesi .....	34
3.1.1.3.	Uygun Sukroz Miktarının Belirlenmesi.....	37
3.1.1.4.	Uygun pH Değerinin Belirlenmesi .....	38
3.1.2.	<i>Vaccinium myrtillus</i> 'da <i>in vitro</i> Sürgün Çoğaltımı.....	40
3.1.2.1.	Sabit Oksin Varlığında Uygun Sitokininin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi .....	40
3.1.2.1.1.	Zeatin Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi .....	40
3.1.2.1.2.	2iP Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi .....	41
3.1.2.1.3.	TDZ Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi.....	42
3.1.2.2.	Sabit Sitokinin Varlığında Uygun Oksin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi .....	44
3.1.2.2.1.	IBA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi.....	44
3.1.2.2.2.	IAA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi .....	46
3.1.2.3.	Giberellik Asit (GA <sub>3</sub> ) Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi. ....	48
3.1.3.	<i>Vaccinium myrtillus</i> 'da Köklendirme Çalışmaları.....	49

3.1.3.1.	<i>In vitro</i> Çalışmalar .....	49
3.1.3.1.1.	IBA Konsantrasyonlarının <i>V. myrtillus</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi.....	49
3.1.3.1.2.	IBA/AC Konsantrasyonlarının <i>V. myrtillus</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi .....	51
3.1.3.1.3.	IAA Konsantrasyonlarının <i>V. myrtillus</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi.....	53
3.1.3.1.4.	IAA/AC Konsantrasyonlarının <i>V. myrtillus</i> Türünün Köklenmesi Üzerine Etkisi .....	53
3.1.3.1.5.	NAA Konsantrasyonlarının <i>V. myrtillus</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi .....	54
3.1.3.1.6.	NAA/AC Konsantrasyonlarının <i>V. myrtillus</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi .....	55
3.1.3.2.	<i>Ex vitro</i> Çalışmalar .....	56
3.1.3.2.1.	IBA Konsantrasyonlarının <i>V. myrtillus</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi.....	56
3.2.	<i>Vaccinium uliginosum</i> ile İlgili Bulgular.....	59
3.2.1.	<i>In vitro</i> 'da Sürgün Oluşturma .....	59
3.2.1.1.	Uygun Yüzey Sterilizasyon Sürelerinin Belirlenmesi.....	59
3.2.1.2.	Başlangıç Kültürlerinin Belirlenmesi .....	61
3.2.1.3.	Uygun Sukroz Miktarının Belirlenmesi.....	64
3.2.1.4.	Uygun pH Değerinin Belirlenmesi .....	65
3.2.2.	<i>Vaccinium uliginosum</i> 'da <i>in vitro</i> Sürgün Çoğaltımı .....	66
3.2.2.1.	Sabit Oksin Varlığında Uygun Sitokininin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi .....	66
3.2.2.1.1.	Zeatin Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi .....	67
3.2.2.1.2.	ZiP Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi .....	68
3.2.2.1.3.	TDZ Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi.....	69
3.2.2.2.	Sabit Sitokinin Varlığında Uygun Oksin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi .....	70
3.2.2.2.1.	IBA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi.....	70
3.2.2.2.2.	IAA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi .....	71
3.2.2.3.	Giberellik Asit (GA <sub>3</sub> ) Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi.....	73
3.2.3.	<i>Vaccinium uliginosum</i> 'da Köklendirme Çalışmaları.....	73
3.2.3.1.	<i>In vitro</i> Çalışmalar .....	74
3.2.3.1.1.	IBA Konsantrasyonlarının <i>V. uliginosum</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi ...	74
3.2.3.1.2.	IBA/AC Konsantrasyonlarının <i>V. uliginosum</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi .....	74
3.2.3.1.3.	IAA Konsantrasyonlarının <i>V. uliginosum</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi ...	76



3.2.3.1.4.	IAA/AC Konsantrasyonlarının <i>V. uliginosum</i> Türünün Köklenmesi Üzerine Etkisi.....	76
3.2.3.1.5.	NAA Konsantrasyonlarının <i>V. uliginosum</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi..	77
3.1.3.1.6.	NAA/AC Konsantrasyonlarının <i>V. uliginosum</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi .....	77
3.2.3.2.	<i>Ex vitro</i> Çalışmalar .....	77
3.2.3.2.1.	IBA Konsantrasyonlarının <i>V. uliginosum</i> 'un Köklenmesi Üzerine Etkisi ...	77
4.	TARTIŞMA .....	79
5.	SONUÇLAR.....	91
6.	ÖNERİLER.....	93
7.	KAYNAKLAR .....	94

## ÖZGEÇMİŞ



ÖZET

VACCINIUM MYRTILLUS L.VE VACCINIUM ULIGINOSUM L. (ERICACEAE)  
TÜRLERİNİN MİKROÇOĞALTIMI

Mustafa CÜCE

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Atalay SÖKMEN  
2016, 106 Sayfa,

Bu tez çalışması *Vaccinium myrtillus* L. ve *Vaccinium uliginosum* L. bitkilerinin sürgün kültürleri vasıtasıyla hızlı ve etkin mikroçoğaltımında en ideal besi ortamının belirlenmesi üzerine tasarlanmıştır. Çoklu sürgün oluşturmada kullanılan üç temel besi ortamından en etkili temel besi ortamının *V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'da sırası ile % 70 ve % 63,33 sürgün verimi ile zeatin (1,0 mg/L), IBA [indol-3-bütirik asit (0,1 mg/L)] kombinasyonlu McCown odunsu bitkiler besi ortamı (WPM) olduğu bulunmuştur. En uygun sterilizasyon ajanı ve uygulama süresi olarak; *V. myrtillus*'da 20 dakika % 3'lük NaOCl uygulaması, *V. uliginosum*'da ise aynı ajanın 15 dk'lık uygulamasının yeterli olduğu belirlenmiştir. Karbon ve enerji kaynağı olarak en uygun sukroz miktarının her iki tür için % 2 olduğu bulunmuştur. Sonraki sürgün çoğaltma ve geliştirme çalışmalarında ise 16/8 karanlık/aydınlık (fotoperiyot) uygulaması sonunda her iki *Vaccinium* türü için de en uygun sürgün geliştirme ortamının 2,0/0,2 mg/L zeatin/IBA kombinasyonunun olduğu sonucuna varılmıştır. *In vitro* köklendirme ortamında kullanılan oksin, oksin + aktif karbon (AC) uygulamaları arasından 0,5 mg/L IBA + 1,0 g/L AC uygulamasının her iki tür içinde en uygun köklendirme ortamı olduğu tespit edilmiştir. Bu aşamada en iyi kök verimi *V. myrtillus*'da % 30, *V. uliginosum*'da ise % 18,89 olarak belirlenmiştir. *Ex vitro* köklendirme uygulamalarında ise kullanılan farklı IBA konsantrasyonları arasından, en yüksek köklenme *V. myrtillus* için % 43,33 ile 2000 mg/L IBA uygulamasından *V. uliginosum* içinse % 12,22 ile 1000 mg/L IBA uygulamasından elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İndol-3-bütirik asit, Mikroçoğaltım, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, Thidiazuron, Zeatin, 2iP  
PhD. Thesis

## SUMMARY

### MICROPROPAGATION OF *VACCINIUM MYRTILLUS* L. AND *VACCINIUM ULIGINOSUM* L. (ERICACEAE)

Mustafa CÜCE

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Biology Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Atalay SÖKMEN  
2016, 106 Pages,

This thesis was designed to determine the most ideal growth medium for rapid and efficient micropropagation of *Vaccinium myrtillus* L. and *Vaccinium uliginosum* L. via shoot-bud cultures. WPM supplemented with 1.0/0.1 zeatin/IBA was found to be the most effective basal medium amongst three different media tested, exerting 70% and 63.33% shoot multiplication for *V. myrtillus* and *V. uliginosum*, respectively. The most suitable sterilization agent and its application time was determined as 3% NaOCl, effective at 20 min and 15 min for *V. myrtillus* and *V. uliginosum*, respectively. Sucrose (2%, w/v) was the most effective carbon and energy source for both species. Subsequent shoot multiplication and development studies, after eight weeks photoperiod (16/8, dark/light) application, 2.0/0.2 mg/L zeatin/IBA combinations were concluded to be the most suitable for the shoot multiplication and growth for two *Vaccinium* species. McCown's (WPM) was also employed as *in vitro* rooting medium supplemented with IBA, IAA and NAA together with AC and without AC. At this stage, the medium supplemented with 0.5 mg/L IBA + 1.0 g/L AC was proven to be the best for rooting with 30% and 18.89% success for *V. myrtillus* and *V. uliginosum* respectively. Different concentrations of IBA were also employed in *ex vitro* rooting. The highest rooting percentage (43.33%) was obtained from 2000 mg/L application in *V. myrtillus* case, whilst that of *V. uliginosum* was 1000 mg/L with a 12.22% rooting success.

**Key Words:** ITS, Indole-3-butyric acid, Micropropagation, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, Thidiazuron, Zeatin, 2iP

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.	<i>Vaccinium arctostaphylos</i> yaprağı ve meyvesi.....	5
Şekil 2.	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> çiçek ve meyvesi.....	5
Şekil 3.	<i>Vaccinium myrtillus</i> meyve ve yaprağı.....	7
Şekil 4.	<i>Vaccinium uliginosum</i> meyve ve yaprağı.....	7
Şekil 5.	<i>V. myrtillus</i> 'un başlangıç sürgünleri (1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA), <b>A</b> ) 4 haftalık kültür ortamındaki sürgünler, <b>A1</b> ) MS temel besi ortamı, <b>A2</b> ) AN temel besi ortamı <b>A3</b> ) WPM temel besi ortamı, <b>B</b> ) 8. hafta sonundaki sürgünler, <b>B1</b> ) WPM temel besi ortamı, <b>B2</b> ) AN temel besi ortamı, <b>B3</b> ) MS temel besi ortamı, Bar: 4 mm.....	36
Şekil 6.	Farklı sukroz konsantrasyonlarındaki <i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) %1, <b>B</b> ) % 1,5, <b>C</b> ) % 2, <b>D</b> ) % 2,5, <b>E</b> ) % 3 sukroz uygulaması, Bar: 12 mm.....	38
Şekil 7.	Farklı pH değerlerindeki <i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) pH = 4,0, <b>B</b> ) pH = 4,5, <b>C</b> ) pH = 5,0, <b>D</b> ) pH = 5,5, <b>E</b> ) pH = 6,0 uygulaması, Bar: 15 mm.....	39
Şekil 8.	Farklı zeatin konsantrasyonlarındaki <i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) Kontrol, <b>B</b> ) 0,5 mg/L zeatin, <b>C</b> ) 1,0, mg/L zeatin, <b>D</b> ) 2,0, mg/L zeatin uygulaması, Bar: 10 mm.....	41
Şekil 9.	Farklı 2iP konsantrasyonlarındaki <i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) Kontrol, <b>B</b> ) 0,5 mg/L 2iP, <b>C</b> ) 1,0, mg/L 2iP, <b>D</b> ) 2,0, mg/L 2iP, uygulaması, Bar: 6 mm.....	42
Şekil 10.	Farklı TDZ konsantrasyonlarındaki <i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) Kontrol, <b>B</b> ) 0,5 mg/L TDZ, <b>C</b> ) 1,0, mg/L TDZ, <b>D</b> ) 2,0, mg/L TDZ uygulaması, Bar: 9 mm.....	43
Şekil 11.	<i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) 8. hafta sonunda kültür ortamındaki sürgünler, <b>B</b> ) Farklı IBA konsantrasyonlarındaki sürgünler, <b>B1</b> ) 0,1 mg/L IBA, <b>B2</b> ) 0,2 mg/L IBA, <b>B3</b> ) 0,3 mg/L IBA, <b>B4</b> ) 0,4 mg/L IBA, <b>B5</b> ) 0,5 mg/L IBA uygulaması, Bar: 20 mm.....	45
Şekil 12.	Farklı IAA konsantrasyonlarındaki <i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) 0,1 mg/L IAA, <b>B</b> ) 0,2 mg/L IAA, <b>C</b> ) 0,3 mg/L IAA, <b>D</b> ) 0,4 mg/L IAA, <b>E</b> ) 0,5 mg/L IAA uygulaması, Bar: 9 mm.....	47
Şekil 13.	Farklı GA <sub>3</sub> konsantrasyonlarındaki <i>V. myrtillus</i> sürgünleri, <b>A</b> ) 0,1 mg/L GA <sub>3</sub> , <b>B</b> ) 0,2 mg/L GA <sub>3</sub> , <b>C</b> ) 0,3 mg/L GA <sub>3</sub> , <b>D</b> ) 0,4 mg/L GA <sub>3</sub> , <b>E</b> ) 0,5 mg/L GA <sub>3</sub> uygulaması, Bar: 15 mm.....	49
Şekil 14.	<i>V. myrtillus</i> 'un farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, <b>A</b> ) Köklendirme ortamındaki sürgünler, <b>B</b> ) Farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, <b>B1</b> ) 0,25 mg/L IBA, <b>B2</b> ) 0,5 mg/L IBA, <b>B3</b> ) 1,0 mg/L IBA uygulaması, Bar: 12 mm.....	50
Şekil 15.	<i>V. myrtillus</i> 'un değişken IBA sabit AC konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, <b>A</b> ) Köklendirme ortamındaki sürgünler, <b>B</b> ) Sabit AC (1,0 g/L) ve farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, <b>B1</b> ) 0,25 mg/L IBA, <b>B2</b> ) 0,5 mg/L IBA, <b>B3</b> ) 1,0 mg/L IBA uygulaması, Bar: 8 mm.....	52

- Şekil 16. *V. myrtillus*'un değişken IAA sabit AC (1,0 g/L) konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A)** 0,25 mg/L IAA, **B)** 0,5 mg/L IAA, **C)** 1,0 mg/L IAA uygulaması, Bar: 10 mm..... 54
- Şekil 17. *V. myrtillus*'un değişken NAA sabit AC (1,0 g/L) konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A)** Kontrol, **B)** 0,25 mg/L NAA, **C)** 0,5 mg/L NAA, **D)** 1,0 mg/L NAA uygulaması, Bar: 18 mm ..... 56
- Şekil 18. *V. myrtillus*'un *ex vitro* ortamda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A)** Kontrol, **B)** 500 mg/L IBA, **C)** 1000 mg/L IBA, **D)** 2000 mg/L IBA uygulaması, Bar: 15 mm ..... 57
- Şekil 19. *V. myrtillus* fidelerinin; **(A,B)** ilk sürgün oluşumları, **(C)** 2 yaşındaki sonbahar sürgünleri, **(D)** 2 yaşındaki ilkbahar sürgünleri **(E)** 3 yaşındaki bitkilerde çiçek oluşumu, **(F)** 3 yaşındaki bitkilerde meyve oluşumu, Bar: 40 mm ..... 58
- Şekil 20. *V. uliginosum*'un başlangıç sürgünleri, **A1)** WPM temel besi ortamı, **A2)** AN temel besi ortamı **A3)** MS temel besi ortamı, Bar: 5 mm ..... 63
- Şekil 21. Farklı sukroz konsantrasyonlarındaki *V. uliginosum* sürgünleri, **A)** % 1, **B)** % 1,5, **C)** % 2, **D)** % 2,5, **E)** % 3 sukroz uygulaması, Bar: 9 mm ..... 65
- Şekil 22. Farklı pH değerlerindeki *V. uliginosum* sürgünleri, **A)** pH = 4,0, **B)** pH = 4,5, **C)** pH = 5,0, **D)** pH = 5,5, **E)** pH = 6,0 uygulaması, Bar: 15 mm..... 66
- Şekil 23. Farklı zeatin konsantrasyonlarındaki *V. uliginosum* sürgünleri, **A)** Kontrol, **B)** 0,5 mg/L zeatin, **C)** 1,0, mg/L zeatin, **D)** 2,0, mg/L zeatin uygulaması, Bar: 11 mm ..... 67
- Şekil 24. Farklı 2iP konsantrasyonlarındaki *V. uliginosum* sürgünleri, **A)** Kontrol, **B)** 0,5 mg/L 2iP, **C)** 1,0, mg/L 2iP, **D)** 2,0, mg/L 2iP uygulaması, Bar: 10 mm ... 68
- Şekil 25. *V. uliginosum*'un değişken IBA sabit AC konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A)** Köklendirme ortamındaki sürgünler, **B)** Sabit AC (1,0 g/L) ve farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **B1)** 0,25 mg/L IBA, **B2)** 0,5 mg/L IBA, **B3)** 1,0 mg/L IBA uygulaması, Bar: 12 mm..... 75
- Şekil 26. *V. uliginosum*'un *ex vitro* ortamda farklı IBA konsantrasyonlarındaki köklendirme çalışmaları, **A)** Toprak/perlit (2: 1) ortamına alınan ilk sürgünler, **B)** 8 hafta sonunda 2000 mg/L IBA uygulamasındaki sürgünler..... 78

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1.	100 g <i>Vaccinium</i> meyvesinin genel içeriği, mineral ve vitamin içeriği oranları.....	12
Tablo 2.	McCOWN Odunsu (WPM), Murashige & Skoog (MS) ve Anderson <i>Rhododendron</i> (AN) Besi Ortamları, Bileşenleri ve Miktarları.....	23
Tablo 3.	Sürgün oluşumu için farklı besi ortamlarına eklenen zeatin/IBA ve zeatin/NAA Kombinasyonları.....	26
Tablo 4.	Sürgün gelişimi için 1,0/0,1 mg/L sabit sitokin ve oksin varlığında uygulanan sukroz oranları.....	26
Tablo 5.	Sürgün gelişimi için 1,0/0,1 mg/L sabit sitokin ve oksin varlığında uygulanan pH değerleri.....	27
Tablo 6.	Sürgün gelişimi için uygulanan değişken zeatin, TDZ, 2iP ve sabit IBA kombinasyonları.....	27
Tablo 7.	Sürgün gelişimi için uygulanan sabit zeatin, değişken IBA ve IAA kombinasyonları.....	27
Tablo 8.	Sürgün gelişimi için sabit zeatin/IBA kombinasyonlarında uygulanan değişken GA3 konsantrasyonları.....	27
Tablo 9.	Köklendirme çalışmaları için <i>in vitro</i> ortamda uygulanan değişken oksin konsantrasyonları.....	28
Tablo 10.	Köklendirme çalışmaları için <i>in vitro</i> ortamda uygulanan değişken oksin sabit AC konsantrasyonları.....	28
Tablo 11.	Köklendirme çalışmaları için <i>ex vitro</i> ortamda uygulanan değişken oksin sabit AC konsantrasyonları.....	28
Tablo 12.	<i>Vaccinium myrtillus</i> 'a ait explantların 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki boy uzunluk değerleri.....	33
Tablo 12.1.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki sürgün verim değerleri.....	34
Tablo 13.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki boy uzunluk değerleri.....	35
Tablo 13.1.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki sürgün verim değerleri.....	36
Tablo 14.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı sukroz konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	37
Tablo 15.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı pH'lardaki sürgün verim değerleri.....	39
Tablo 16.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı zeatin konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	40

Tablo 17.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı 2iP konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	42
Tablo 18.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı TDZ konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	43
Tablo 19.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı sitokin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları .....	44
Tablo 20.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	45
Tablo 21.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	46
Tablo 22.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı oksin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları .....	48
Tablo 23.	<i>Vaccinium myrtillus</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı GA <sub>3</sub> konsantrasyonlarındaki sürgün verimleri .....	49
Tablo 24.	<i>Vaccinium myrtillus</i> fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	50
Tablo 25.	<i>Vaccinium myrtillus</i> fidelerinin 8 hafta sonunda sabit AC ve değişken IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	51
Tablo 26.	<i>Vaccinium myrtillus</i> fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	53
Tablo 27.	<i>Vaccinium myrtillus</i> fidelerinin 8 hafta sonunda sabit AC ve değişken IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	54
Tablo 28.	<i>Vaccinium myrtillus</i> fidelerinin 8. hafta sonunda farklı NAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	55
Tablo 29.	<i>Vaccinium myrtillus</i> fidelerinin 8. hafta sonunda sabit AC ve değişken IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	55
Tablo 30.	<i>Vaccinium myrtillus</i> fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	57
Tablo 31.	<i>Vaccinium uliginosum</i> 'a ait explantların 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki boy uzunluk değerleri .....	60
Tablo 31.1.	<i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki sürgün verim değerleri .....	61
Tablo 32.	<i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki boy uzunluk değerleri.....	62
Tablo 32.1.	<i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki sürgün verim değerleri .....	63
Tablo 33.	<i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı sukroz konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	64
Tablo 34.	<i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı pH'lardaki sürgün verim değerleri.....	66

Tablo 35. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı zeatin konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	67
Tablo 36. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı 2iP konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	68
Tablo 37. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı TDZ konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	69
Tablo 38. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı sitokinin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları .....	70
Tablo 39. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	71
Tablo 40. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	72
Tablo 41. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı oksin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları .....	72
Tablo 42. <i>Vaccinium uliginosum</i> explantlarının 8. hafta sonunda farklı GA <sub>3</sub> konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri.....	73
Tablo 43. <i>Vaccinium uliginosum</i> fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	74
Tablo 44. <i>Vaccinium uliginosum</i> fidelerinin 8. hafta sonunda sabit AC ve değişken IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri.....	75
Tablo 45. <i>Vaccinium uliginosum</i> fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	76
Tablo 46. <i>Vaccinium uliginosum</i> fidelerinin 8. hafta sonunda sabit AC ve değişken IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	76
Tablo 47. <i>Vaccinium uliginosum</i> fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri .....	78



## KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

2,4-D	2,4 Diklorofenoksiasetik asit
AC	Aktif Karbon
AET	Avrupa Ekonomik Topluluğu
AN	Anderson's <i>rhododendron</i> besi ortamı
BBD	Bitki Büyüme Düzenleyicisi
DNA	Deoksiribonükleik asit
EtOH	Etanol
g	Gram
HCl	Hidroklorik Asit
HIV	İnsan Bağışıklık Yetmezlik Virüsü
HgCl <sub>2</sub>	Civa (II) Klorit
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
IAA	İndol-3-Asetik Asit
IBA	İndol-3-Bütirik Asit
IU	Uluslararası birim
mg	Miligram
mm	Milimetre
MS	Murashige ve Skoog besi ortamı
NAA	Naftalenasetik asit
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NaOH	Sodyum hidroksit
rpm	Dakikadaki devir sayısı
SB	Sürgün Boyu
SPSS	Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi
TDZ	Thidiazuron
WPM	Woody Plant Medium besi ortamı
2iP	N <sup>6</sup> -[2-isopentenil]adenin
µm	Mikrometre
vd.	ve diğerleri
%	Yüzde

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Bitkiler, insanoğlunun varoluşundan beri, gıda, barınma, giyim, ilaç ve diğer birçok temel gereksinimlerini karşılayan en önemli doğal kaynaklardır. Özellikle nüfus artışının yol açtığı çevre koşulları baskısı bitkiler üzerinde üretim darboğazı oluşturmakta ve buna bağlı olarak genetik kaynakların önem ve değeri daha da artmaktadır. Günümüzdeki teknolojik olanaklar doğrultusunda bitkilerle yapılan araştırmalar, tercihen, bitkisel kaynakların muhafazası ve mevcut kaynaklardan maksimum verim alınması üzerinedir. Özellikle güncel biyoteknolojik sağlanan gelişmeler, organizmaların bir bütün olarak değerlendirilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Son yıllarda dünya genelinde, bitki biyoteknolojisinin sağladığı avantajlardan yararlanılarak çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Bu bağlamda her ülke, kendi floristik zenginliklerini ortaya çıkartacak çalışmaları yapmak, sahip olduğu kaynakların sürdürülebilir koruma ve kullanım dengesini kurmak zorundadır.

Türkiye ılıman iklim kuşağında ve coğrafi konumu itibariyle üç farklı kıta (Avrupa, Asya, Afrika) arasında, fiziki ve jeolojik anlamda bir geçit zonunda bulunmasından dolayı oldukça zengin bir bitkisel çeşitliliğe sahiptir. Türkiye bu zengin biyolojik çeşitlilik açısından küçük bir kıta özelliği göstermektedir. Ülkemizin yüzölçümü bakımından kendisinin yaklaşık on üç katı büyüklüğünde olan Avrupa Kıtası'nın sahip olduğu bitki türüne eşdeğer tür sayısı içermesi bu görüşü desteklemektedir (12000 binin üzerinde bitki taksonu). Ülkemizde doğal yetişme potansiyeline sahip ve ekonomik açıdan değer taşıyan pekçok bitkisel kaynağın yurt dışında üretilen ve daha yüksek verim potansiyeline sahip kaynaklardan karşılanması ülkemizde yapılacak biyoteknolojik araştırmaları zorunlu kılmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar ülkemiz bitkisel kaynaklarının bilim dünyasına kazandırılması bağlamında çok önemli yaklaşım olmanın ötesinde, bu kaynakların verimli ve akılcı değerlendirilmesi bağlamında da çok önemlidir.

Türkiye'de yayılış gösteren ve tür çeşitliliği açısından dikkat çeken cinslerden biri de, bu çalışmaya konu olan *Vaccinium* cinsidir. Üzüksü meyveler grubunda yer alan bu cinsin üyelerinin en ideal yetişme ortamları olarak düşük pH (4,5-5,5) değerine sahip asitli topraklardır (Strik vd., 1993; Gough, 1994a, 1996; Himelrick, 2002). Kültürü yapılanlar kuzey ve güney orijinli yüksek boylu (highbush) çalı formu (*Vaccinium corymbosum* L.),

(*Vaccinium ashei* Rehd.) ve alçak boylu (lowbush) çalı formu (*Vaccinium angustifolium* L.) türlerine ait varyetelerdir (Strik vd., 1993; Austin, 1994; Gough, 1994a ve 1996).

*Vaccinium* türleri ılıman iklim kuşağına adapte olmuş meyveler grubunda yer alan ve botanik olarak gerçek üzüm grubunda bulunan çok yıllık bitkilerdir. Her dem yeşil ya da kışın yaprağını döken çalı, ender olarak da küçük ağaçlar şeklinde karşımıza çıkan *Vaccinium* cinsi kuzey yarım kürede; arktik bölgelerden, tropik bölgelerin yüksek dağ kırlarına kadar yayılış göstermektedirler. Çiçekleri, meyveleri, yaprakları ve yapraklarının sonbahar renklenmeleri çok estetikdir. Bu nedenle kırsal ve kentsel peyzajda kullanılabilecek çok işlevli ve estetik bitkilerdir. Üzümsü meyve olarak kullanılan taksonların birçoğu Türkiye’de doğal olarak yetişmektedir. Bu meyveler, vitamin ve mineral maddesi bakımından zengin, insan sağlığı için de önemli olup gıda sektöründe kullanımı (meyve suyu, meyveli yoğurt, dondurma, konserve, reçel, v.s.) giderek artmaktadır (Karaer ve Adak, 2006). Genel olarak tüm Karadeniz Bölgesi’nde yer yer yayılmakla birlikte (Artvin, Rize, Trabzon, Ordu, Giresun, Gümüşhane, Samsun, Sinop, Kastamonu, Zonguldak, Bolu, Bartın ve Düzce), Trakya Bölgesi’nde ve Marmara Bölgesi’nin güneyinde (Kocaeli, Sakarya, İstanbul, Kırklareli, Bursa ve Balıkesir) yerel yayılış gösterdiği görülmektedir (Davis, 1978; Ağaoğlu, 1986; Çelik, 2003; Çelik, 2006a ve b).

Ülkemizde doğal olarak yetişen *Vaccinium* türlerinin verimli hatlarının ticari amaçlı bahçe kurulumu için biyoteknolojik yöntemler ile çalışmalarının yetersiz olması, üreticilerin ticari amaçlı bahçe kurulumunda yurt dışı kaynaklı formların fidelerine bağlı kalmasına yol açmıştır. Bununla beraber, *Vaccinium* türlerinin yetiştirildiği ülkelerde tarımsal ve ekonomik katkıları, kullanım alanları ve faydaları, yetiştirme koşulları hakkında veriler literatürde yerini almıştır (Turner ve Muir, 1985; Haf ve Dufour, 1997; Çelik, 2005; Hafner ve Remberg, 2006). *Vaccinium* türlerinin doku kültürleri ile çoğaltılmasına (mikroçoğaltım) yönelik çalışmalar hakkında detaylı bilgiler de yer almaktadır (Guang-jie vd., 2008, Cüce vd., 2013; Cüce ve Sokmen, 2015). Bazı *Vaccinium* türlerinin Amerika başta olmak üzere bazı Avrupa ülkelerinde binlerce hektarlık alanlarda tarımı yapılmaktadır. Günümüzde ticari olarak yetiştirilen *Vaccinium* türleri, 1906 yılından itibaren Amerika Birleşik Devletleri’nde başlatılan seleksiyon çalışmalarının ürünüdür. *Vaccinium* türlerinin yetiştiriciliği bu yönleriyle bu yöreye öncü rolü kazandırmaktadır.

*Vaccinium* türleri dünyada blueberry, huckleberry, whortleberry, black whortleberry, bilberry, burren myrtle, mryttille, dyeberry, hurtleberry, whinberry, wineberry gibi isimlerle

bilinir (Howell, 2009). Ülkemizde ise yabani olarak yetişen formları Trabzon'da ligarba, lifos, Rize'de likapa, çela, ançera, kaskanaka, Artvin'de morsivit veya mahabak, Ordu ve Giresun'da çalı çileği, Adapazarında'da çay üzümü, çoban üzümü veya ayı üzümü olarak bilinir (Baytop, 1997). *Vaccinium* türleri dikildikten sonra ortalama üçüncü yılda verim vermeye başlarlar. Altıncı yılda maksimum verime ulaşan *Vaccinium* türleri 30-40 yıl ekonomik olarak verimliliklerini sürdürürler (Gümüş vd., 2009).

*Vaccinium* türleri ülkemizde doğal olarak yetişebilmelerine rağmen ekonomik getiri için kurulan bahçelerde daha çok yurt dışı kaynaklı fideler kullanılmaktadır. Bu da ticari üretim yapmayı planlayan bölge halkına bahçe kurulumunda maddi sıkıntılar doğurmaktadır. Bu bağlamda ülkemizde doğal olarak yetişen *Vaccinium* türlerinin verimli hatlarının yetiştirilip, ticari amaçlı kurulan bahçelerde ekonomik getiri bağlamında değerlendirilmesi zorunluluk arz etmektedir.

## 1.2. *Vaccinium* Türlerinin Sistematikteki Yeri

*Vaccinium* cinsi Ericaceae familyasında yer alan, tüm dünyada 450 tür ile ülkemizde ise dört tür ile temsil edilen bir cinistir (Jaakola, 2009; Cüce vd., 2013).

**Alem:** Plantae

**Alt Alem:** Tracheobionta

**Bölüm:** Magnoliophyta

**Sınıf:** Magnoliopsida

**Alt Sınıf:** Dilleniidae

**Takım:** Ericales

**Familya:** Ericaceae

**Alt Familya:** Vacciniaceae

**Cins:** *Vaccinium*

**Alt Cins:** Batodendron

Euvaccinium (3 şubeye ayrılır)

**1- Myrtilus**

*Vaccinium myrtilus* L. (Çoban üzümü)

*Vaccinium uliginosum* L. (Bataklık çay üzümü)

**2- Hemimyrtillus**

*Vaccinium arctostaphylos* L. (Kafkas yaban mersini)

### 3- *Vitis-idaea*

*Vaccinium vitis-idaea* L.(Noktalı küçük yaban mersini)

Oxycoccus (Cranberry)

*Vaccinium macrocarpon*

*Vaccinium oxycoccus*

Cyanococcus (kültürü yapılan yaban mersinleri)

*Vaccinium corymbosum* L.

*Vaccinium australe* L.

*Vaccinium ashei* Reade.

*Vaccinium angustifolium* L.

*Vaccinium myrtilloides* L.

*Vaccinium boreale* Hall & Alders

*V. vitis-idaea*, *V. uliginosum*, *V. myrtillus* ve *V. arctostaphylos* Türkiye florasında doğal olarak yetişen *Vaccinium* türleridir. Bu türler Kafkasya, Batı ve Güney Trans-Kafkasya, Balkanlar ve Orta Asya'da yaygın olarak bulunurlar (Ayaz vd., 2005).

Kafkas *Vaccinium* türü (*V. arctostaphylos*) yayılış alanına bağlı olarak geniş bir çiçeklenme dönemine olduğu bilinmektedir (Mayıs-Ekim ayları). 1-6 metreye kadar boylanabilen bitki kırmızı çiçekli ve meyveleri koyu mavi renktedir (Davis, 1978), (Şekil 1). Başlıca içerikleri çeşitli organik asitler, tanen ve arbutin'dir. Asit karakterli (türlere göre pH 4,2-5,0 veya 4,5-5,2) topraklarda iyi gelişme göstermektedir. Kökleri 5,5 pH seviyesine kadar toleranslıdır. Ancak pH değerinin 6,5 ve üzerine çıktığı topraklarda yetiştirilemez. Sığ kök yapısına sahiptir (Galletta, 1975; Austin, 1994; Eck vd., 1990, Luby vd., 1990). Taze yaprakların kurutulması ile elde edilen ürün eskiden "Trabzon çayı" veya "Sapanca çayı" olarak bilinir veya çayın içine ilave edilirdi (Baytop, 1997).



Şekil 1. *Vaccinium arctostaphylos* yaprağı ve meyvesi

Noktalı küçük *Vaccinium* türü (*V. vitis-idaea*) ya da kırmızı *Vaccinium* türü, 25 cm kadar boylanabilen, çok yıllık, sürekli yeşil renkli ve az çatallaşan bir bitkidir (Davis, 1978), (Şekil 2). Yaprakları derimsi üst kısmı koyu yeşil, altı açık yeşil renklidir. Çiçekleri beyaz renkli çan şeklinde uçlarına doğru beş parçalı olup geriye doğru kıvrıktır. Bu türün doğal formları yalnızca Rize-Kaçkar Dağları'nda yetişir (Baytop, 1978). Meyveleri küçük, koyu kırmızı veya kan kırmızısı şeklindeki frenk üzümüne benzer (Hjalmarsson ve Ortiz, 2001). İçerdiği yüksek antosiyanin içeriği sayesinde (Stark vd., 1978) antitümöral (Kamei vd., 1995; Kodei vd., 1996), antiülser (Cristoni ve Magistretti, 1987), antioksidan ve antiinflamatuvar (Wang vd., 1999) etkiye sahiptir. Yaprakları mesane ve böbrek dezenfeksiyonun yanı sıra kolesterol seviyesinin düşürülmesi, mide bozuklukları ve romatizmal hastalıkların tedavisinde de kullanılır (Novelli, 2003).



Şekil 2. *Vaccinium vitis-idaea* çiçek ve meyvesi (Günaydın, 2009)

*V. myrtillus* Doğu Karadeniz ve Uludağ gibi asitli ve organik maddece zengin topraklarda yetişebilen, çalı formunda, üzüksü meyve türünde bir bitkidir. Mavi renkli olması ve İngilizce’de “blueberry” olarak isimlendirilmesinden dolayı maviyemiş adıyla dilimize geçmiş olan bu meyve, literatürde yaban mersini olarak bilinmektedir. Ancak yaban mersini, yabancı meyve, mersin meyvesi gibi çağrışımlar yapmakta, Karadeniz Bölgesi’nde yabancı popülasyonları olan bu üzüksü meyvenin tanınmasına yeterli gelmemektedir. Bu yüzden *V. myrtillus* Rize’de likapa, yer likapası, dal likapası, kaskanaka, Artvin’de mahabak, merhauk, motsvi, Trabzon’da lifos, ligarba, lifor, Giresun ve Ordu çevresinde çalı çileği veya dağ çileği, Ardahan’da göğen, hatta ayı üzümü ve çoban üzümü gibi adlarla bilinir (Eck vd., 1990). Türkiye’de 40-42 °C Kuzey enlemleri arasında kalan büyük kısmını Karadeniz Bölgesi’nin kapladığı alandaki nispeten yüksek rakımlı, asitli ve organik maddece zengin topraklarda kolayca yetişebilmektedir (Şekil 3). *V. myrtillus* tam güneş alan, nemli ve asitli topraklı yerlerde mükemmel bir gelişme gösterir. Kısmen gölge yerlerde de yetişebilir. Gölge miktarının artması ile çiçek sayısı azalır ve meyve miktarı düşer. *V. myrtillus*’un yetiştiriciliği yapılacak yer en azından yarım gün güneş almalıdır. *V. myrtillus* için en uygun yerler, çam, kızılgağaç, beyaz sedir karışımının olduğu, doğal olarak *V. myrtillus* yetişen defne veya turna yemişi bulunan alanlardır. *V. myrtillus* asitli, drenajı iyi ve organik maddesi yüksek olan toprakları sever. Kök yapısında fazla miktarda saçak kök olduğundan köklerin bulunduğu ortamın havalanması son derece önemlidir. *V. myrtillus* yetiştirilecek olan toprağın pH’sı 4,2-5,0 veya 4,5-5,2 arasında olmalıdır. *V. myrtillus* kökleri 5,5 pH seviyesine kadar toleranslıdır ancak pH değerinin 5,5’in üzerine çıktığı topraklarda *V. myrtillus* yetiştirilemez. *V. myrtillus* fidanları erken ilkbaharda dikilir. Fidanlar hastaliksız ve özellikle de virüsten arınmış olmalıdır. (Gough, 1994a ve 1996; Pritts ve Hancock, 1992; Himelrick, 1999 ve 2002). *V. myrtillus*’da hasat için gerekli olan uygun bir büyüme ortamının sağlanması, meyve iriliği ve kalitesinin korunması, hastalık ve zararlılara karşı yapılacak olan uygulamaların kolay olması ve bitkinin güçlü ve verimli bir şekilde gelişmesini sürdürebilmesi için budama yapılmalıdır. *V. myrtillus* yetiştiriciliğinde başarılı olmak için ayrıca gübreleme, yabancı ot kontrolü, hastalık ve zararlılara karşı ilaçlama gibi teknik ve kültürel uygulamalara da yeterince önem verilmelidir (Strick vd., 1993; Gough, 1994a ve 1996; Hilmerick, 1999).

*V. myrtillus* sağlık açısından oldukça yararlı bir meyvedir. Ayrıca diğer tüm meyve türlerine göre çok daha yüksek gelir getiren bir üzüksü meyvedir. Diğer meyve türleri gibi

çok yıllık bir bitki olan *V. myrtillus* yetiştiriciliği uzun dönem yatırım gerektiren ve sorumluluk isteyen bir tarım koludur.

Dünya yaban mersini üretimi 2009 yılı değerlerine göre 311 959 ton'dur ve bunun %52'si ABD, %33'ü Kanada, %3,5'i Polonya, %3,2'si Almanya ve %8,3'ü diğer ülkeler (Hollanda, Yeni Zelanda, İsveç, Romanya, Litvanya, İtalya, İspanya vd.) tarafından üretilmiştir (FAO, 2011). Ülkemizde doğadan toplanarak üretimi yapılan çay üzümü ve çoban üzümü (*Vaccinium*) türlerinden toplam 75 tonluk ihracat gerçekleştirildiği bildirilmektedir (Çelik, 2008 ve 2009; FAO, 2011).



Şekil 3. *Vaccinium myrtillus* meyve ve yaprağı

Bataklık *Vaccinium* türü (*V. uliginosum*) kahverengi gövdeli ortalama 25 cm'ye kadar çıkabilen yaprak döken bir çalıdır (Şekil 4). Geniş bir yayılış gösterirler. Pireneler, Alpler ve Kafkasya; Asya'da Japonya ve Çin son olarak Kuzey Amerika'da Sierra Nevada ve Kayalık Dağlarında bulunur. Türkiye'de Karadeniz'in kuzey ve güney bölgelerinde rastlanır. Bozkır, tundra, fundalık ve kozalaklı orman altlarında deniz seviyesinden 1700-3000 m yükseltideki ıslak asidik topraklarda yetişir (Davis, 1978). Meyveleri ve genç yaprakları toplanıp kurutularak özellikle tıbbi amaçlı kullanılır (Kulevanova ve Stefkov, 2004).





Şekil 4. *Vaccinium uliginosum* meyve ve yaprağı (Günaydın, 2009)

### 1.3. *Vaccinium* Türlerinin Morfolojik Özellikleri

Ocak şeklinde bir görünüm arz eden *Vaccinium* türlerinde toprak üstü organlarını dip kısımdan çıkan yeni, sukkulent yapıdaki sürgünler, odunlu çalı formundaki sürgünler ile bir yaşlı sürgünlerden çıkan yeni yeşil yan sürgünler oluşturur. Sırık (sopa) şeklindeki *Vaccinium* sürgünleri 10-20 yıl yaşayabilir ancak 5-7 yıl sonra bu sürgünler budanarak çıkarılmalıdır. Yüksek boylu çalı formundaki *Vaccinium* türü 1,2-3 m boylanabilir. Alçak boylu çalı formundaki *Vaccinium* türü 0,9 m boylanabilirken yarı-yüksek çalı formundaki *Vaccinium* türü çeşitleri bu iki grup arasındadır. Tavşan gözü *Vaccinium* türü ise daha uzun sürgünlere sahip olup kuvvetli gelişme gösterirler ve 6,1 m boy yapabilmektedirler Yüksek boylu çalı formundaki *Vaccinium* türü kökleri ince, kök kılları olmayan lifli kök yapısına sahiptir. Kökler bitkinin tabanından itibaren 1,8 m'ye kadar yayılabilir. Alçak boylu çalı formundaki *Vaccinium* türlerinin köklerinde de kök tüyü yoktur. Çok ince ve lif (iplik) gibi olan kökleri vardır. Bu *Vaccinium* türleri toprak altı rizomlardan adventif olarak büyürler. Dolayısıyla alçak boylu çalı formundaki *Vaccinium* türleri yayılıcıdır. Meyve gözleri ise yaz sonları ile sonbahar aylarında oluşur. Tomurcuk gelişimi sürgün ucundan aşağıya doğru yani bazipetal olarak meydana gelir. Çiçekler, 5 çanak yaprak, 5 taç yaprak, 10 erkek organ ve 1 dişi organ içerir. Meyve iriliği, sürgün çapına ve tohum sayısına bağlıdır. Kalın sürgünler daha iri meyve verirken döllenme sonucunda meyvede meydana gelen tohum sayısının fazlalığı da iri meyve ile sonuçlanır. Bu arada karşılıklı tozlanma da meyve iriliğini artırıcı yönde etkin rol oynamaktadır. *Vaccinium* türlerinin meyve tutumu

için tozlaşma gerekir ve bu olay entomofiliktir. Bu nedenle böcekleri çeken hoş kokulu ve nektar içeren çiçeklere sahiptirler (Ayaz vd., 2001; MEGEP, 2013).

#### 1.4. *Vaccinium* Meyvelerinin Faydaları, Kullanım Alanları ve Besin Değerleri

Faydaları;

- Anti kanserojen ve antioksidan özelliğe sahiptir ((Ehlenfeldt and Prior, 2001, Güder vd., 2013)
- İdrar yolu enfeksiyonlarında antibiyotik etkisi gösterir (Taherpour ve Taherpour, 2011)
- Kan şekerini düşürür (Roslon vd., 2011)
- Bağırsak metabolizmasını düzenleyen lifli özelliği vardır (Çelik, 2006b).
- Kan kolesterolünü düşürür (Çelik, 2006b).
- Pektin içeriği yüksektir (Çelik, 2006b).
- Kalp krizi riskini azaltır (Ehlenfeldt ve Prior, 2001).
- Gece görüş kabiliyetini artırır (Kramer, 2004).
- HIV virüsünün tekrarlanmasını azaltır (Çelik, 2006b).
- Damar elastikliğini artırır (Çelik, 2006b).
- Vücutta biyoaktif madde olarak kullanılan polifenoller, antosyaninler, flavanoller ve tanenlerce zengindir (Kampuse vd., 2009).
- Kansere karşı etkili elajik asit içeriği oldukça yüksektir (Kampuse vd., 2009).
- Kamaşma, kılcal damar çatlaması ve gece körlüğünü ortadan kaldırır (Trehane, 2004)
- Damar sertliği oluşumunu engeller (Kulevanova ve Stefkov, 2004).
- Safra taşı tedavisinde kullanılır (Kulevanova ve Stefkov, 2004).

Kullanım alanları;

- Taze veya kuru meyve olarak,
- Meyve suyu olarak (diğer meyve suları ile karıştırılır),
- İlaç sanayinde (kuru veya toz halinde meyveleri, çiçekleri, kökleri ve yaprakları),

- Süt ürünleri teknolojisinde,
- Baharat olarak,
- Reçel, marmelat ve konserve olarak,
- Şarap yapımında,
- Bitkisi kulp (sap) yapımında,

kullanılmaktadır (Erbay vd., 2010; Akbulut vd., 2011; Baykal vd., 2011; Feshani vd., 2011; Fidan vd., 2011; Uzun ve Palabaş Uzun, 2011; Çelik, 2012 a, b ve c).

*Vaccinium* türlerinin meyveleri ayılar, bazı kuş türleri ile sincapların da yiyecek kaynağıdır. Dünyada farklı coğrafyalarda doğal olarak yetişen bu türler yerel halkın ev ihtiyacına veya ticari amaca yönelik olarak hasat edilmektedir. Örneğin Çin’de *Vaccinium uliginosum* L., Avrupa’nın değişik bölgelerinde *Vaccinium myrtillus* L. ve Amerika’nın farklı yerlerinde ise çeşitli *Vaccinium* türleri hasat edilir, taze tüketilebildiği gibi reçel, marmelat, meyve suyu veya dondurulmuş olarak da tüketilir.

*Vaccinium* türlerinin meyve ve yapraklarının gıda sektöründe kullanılması bu bitkilerin meyve ve yapraklarının biyoaktif bileşenlerinin belirlenmesini zorunlu kılmıştır ve dünya da bu konu ile pek çok çalışma yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda bir bardak *Vaccinium* meyvesinin 14 g geldiği Tablo 1’de verilen vitamin ve protein değerlerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Mineral ve vitaminlerce zengin olan *Vaccinium* meyveleri sodyum içermezken potasyum içeriği son derece yüksektir. Ayrıca, sakkaroz içeriği % 3 iken % 48 glikoz ve % 49 fruktoz içermektedir (Turner ve Muir, 1985; Kalt ve Dufour, 1997; Prior vd., 1998; Kalt vd., 1999; Kulevanova ve Stefkov, 2004; Haffner ve Remberg, 2006; Moze vd., 2011).

*Vaccinium* türlerinin meyvelerinde fenolik bileşikler dikkate alınmalıdır. Bu bileşikler bitkiler aleminde yaygın olarak bulunan biyoaktif sekonder metabolitlerdir. Fenolik bileşiklerin sağlığı koruyucu etkilerinin çoğu antioksidan, antimitojenik, antikarsinogenik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, ve diğer biyolojik özelliklerinden kaynaklandığı rapor edilmiştir (Ayaz vd., 2005).

*V. myrtillus* yaprak özütlerinin kromatografik analizleri sonunda 5- kafeo quinik asit, kateşin, kumaril quinik asit, feruloyil kuinik asit, kuersetin-3-O ramnozid, hiperozid, rutin ve yine 4 değişik formda kuersetin ile toplam 12 farklı biyolojik aktif bileşen tespit edilmiştir (Stefkov vd., 2014). *V. myrtillus* meyve özütlerinin analizleri sonucunda ise 14 farklı antosiyanin (Lätti vd., 2008; Yue ve Xu, 2008), 30’un üzerinde farklı flavanoid tespit edilmiştir (Spela vd., 2011). *V. uliginosum* yaprak analizleri sonucunda *V. myrtillus*

türünün yaprak analizlerinin sonuçlarına benzer sonuçlar bulmuşlar fakat içerik bakımından daha düşük değerler elde edilmiştir (Stefkov vd., 2014). *V. uliginosum* meyveleri üzerine yapılan çalışmalarda ise 11 farklı antosiyanin olduğu tespit edilmiştir (Rui vd., 2011).

Tablo 1. 100 g *Vaccinium* meyvesinin genel içeriği, mineral ve vitamin içeriği oranları (Gough, 1994a ve 1996).

100 g <i>Vaccinium</i> meyvesinin içeriği	Su	% 83
	Protein	% 0,7
	Yağ	% 0,5
	Karbohidrat	% 15
	Lif	% 1,5
	Kalori	62
Mineraller (mg/100 g)	Kalsiyum	6,00
	Bakır	0,06
	Demir	0,17
	Magnezyum	5,00
	Manganez	0,28
	Fosfor	10,00
	Potasyum	89,00
	Selenyum	0,60
	Sodyum	0,00
	Çinko	0,11
Vitaminler	C- Vitamini	13,00
	Thiamin	0,05
	Riboflavin	0,05
	Niacin	0,36
	Pantotenik Asit	0,09
	Vitamin B-6	0,04
	Vitamin A	100,00 IU
	Vitamin E	1,00 mg AET

*V. myrtillus* üzerine yapılan moleküler çalışmalar sonucunda beyindeki T3 transferini artırdığı ve sinirsel iletimi geliştirdiği, retinal hücreleri oksidatif strese karşı koruduğu, antimikrobiyal ve antioksidan etkiye sahip olduğu, DNA sitabilizasyonunu sağladığı ve DNA'yı koruduğu tespit edilmiştir. Klinik uygulamalar sonucunda ise hafızayı ve görmeyi güçlendirdiği, diyabetik retinopatiyi engellediği, tip-2 diyabeti kontrol ettiği, oksidatif stres ile ilgili hastalık riskini azalttığı ve hücre büyümesini sağlayarak toksik bileşiklerin detoksifikasyonunu sağladığı tespit edilmiştir (Chu vd., 2011).

## 1.5. *Vaccinium* Türlerinin Üretim Yöntemleri

*Vaccinium* türleri üzerindeki çalışmalar İngilizlerin Amerika kıtasına yerleşmelerinden sonra başlamıştır. Doğal floradaki yabancı yaban mersinlerini gören ve yerli halkın bunları toplayarak yediklerini fark eden İngilizler 300 yıla yakın bir süre bu meyvenin az miktarda kültürünü ve ıslahını yapmışlardır. Geniş çapta bilimsel araştırmalar ise XX. yüzyılın başında A.B.D.'de Dr. F.V. Coville tarafından başlatılmıştır (Debnath, 2009). Araştırmalar sınırlı olmasına rağmen bazı *Vaccinium* türlerinde çelik ile üretim çalışmaları da yapılmıştır. Ama bu yöntemler türe göre farklılık göstermektedir. Örneğin bazı türlerin çelikle üretimi gerçekleştirilememektedir. *Vaccinium* türlerinin fideleri iki yöntemle üretilmektedir;

1. Generatif Üretim
2. Vejetatif Üretim
  - ❖ Çelikle üretim
  - ❖ Aşı ile üretim
  - ❖ Doku kültürü teknikleri ile üretim

### 1.5.1. Generatif Üretim

*Vaccinium* türlerinin generatif yani tohum ile üretiminde çeşitli güncel sorunlar mevcuttur. Bu bitkiler genetik olarak heterozigot olduklarından tohumla çoğaltılmaları ürün veriminde kayba neden olduğu için uygun görülmemektedir (Debnath, 2009). Yani aynı türe ait iki verimli bireyin döllenenmesinden daha az verim veren bireyler oluşabilmektedir. Mikroçoğaltım çalışmalarında daha az verim veren bireyin tohumlarının kullanılması bu çalışmalardan elde edilecek fidelerin de daha az verimli olmasına neden olacaktır.

### 1.5.2. Vejetatif Üretim

*Vaccinium* türlerinin vejetatif olarak çoğaltması, sürgün, kök sürgünü, yaprak, yumru ve rizom gibi vejetatif bitki kısımlarından alınan parçalarla yapılan üretim şeklindedir. Bu organlardan alınan bir parça, bir tarafı ile yeni bir kök sistemi oluştururken diğer tarafı ile

de yeni bir sürgün sistemi oluşturarak yeni bir bitkiye dönüşür veya başka bir bitki parçası (anaç) ile birleşerek yine yeni bir bitki oluşturur (Debnath, 2004, Dinçer, 2010).

### 1.5.2.1. Çelikle Üretim

*Vaccinium* türlerinin çelikle üretimi üzerinde pek çok çalışma mevcuttur. Çelikle çoğaltmada yaygın olarak yumuşak ve sert odun çelikleri kullanılmaktadır (Schulte ve Hancock, 1983; Pritts ve Hancock, 1992; Strik vd., 1993; Cline ve Fernandez, 1998; Çelik, 2005; Krewer ve Cline, 2006). Yumuşak ve sert odunsu çeliklerin yanı sıra aşı, tohum, daldırma ve ayırma ile de çoğaltılabilirler (Ağaoğlu, 1986; Eck vd., 1990; Gough, 1994b ve 1996). Yüksek çalı formundaki *Vaccinium* türleri genelde sert odun çelikleri ile çoğaltılırken 42° Kuzey paraleli üzerindeki yerlerde ana bitkiler üzerindeki meyveler olgunlaşmadan önce alınan yumuşak odun çelikleri ile de başarı ile çoğaltılabilmektedirler. *Vaccinium* türlerinin hızlı bir şekilde çoğaltılması amacıyla yumuşak odun veya yaz aylarında alınan yapraklı yeşil çelikler kullanılır. Ancak, yumuşak odun veya yeşil çeliklerle yapılan çoğaltmalarda alttan ısıtma, sisleme sistemi ve gölgelendirme gerekli iken havalanma şartlarının da mükemmel olması gerekir (Eck vd., 1990; Strik vd., 1993; Gough, 1994a ve 1996; Williamson ve Lyrene, 1998; Withworth, 2003). Dolayısıyla *Vaccinium* türlerinin yumuşak odun çelikleri ile çoğaltılması sert odun çeliklerine göre çok daha zordur (Pritts ve Hancock, 1992).

Bitkinin aktif gelişme döneminde alınan yapraklı, yeşil çelikler çok daha kısa sürede yeni bitkilerin elde edilmesine imkan tanır, ancak alınır alınmaz uygun ortamlara dikilmeleri zorunludur (Pritts ve Hancock, 1992). Bu yöntemde kısa sürede çok fazla miktarda çelik alınabilmekte ve köklenme oranındaki başarı oldukça yüksek (% 70-80) olabilmektedir (Krewer ve Cline, 2006). Son yıllarda yapılan bu yöntem sert odun çelikleri ile yapılan çoğaltmanın yerini almıştır. Bu yöntem sayesinde bazı *Vaccinium* türleri çok hızlı bir şekilde çoğaltılabilmektedir. Çeliklerin köklenmesi üzerine türlere ve çeşitlere bağlı olarak büyümeyi düzenleyiciler, çelik tipi, çelik alma zamanı, köklenme ortamı ve ortam sıcaklığı gibi birçok faktör etki etmektedir (Wolfe vd., 1984; Draper ve Chandler, 1986; Koron vd., 1988; Munoz vd., 1993; Abolins vd., 2003). *Vaccinium* türlerinin çoğaltılması sırasında büyüme ve gelişme için optimum şartları sağladığına inanılan ve en yaygın olarak kullanılan ortam kum-torf karışımıdır (Munoz vd., 1993). Ilıman iklim kuşağında yetişen meyve türlerinin çoğunda çeliklerin köklenmesi için gece sıcaklığının 15

°C'nin altına düşmemesi koşulu ile 21-27 °C alttan ısıtma sıcaklığı gereklidir (Hartman veKester, 1983). *Vaccinium* türlerinde çeliklerin tabandan sıcak tutulması üzerine olumlu (Gough, 1994a) ve olumsuz (Strik vd., 1993) görüşler olmasına rağmen 21-25 °C arasındaki sıcaklıkların *Vaccinium* çeliklerinin köklenmesini artırdığı belirtilmektedir (Pritts ve Hancock, 1992; Gough, 1994a ve 1996). Ayrıca, *Vaccinium* türlerinde çoğaltmada kullanılan metod bitkilerin büyüme, gelişme ve verimleri üzerine de etki edebildiği gibi çoğaltma materyaline göre oluşan yan sürgün sayısı da farklılık göstermektedir (El-Shiekh vd., 1996; Smolarz ve Chlebowska, 1998; Litwinczuk vd., 2005). Ülkemizde doğal olarak yetişen *Vaccinium arctostaphylos* türünün de çelikle çoğaltılması üzerine son yıllarda çalışmalar yapılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Seyis, 2011).

#### 1.5.2.2. Aşı ile Üretim

*Vaccinium* türlerinin aşı ile çoğaltılması zordur ve aşı ile çoğaltma çok az kullanılmaktadır. Araştırmacılara göre yüksek çalı formlu *Vaccinium* türü (*V. ashei*) *Vaccinium arboreum* üzerine başarılı olarak aşılanabilmektedir. Yaz ortalarında iyi bir yara dokusu (kallus) oluşumunu sağlayacak sıcaklık olduğunda yarma veya yama aşı başarılı sonuç vermektedir. Son yıllarda Northblue çeşidinde denenen doku kültürü ile çoğaltma sonucunda fazla çalı oluşturan, kuvvetli sürgünler veren ve bol meyveli fidanlar elde edildiği bildirilmektedir. Ayrıca doku kültürü ile çoğaltılan bu çeşidin yapraklarının, çelikle çoğaltılarak elde edilenlere göre 3 kat daha hızlı büyüdüğü saptanmıştır. Vejetatif olarak üretilen fideler anaç bitkinin özelliklerini taşırlar. Ancak burada anaç bitkideki, bazı sistemik hastalıkların fideye geçmesi kaçınılmazdır (Çelik, 2005).

#### 1.5.2.3. Doku Kültürü ile Üretim

Bitki doku kültürü yöntemi, temelde bir üretim yöntemidir. Bilinen diğer klasik üretim yöntemlerinden farklı olarak, bitkinin çeşitli kısımlarından alınan küçük bir doku parçası (eksplant) sterilize edildikten sonra, çeşitli besin maddelerini içeren steril besi ortamında ve uygun çevre koşullarında (ışık, nem ve sıcaklık) kültüre alınması işlemidir (Srivastava ve Steinbaver, 1981; Gönülşen, 1987; Dinçer, 2010).

İzole edilen bitkisel parçaların (eksplant) canlı olarak kapalı bir kap içerisinde büyütme çalışmalarının 115 yıllık bir geçmişi vardır. 1902 yılında Alman araştırmacı Haberlant ile başlayan ve ilk denemelerinde başarılı olamayan bu süreç 1922’lerde Amerikalı Robbin ve Alman Kott tarafından gerçekleştirilen ilk başarılı sonuçların ardından bilim dünyasındaki yerini almaya başlamıştır. 1930 ve 1940’lı yıllarda özellikle de hücre teorisinin geliştirilmesi ve totipotensi teriminin bitki biyoteknolojisindeki yerini alması ve 1950’li yıllarda pekçok araştırmacının bitkilere özgü spesifik besi ortamları geliştirmesiyle bugünkü şeklini almaya başlamıştır (Gönülşen, 1987; Auge vd., 1995).

Doku kültürü ile ilgili çalışmalar, 1975 yılına kadar kallus kültürü ile bitki rejenerasyonu esasına dayandırılmıştır (Chalupa, 1987). Günümüzde *in vitro* koşullarda, çeşitli bitki türlerinin doku kültürü tekniği ile üretilmesinde kallus, sürgün ucu, embriyo, hücre ve protoplast kültürleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Srivastava ve Steinbaver, 1981; Vidalie, 1986; Ahuja, 1986).

Doku kültürü teknikleri;

- ❖ Arz-talebi karşılayacak üretim olanağı
- ❖ Genotiplerin hızlı üretimi
- ❖ *In vitro*’da erken seleksiyon
- ❖ Daha az alandan daha yüksek verim eldesi
- ❖ Hastaliksız bitki eldesi (Bakteri, virüs ve mantardan ari bitki eldesi)
- ❖ Haploid ve poliploid bitkilerin üretilmesi
- ❖ Mutantların üretimi ve seçimi
- ❖ Genetik çeşitliliğin saklanması
- ❖ Somatik embriyo oluşumu, sentetik tohum üretimi
- ❖ Protoplast kültürü ile somatik hibridizasyon
- ❖ DNA teknolojisi ile gen transferleri
- ❖ Çelikle üretimi zor olan türlerin kolay üretilmesi

gibi avantajları bitkisel üretime sağlamaktadır (Bhojwani ve Razdan, 1983; Vidalie, 1986; Şimşek, 1989; Üçler, 1994; McDonald, 1999; Dinçer, 2010).

Diğer taraftan doku kültürü ile üretimin vejetasyon dönemine bağlı olmaması, bir klonu sınırsız bir şekilde üretme olanağı vermesi, poliploid bireyler elde edebilme ve gen bankaları (doku bankaları) kurma gibi yararları yanında, çelikle üretilmesi zor olan bazı bitki türlerinin bu yöntemle kolayca üretilmesi, zengin tohum yıllarının seyrek olduğu ve



tohumların uzun süre saklanması mümkün olmadığı veya güç olduğu ağaç türlerinin üretilmesinde de önem taşımaktadır (Vidalie, 1986).

Genetikçiler doku kültürü tekniğini, seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesinde, hızlı büyüyen fertlerin ortaya çıkarılmasında, soğuğa, kuraklığa, hastalıklara, tuzluluğa ve herbisitlere dayanıklı bireylerin seçilmesinde etkin bir şekilde kullanırlar (Kaya, 1988). Bitki doku kültürü teknikleri ile nispeten problemsiz ve hızlı üretim ihtimali, daha ileri ıslah adımlarında kullanılabilir önemli avantajlar sunmaktadır (Üçler, 1994).

Son 30 yılda odunsu bitkilerin doku kültürleri ile üretiminde hızlı gelişmeler göze çarpmaktadır. Özellikle ekonomik anlamda meyveleri değer taşıyan bahçe bitkileri ve ekonomik değer taşıyan orman ağaçları pek çok araştırmacı tarafından doku kültürü teknikleri kullanılarak üretilmeye çalışılmıştır (Çetiner, 1992; Genç, 1999; Cüce vd., 2013; Cüce ve Sökmen, 2015).

### 1.5.3. *Vaccinium* Türlerinin Doku Kültürü ile Çoğaltılması

Ülkemiz dışında yetişen *Vaccinium* türlerinin doku kültürü teknikleri kullanılarak üretilmesine dair literatürde pek çok çalışma mevcuttur (Marcotrigiano vd., 1996; Debnath ve McRae, 2001a; Debnath, 2006). Ancak ülkemizde doğal olarak yetişen *Vaccinium* türlerinin doku kültürü teknikleri kullanılarak üretilmeleri ile ilgili çalışmaların yetersiz olduğu ve bu konuda kapsamlı çalışmalar yapılması gerektiği ve ticari üretimiyle ilgili sınırlı bilgilerin mevcut olduğu vurgulanmaktadır (Cüce ve Sökmen, 2015). Literatür verileri incelendiğinde ülkemizde yetişen *V. arctostaphylos*'un doku kültürü yöntemleri ile üretilmesine dair ilk rapor Cüce ve arkadaşları tarafından (2013) rapor edilmiştir. Yine ülkemizde yetişen *V. myrtillus* türüne ait ilk rapor ise 2015 yılında Cüce ve Sökmen tarafından sunulmuştur. Bu konuda ülkemizde yetişen *V. uliginosum* ve *V. vitis-idaea* türlerine ait henüz yayınlanmış bir rapor mevcut değildir. Oysa üretimi zor olan bitkilerin çoğaltımında hızlı ve etkin bir teknik olan doku kültürü ile üretim sayesinde vejetatif üretimin yaygınlaşacağı ve ticari üretim bazında patent ve sertifika olanağı iyi bilinmektedir (Galle, 1987).

Vidalie (1986), doku kültürü ile vejetasyon süresine ve tohuma bağlı kalmadan, bitkinin herhangi bir dokusundan yıl boyunca sürekli üretim gerçekleştirildiğini çalışmalarında ortaya koymuştur. Yine doku kültürü tekniği ile seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi, hızlı büyüyen fertlerin ortaya çıkarılması, soğuğa, kuraklığa,

hastalıklara, tuzluluğa ve herbisitlere dayanıklı bireylerin elde edilmesi, üstün bireylerin ortaya çıkarılmasının mümkün olabileceği literatürlerde yer almaktadır (Kaya, 1988).

### 1.5.3.1. Kallus Kùltürleri ile Üretim

Kallus kùltürü eksplantlardan uygun bir besin ortamında kallus dokusunun oluşturulması yani izole edilmiş hücre yığınlarmın *in vitro* kùltürüdür. Kallus kùltürlerine bitkinin bölünebilme özelliğine sahip hücrelerin bulunduğu bitki kısımlarından başlanılabilir. Bunlara örnek olarak; endosperm, polen, embriyo, yaprak sapı, kök kısımları, internodlar vs. verilebilir (Vidalie, 1986). Kallus kùltüründe kallusun oluşabilmesi için ortama genel olarak 2,4-Dikolorofenoksiasetik asit (2,4-D) eklenir (Vidalie, 1986; Harbage ve Stimart, 1987). Çoğu otsu bitkiler doku kùltüründe, somaklonal varyasyon sergileyen kalluslardan üretilir, bu da ürünlerin kalitesi için oldukça önemlidir (Yeoman ve Forche, 1980; Evans ve Sharp, 1983; Harbage ve Stimart, 1987). *In vitro* ortamda odunsu bitkiler kallus oluşturmasına rağmen, organ yenileme hızı düşüktür ve özellikle alt kùltür kalluslarından sonra çok daha düşüktür. Odunsu bitkilerin, *in vitro*'da üretilmiş somatik varyasyonlarından herhangi bir gelişme elde edilememiştir (Harbage ve Stimart, 1987). Literatürde *Vaccinium* türleri üzerine yapılan kallus kùltürlerinden sürgün elde etme çalışmalarında başarı sağlanmıştır ancak elde edilen sürgünlerin morfolojik görüntüleri (gövde ve yaprak yapısı) meristem kùltürlerinden elde edilen fidelerden farklılıklar göstermiştir (Hruskoci ve Read, 1993; Ostrolucká vd., 2004; Dinçer, 2010).

### 1.5.3.2. Organ Kùltürleri ile Üretim

Doku kùltürü teknikleri ile üretimde, pratik ve hızlı çoğaltım ve genetik stabiliteyi sağlamak açısından en çok kullanılan yöntem organ kùltürüdür (Ahuja, 1986; Ahuja, 1986b; Dinçer, 2010). Organ kùltüründe sürgün oluşumu ve bitki rejenerasyonunda; yapraklar, kotiledon ve hipokotil gibi embriyo parçaları, sürgün ve sürgün uçları, koltuk altı ve terminal tomurcuklar gibi bitkinin değişik kısımları materyal olarak kullanılmaktadır (Üçler, 1994).

Farklı *Vaccinium* türleri üzerinde yapılan çalışmalarda sürgün uçları kullanılarak doku kùltürü yöntemiyle üretimi gerçekleştirilmiştir. Sürgün ve kök oluşumu için

Murashige ve Skoog (MS), McCown odunsu bitkiler besi ortamı (WPM) ve Anderson *rhododendron* (AN) gibi farklı besin ortamları pek çok araştırmacı tarafından kullanılmıştır ve yüksek oranda başarı elde ettikleri belirtilmiştir (Fira vd., 2008; Ostrolucká vd., 2010; Sedlák ve Paprštejn, 2011; Clapa vd., 2012).

Ostrolucká ve arkadaşları (2007), *Vaccinium corymbosum* türünün sürgün oluşumu için 0,5 veya 2,0 mg/L zetin ile desteklenmiş AN besin ortamını kullanmışlar ve en yüksek sürgün veriminin % 40-50 oranında 2,0 mg/L zeatin içeren ortamda olduğunu gözlemlemişlerdir. Kök oluşumu için ise Ostrolucká ve arkadaşları (2007) AN ortamında 0,8 mg/L IBA ve yine *ex vitro* ortamda 15-20 mm uzunluğundaki sürgünleri 0,8 mg/L konsantrasyonundaki IBA solusyonuna batırıp, turbalı toprağa aktararak köklendirme işlemini gerçekleştirmişlerdir ve % 80-95 oranında köklenme oranı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar *Vaccinium vitis-idaea* türü üzerinde yaptığı çalışmalarda ise sürgün verimi için en uygun ortamın 0,75 mg/L zeatin içeren ortam olduğunu belirlemişlerdir. Kök verimi için ise hem *in vitro* hem de *ex vitro*'da yine en uygun ortamın 0,8 mg/L IBA içeren ortam olduğunu tespit etmişlerdir.

### 1.5.3.3. Embriyo Kültürleri ile Üretim

Embriyo kültürü, izole edilmiş, olgun veya olgunlaşmamış embriyoların *in vitro*'da gelişmesi veya muhafaza edilmesi olarak tanımlanır. Ortamdaki karbohidratlar embriyonun ayakta kalması ve büyümesini büyük ölçüde artırır. Sukrozdan daha yaygın olarak kullanılan karbohidratlar, sadece enerji kaynağı değil, aynı zamanda ozmotik düzenleyici olarak kullanılır. Embriyo kültürü orman ağacı türlerinde geniş oranda çimlenme engelinin ortadan kaldırılması için kullanılmaktadır. Literatürde *Vaccinium* türlerinin embriyo kültürü ile üretimi hakkında çok az bilgi mevcuttur (Vidalie, 1986).

### 1.5.3.4. Hücre Kültürleri ile Üretim

Hücre kültüründe alınan hücre tek olabileceği gibi hücre grupları da olabilir. Hücre kültürü kağıt ve petri kabı tekniği olmak üzere iki şekilde yapılır. Kağıt tekniğinde aktif kallustan mikropipetle alınarak kağıt üstüne koyulan tek hücre bölünerek sürgün ve kök oluşumu yapar. Daha sonra yeni ortamlara taşınır. Petri kabı tekniğinde sterilize edilmiş

besin ortamı ile karıştırılan hücre grupları özel bir steril ortamdan geçirilerek farklı ebatlardaki kaplara taşınır. Son olarak da petri kabına aktarılıp kültüre alınır. (Vidalie, 1986; Dinçer, 2010). Ayrıca *Vaccinium* türlerinin hücre kültürlerinden elde edilen sürgün rejenerasyonunda oldukça düşüktür (Shibli ve Smith, 1996).

Ülkemizde geniş bir yayılış alanına ve yetiştirme şartlarına sahip *V. myrtillus* ve *V. uliginosum* fidelerinin sağlıklı, hızlı ve tekrarlanabilir üretiminde karşılaşılan sorunların ortadan kaldırılmasına yönelik çalışmaların artırılması gerekmektedir. Ticari amaçlı kurulan *Vaccinium* bahçelerinde yurt dışı kaynaklı fidelerin yerine ülkemizde doğal olarak yetişen ve biyoteknolojik yöntemlerle üretimi yapılan daha verimli hatların kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bitki biyoteknolojisinin sağladığı yaklaşımları kullanarak, etkili bir üretim yönteminin geliştirilmesiyle gerek yetiştirme şartlarından gerekse çok fazla sektörde kullanılmasından dolayı ülke ekonomisinde önemli yeri olan bu türlerinin üretim potansiyellerinin kapsamlı araştırılması zorunluluk arz etmektedir.

## 1.6. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, ülkemizde doğal olarak yetişen ve ekonomik değer taşıyan *V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'un doku kültürü yöntemleri kullanılarak etkili bir üretim yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. *Vaccinium* türlerinin doku kültürlerinde üretilmesine ait literatürde pek çok çalışma mevcut olmasına rağmen *V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'un doku kültürleri ile üretimine dair çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca *Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında, eksplantın alındığı bitkinin yaşadığı ortam şartları, eksplantın alınma zamanı, esplantın örnek olarak seçilen çeliğin hangi kısmından alındığı ve çeliğin fizyolojik durumu (yumuşak veya sert odun çeliği) kullanılan BBD çeşitleri ve konsantrasyonları gibi parametreler etkili olmaktadır. Ayrıca ülkemizde doğal olarak yetişen bu iki tür üzerine daha önce yapılmış herhangi bir çalışma mevcut olmadığından bu iki türün doku kültürlerinde üretim potansiyellerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu türlerin üretim potansiyelleri belirlenerek her daim üretim yapılmasına imkan sağlayacak daha hızlı, daha seri üretim yapılması ve aynı anda aynı özelliğe sahip (klon ve çeşit) binlerce bitkinin üretilmesi, doğaya kazandırılması ve döllenmelerinden kaynaklanan olumsuzlukların (heterozigot döllenme) ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla tez kapsamında farklı temel besi ortamları, bitki büyüme düzenleyicilerin çeşitli

kombinasyonları denenmiş ve gerek sürgün oluşumu ve gelişimi ve gerekse kök gelişiminde bu faktörlerin etkileri araştırılmıştır. Elde edilen fidelerin dış ortama adaptasyonu noktasında çalışmalar yapılmıştır.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal ve Kullanılan Ekipman

Bu araştırmada, *V. myrtillus* ve *V. uliginosum* bitkilerinin doku kùltürü yöntemleri ile üretimi (mikroçoğaltım) ve değerlendirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bitkilerin sürgün oluşturma safhasındaki genç lateral (yanal) tomurcukları araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Deneysel tasarımıda, *Vaccinium* türlerinin doku kùltürleri ile çoğaltımı hususunda yapılan ve literatürde rastlanan çalışmalardan yararlanılmıştır. Doku kùltürü ile üretim çalışmaları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakùltesi Biyoloji Bölümü Bitki Fizyolojisi ve Biyokimyası Laboratuvarı II'de yapılmıştır. Bu çalışmada, besi ortamlarının pH'sını ayarlama Mettler Toledo MP 220 marka pH metre, tartım işlemlerinde OHAUS marka hassas terazi, çözeltilerin karıştırılmasında Heidolph 1400 (Hotplate &Stirrer) marka ısıtıcılı manyetik karıştırıcı, kurutma işlemlerinde Nüve FN 120 marka etüv, saf su üretilmesinde GFL 2104 marka saf su cihazı, sterilizasyon işlemlerinde Ticisan (75 litre) marka otoklav, materyallerin kùltüre alınma işleminde ESCO marka laminar akışlı steril kabin, kùltürlerin büyütülmesinde Sanyo marka iklim dolabı, sürgün boyu ve kök uzunluklarının ölçülmesinde BIS marka digital kumpas kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntemler

#### 2.2.1. Materyallerin Toplanması, Taşınması ve Teşhisi

Birinci aşamada çalışma materyali olarak *V. myrtillus*'un dormant halden çıkmış ve sürgün oluşturmaya hazır genç ve yumuşak lateral tomurcukları (yumuşak odun çelikleri) 2012 yılı, Mayıs ayının ilk yarısından itibaren Trabzon İli Maçka ilçesi, Zigana Dağı (40°40'017"N, 39°24'583"E), 1722 m'den alındı. *V. uliginosum*'a ait sürgün oluşturmaya hazır genç ve yumuşak lateral tomurcuklar ise yine 2012 yılı Mayıs-Temmuz ayları arasında Demirkapı köyü-Çaykara, Trabzon (40° 31' 796" K, 40° 23' 475" D) 2760 m'den alındı. Örneklemeler her iki tür içinde çiçeklenme, meyveye yatma ve meyve veriminin takip edildiği ve bölge halkı tarafından ekonomik olarak değerlendirilen bireyler üzerinde yapılmıştır. *V. myrtillus* örnekleri bölgenin kuzeye bakan yamaçlarından, orman altı sınırından yol kenarına yakın mesafelerden temin edilmiştir. *V. uliginosum* örnekleri ise

çimenlik ve çayırılık alanlardan yol kenarına yakın mesafelerden alınmıştır. *V. uliginosum* örneklerinin alındığı arazinin toprak örtüsünün yoğun olmadığı bitkilerin yetiştiği alanın çakıllık bir alan olduğu göze çarpmaktadır. Vejetasyonun devam ettiği 2012 yılı ilkbahar döneminde alınan yeşil, genç ve yumuşak sürgünler, güneşin çok etkin olmadığı sabah veya akşam saatlerinde 10 cm uzunluğunda kesilerek, Hoagland solusyonlu torbalar içerisinde laboratuvar ortamına ulaştırılmıştır. Eksplantlar alındıkları tarih ve yerle ilgili bilgilerin bulunduğu etiketlerle birlikte kültür ortamına alınmaya kadar oda sıcaklığını geçmeyecek derecede saklanmaya özen gösterilmiş ve en geç üç gün içerisinde kültür ortamına alınmıştır.

### 2.2.2. Yüzey Sterilizasyon Sürelerinin Belirlenmesi

Sağlıklı bir şekilde laboratuvar ortamına taşınan eksplantlar üç farklı yüzey sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. İlk sterilizasyon işlemi eksplantlar ön muamele için 30 dk musluk suyunda yıkandı ve akabinde 30 sn % 70'lik etanol (EtOH) çözeltisine maruz bırakılmıştır. Son olarak en uygun yüzey sterilizasyon süresini belirlemek amacıyla 10, 15, 20, 25 ve 30 dk % 3'lük sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi ile muamele edilmiştir. İkinci olarak eksplantlar 30 sn % 70'lik EtOH ile muamele edildi ve akabinde 6, 8 ve 10 dk % 0,1 ve % 0,15'lik civa klorit (HgCl<sub>2</sub>) ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Üçüncü sterilizasyon yönteminde ise eksplantlar daha çok tohum gibi küçük eksplantların yüzey sterilizasyonunda kullanılan 30 dk % 36'lık hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Eksplantlar odunsu bitki türleri için kullanılan ve 1,0/0,1 mg/L zeatin/indol-3-bütirik asit (IBA) ile desteklenmiş WPM odunsu bitkiler besi ortamında kültüre alınmıştır. Veriler 8 hafta sonunda kontaminasyon, kararma, sürgün verimi ve boy uzunluğu parametreleri açısından istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

### 2.2.3. Başlangıç Kültürlerinin Belirlenmesi

*In vitro* çalışmalarda kullanılan besi ortamları bitki türlerine göre özgünlük gösterir ve çalışılması planlanan bitki türlerinden alınan eksplantların kültür ortamlarına hızlı ve sağlıklı bir şekilde aktarılması da büyük önem arz eder. Günümüzde, doku kültürü ile üretimde birbirinden farklı, hazır besi ortamı kullanılmaktadır. Bu besi ortamları, bitkilerin

isteklerine göre uyarlanabilmektedir (Anderson, 1984). Sürgün oluşturma çalışmalarında 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ve 1,0/0,1 mg/L zeatin/naftalenasetik asit (NAA) kombinasyonlarıyla desteklenmiş Murashige ve Skoog (1962) tarafından geliştirilen MS besi ortamı, Anderson (1984) tarafından geliştirilen *Rhododendron* besi ortamı ve daha çok odunsu bitkilerin doku kültürü çalışmalarında kullanılan, Lloyd ve McCown (1980) tarafından geliştirilen WPM besi ortamları başlangıç besi ortamları olarak kullanılmıştır. 8 hafta sonunda veriler sürgün verim oranı (kültür ortamına alınan eksplantlardan kaç tanesinin sürgün verdiği), sürgün boy uzunluğu, kararma ve kontaminasyon yüzdeleri parametreleri açısından istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sürgün çoğaltma (geliştirme) çalışmalarında ise, diğer besi ortamlarına göre daha üstün olan, WPM ortamı temel besi ortamı olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu hazır besi ortamları Duchefa'dan (Haarlem-Hollanda) satın alınmıştır. Temel besi ortamlarının içerikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. McCOWN Odunsu (WPM), Murashige & Skoog (MS) ve Anderson *Rhododendron* (AN) Besi Ortamları, Bileşenleri ve Miktarları

Makro Elementler	mg/L		
	WPM	MS	AN
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	400.00	1650	400
KNO <sub>3</sub>	-	1900	480
CaCl <sub>2</sub>	75.50	-	332.02
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	-	440	-
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	-	-	380
MgSO <sub>4</sub>	180.54	-	180.54
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	370	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170.00	170	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	471.26	-	-
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	990.00	-	-
<b>Mikro Elementler</b>			
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.20	6.2	6.2
MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	22.30	16.9	16.9
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8.60	-	8.60
ZnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	-	8.6	-
KI	-	0.83	0.30



Tablo 2'nin devamı

CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	-	0.025	0.025
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	-	27.8	55.7
FeNaEDTA	36.70	37.3	73.40
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.25	0.25	0.25
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.25	0.025	0.025
<b>Vitaminler</b>			
Nikotirik Asit	0.50	0.5	100
Thiamin HCl	1.00	0.1	0.40
Pridoksin HCl	0.50	0.5	100
İnositol	100.00	100.0	20
Glisin	2.00	2.0	-
Adenin hemisülfat	-	-	0.80

1 litre WPM besi ortamı hazırlamak için, stok (hazır) besi ortamından 2462,6 mg/L tartılmış ve 1 litrelik vida kapaklı cam şişelere aktarılmıştır. Her bir besi ortamına % 2 sukroz ilave edilmiş ve ortamların hacmi saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Jelleştirici olarak % 0,8 (w/v) Phyto Agar (Duchefa, Haarlem-Hollanda) eklendi. Ortamların pH'sı 0,1 N NaOH veya 0,1 N HCl ile 5,5-5,8'e ayarlanmıştır. Hazırlanan ortamlar 121 °C'de 1,1 atm basınç altında 15 dk sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Sterilizasyon işleminin ardından besi ortamlarının sıcaklıkları 40-50 °C'ye düşene kadar yatay akışlı steril kabin içerisinde bekletilmiştir. Son olarak ortamlara önceden 0,22 µm'lik filtrelerde (sigma) sterilizasyonu yapılan bitki büyüme düzenleyicileri gerekli oranlarda ortamlara ilave edilmiş ve besi ortamları 66 x 59 mm ve 98,5 x 59 mm'lik kültür kavanozlarına (magenta) aktarılmıştır. Besi ortamlarının katılaşmasının ardından magentalar, kültürlerin ekim işlemleri başlatılmaya kadar oda sıcaklığında, karanlıkta ve toz geçirmeyen ortamda saklanmıştır.

#### 2.2.4. Uygun Sukroz Miktarının Belirlenmesi

Doku kültürü çalışmalarında en önemli parametrelerden birisi de farklı bitki türlerine göre en uygun sukroz miktarının belirlenme aşamasıdır. Bu bağlamda başlangıç kültürlerindeki *V. myrtillus* ve *V. uliginosum* bitkilerinden alınan eksplantlar, içerisinde %

%1, % 1,5, % 2, % 2,5 ve % 3 (w/v) konsantrasyonlarında sukroz bulunan ve en yüksek sürgün çoğalması oranına sahip 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş WPM besi ortamında kültüre alınmıştır. Elde edilen veriler 8. haftanın sonunda kardeşlenme sayısı, sürgün boyu, nod sayısı ve kallus oranları açısından istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

### 2.2.5. Uygun pH Değerinin Belirlenmesi

*Vaccinium* türlerinin yetiştiği ortama adaptasyonunda en önemli faktörlerden birisi de uygun pH değerleridir. Bu bitki türleri asidik (4,5-5,5) toprak koşullarında büyümektedirler. Doku kültürü şartlarında en uygun pH aralığını belirlemek amacıyla yine başlangıç kültürlerinden alınan *V.myrtillus*'a ait eksplantlar 4,0, 4,5, 5,0, 5,5 ve 6,0 pH değerlerine sahip ve 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş WPM besi ortamında kültüre alınmıştır. Elde edilen veriler 8. haftanın sonunda kardeşlenme sayısı, sürgün boyu, nod sayısı ve kallus oranları açısından istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

### 2.2.6. Bitki Büyüme Düzenleyicileri ve Konsantrasyonları

Sürgün oluşturma denemelerinde zeatinin tek bir konsantrasyonu üç farklı temel besi ortamında (WPM, MS ve AN) 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ve zeatin/NAA kombinasyonlarında denemeye tabi tutulmuştur. Sürgün oluşum aşamasında bu bitki büyüme düzenleyicisinin ve konsantrasyonunun seçimi noktasında daha önce yapılan uygulamalardan ve literatür bilgisinden yararlanılmıştır.

Sürgün çoğaltımı ve sağlıklı sürgün eldesi, sonraki köklendirme çalışmaları için çok önemlidir. Sürgün geliştirme çalışmalarında değişken zeatin, N6-[2-isopentenil]adenin (2iP) ve thidiazuron (TDZ) (0,0, 0,5, 1,0, ve 2,0 mg/L) konsantrasyonları ile sabit indol 3 bütirik asit (IBA) (0,1 mg/L) kombinasyonları ve değişken IBA ve indol 3 asetik asit (IAA) konsantrasyonları (0,1, 0,2, 0,3, 0,4 ve 0,5 mg/L) ile sabit zeatin (1,0 mg/L) konsantrasyonları WPM ortamına ilave edilmiştir. Ayrıca elde edilen en yüksek sürgün üretim oranına sahip zeatin/IBA kombinasyonuna sürgün oluşum oranlarındaki artışı hızlandırmak için değişken oranlarda giberellik asit (GA<sub>3</sub>) (0,1, 0,2, 0,3, 0,4 ve 0,5 mg/L) ilave edilmiş ve sürgün oluşum oranları değerlendirilmiştir.

Köklendirme çalışmaları mikroçoğaltım çalışmalarının üçüncü basamağını oluşturmaktadır. Köklendirme işlemi sırasında en uygun oksinin ve bu oksin

konsantrasyonunun belirlenmesi fidelerin daha kısa sürede köklenmelerini bu sayede de dış ortama adaptasyon çalışmalarının daha hızlı olmasını sağlayacaktır. Sürgün çoğaltım çalışmaları sonucu yeterli büyüklüğe ulaşan fideler (en az 20 mm) *in vitro* çalışmalar için içerisinde 1,0 g/L aktif karbon (AC) bulunan veya aktif karbonsuz değişken IBA, IAA ve NAA konsantrasyonlarında (0, 0,25, 0,5 ve 1,0 mg/L) kültür ortamına alınmışlardır. *Ex vitro* çalışmalar için ise *in vitro* ortamlardan en iyi sonuç elde edilen IBA'nın yüksek konsantrasyonları (0, 500, 1000 ve 2000 mg/L) belirli oranlarda toprak/perlit (2: 1) ortamına alınmışlardır. *In vitro* ortamlarda üretilen ve belirli bir büyüklüğe ulaşan fideler bu konsantrasyonlardaki IBA stoklarına daldırılıp dış ortama alınmışlardır. Bu türlerin yetiştirilmesinde toprak pH'sı önemli olacağından *ex vitro* ortamda köklendirme çalışmalarında kullanılacak toprak, eksplantların alındığı araziden temin edilmiş ve uygun pH sorununun önüne geçilmiştir.

Kültüre alınan tomurcuk explantlarından sürgün oluşumu, oluşan sürgünlerden sürgün gelişimi ve bu sürgünlerin köklendirilmesi için uygun besi ortamları, sukroz miktarları ve pH değerleri ve bu ortamlara eklenen bitki büyüme düzenleyicileri [BBD (sitokin + oksin)] kombinasyonları ve oksin konsantrasyonları Tablo 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 11'de verilmiştir.

Tablo 3. Sürgün oluşumu için farklı besi ortamlarına eklenen zeatin/IBA ve zeatin/NAA Kombinasyonları

		MS	WPM	AN
<b>BBD</b> (mg/L)	<b>Zeatin/ IBA</b>	1,0/0,1	1,0/0,1	1,0/0,1
	<b>Zeatin/ NAA</b>	1,0/0,1	1,0/0,1	1,0/0,1

Tablo 4. Sürgün gelişimi için 1,0/0,1 mg/L sabit sitokin ve oksin varlığında uygulanan sukroz miktarları

<b>BBD</b>	<b>Sukroz (w/v)</b>				
<b>Zeatin/ IBA</b>	% 1	% 1,5	% 2	% 2,5	% 3

Tablo 5. Sürgün gelişimi için 1,0/0,1 mg/L sabit sitokinin ve oksin varlığında uygulanan pH değerleri

BBD		pH				
<b>Zeatin/ IBA</b>	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	

Tablo 6. Sürgün gelişimi için uygulanan değişken zeatin, TDZ, 2iP ve sabit IBA kombinasyonları

		WPM			
<b>BBD (mg/L)</b>	<b>Kontrol</b>	-	-	-	-
	<b>Zeatin/ IBA</b>	0,5/0,1	1,0/0,1	2,0/0,1	2,0/0,1
	<b>TDZ/ IBA</b>	0,5/0,1	1,0/0,1	2,0/0,1	2,0/0,1
	<b>2iP/ IBA</b>	0,5/0,1	1,0/0,1	2,0/0,1	2,0/0,1

Tablo 7. Sürgün gelişimi için uygulanan sabit zeatin, değişken IBA ve IAA kombinasyonları

		WPM				
<b>BBD (mg/L)</b>	<b>Zeatin/ IBA</b>	1,0/0,1	1,0/0,2	1,0/0,3	1,0/0,4	1,0/0,5
	<b>Zeatin/IAA</b>	1,0/0,1	1,0/0,2	1,0/0,3	1,0/0,4	1,0/0,5

Tablo 8. Sürgün gelişimi için sabit zeatin/IBA kombinasyonlarında uygulanan değişken GA<sub>3</sub> konsantrasyonları

		WPM				
<b>BBD (mg/L)</b>	<b>GA<sub>3</sub></b>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Tablo 9. Köklendirme çalışmaları için *in vitro* ortamda uygulanan değişken oksin konsantrasyonları

		WPM			
BBD (mg/L)	IBA	Kontrol	0,25	0,5	1,0
	IAA	Kontrol	0,25	0,5	1,0
	NAA	Kontrol	0,25	0,5	1,0

Tablo 10. Köklendirme çalışmaları için *in vitro* ortamda uygulanan değişken oksin sabit AC konsantrasyonları

		WPM			
BBD (mg/L)	IBA/AC	0,0/1,0	0,25/1,0	0,5/1,0	1,0/1,0
	IAA/AC	0,0/1,0	0,25/1,0	0,5/1,0	1,0/1,0
	NAA/AC	0,0/1,0	0,25/1,0	0,5/1,0	1,0/1,0

Tablo 11. Köklendirme çalışmaları için *ex vitro* ortamda uygulanan değişken oksin sabit AC konsantrasyonları

		TOPRAK/PERLİT			
BBD (mg/L)	IBA	Kontrol	500	1000	2000

### 2.2.7. Bitkisel Materyalin Yüzey Sterilizasyonu

*V. myrtillus* ve *V. uliginosum* bitkilerinden kesilerek alınan tomurcuk halindeki sürgünler çeşme suyu ile 30 dakika yıkanmıştır. Ön yıkama işleminden sonra, tepe tomurcuğu hariç birinci ve beşinci internodları arasındaki sürgünler kesilmiş ve yüzeysel sterilizasyon için önceden hazırlanmış % 70'lik etanol (EtOH) içerisine 30 saniye bekletilmiş, akabinde içerisinde % 3'lük sodyum hipoklorit (NaOCl) bulunan 250 ml'lik beher içerisine aktarılmıştır. Burada manyetik karıştırıcı ile 500 rpm hızla karıştırılarak 15 dakika süreyle yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Yüzey sterilizasyonu işlemi eksplantların steril distile su ile üç kez yıkanması ile tamamlanmıştır.

### 2.2.8. Kullanılan Alet ve Ekipmanın Sterilizasyonu

Steril çalışma kabini, kültür aşılama çalışmalarına başlamadan önce, 10 dakika süre ile çalıştırıldıktan sonra % 70'lik EtOH ile dezenfekte edilmiştir. Kullanılan cam malzeme, otoklavda sterilizasyona tabi tutulmuştur. Çeşitli amaçlar için kullanılan tüm cam malzeme, otoklavda sterilizasyondan önce 100 °C'de, etüvde 1 saat süreyle bekletilmiştir. Eksplantları kültüre almada kullanılan pens ve bistüriler çalışmaya başlamadan önce alkolle silinip ateşten geçirilerek sterilize edilmiştir.

### 2.2.9. Materyalin Kültüre Alınması

Sterilize edilen sürgünler steril kabin içerisinde, birkaç yaprak taslağı taşıyan yan tomurcukları ile birlikte minimum 5 mm uzunluğunda kesilmiş ve içinde steril besi ortamı bulunan kültür kaplarına yerleştirilerek kültüre alınmıştır.

*V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'un alt kültürleri, yaşama durumlarına göre 4 ila 5 hafta aralıklarla taze besi ortamlarına aktarılmıştır.

### 2.2.10. Fiziksel Koşullar

Çalışmada kullanılan ve kültüre alma işlemi tamamlanan eksplantlar için inkübasyon ortamı olarak  $24 \pm 2$  °C sıcaklık, 8000 lüks ışık şiddeti ( $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ ), 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık koşulu ile % 80 neme ayarlı iklim dolabı kullanılmıştır.

## 2.3. Gelişme Süresince Yapılan Ölçüm ve Gözlemler

### 2.3.1. Kültüre Alınan Eksplantların Gelişme Durumu ve Sürgün Oluşumu

*V. myrtillus* ve *V. uliginosum* bitkileri, kültüre alınmalarından itibaren gelişme durumları, renkleri, canlılıkları, sürgün oluşumları ve oluşan sürgünlerden sürgün gelişimleri haftada bir kez dikkatlice gözlemlenmiş ve 8. haftanın sonunda sürgün oluşturma oranları istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir.

*Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında bazı sitokininlerin etkili sonuç vermediği iyi bilinmektedir. Bu yüzden sürgün çoğaltım aşamasında uygun sitokininin ve konsantrasyonunun belirlenmesi için denemeler gerçekleştirilmiştir. Kültür ortamına alınan eksplantlar denemelerin başlangıcından 8 hafta sonra, oluşan kardeşlenme sayısı, sürgün boyu, nod sayısı ve kallus oranları istatistiksel açılarından analiz edilmiştir.

### **2.3.2. Sürgünlerin Köklendirilmesi**

Sürgünlerin köklendirilmesi için *in vitro* ortamlar için hiçbir oksin uygulamasının yapılmadığı kontrol ortamıyla birlikte farklı IBA, IAA ve NAA konsantrasyonları ayrı ayrı olarak ve ayrıca yine aynı ortamlara sabit oranda AC (1,0 g/L) uygulaması yapılarak belirli bir büyüklüğe ulaşan sürgünlerin köklendirilmesine çalışılmıştır. Köklenme ortamına alınan sürgünlerin 8 hafta sonunda köklenme yüzdesi, eksplant başına kök sayısı, kök uzunluğu, sekonder kök oluşumu ve kallus oluşturma oranları kaydedilmiştir. Köklenme yüzdesi köklendirme ortamına alınan sürgünlerden kaç tanesinin kök oluşturduğu, kök sayısı ve sekonder kök oluşum parametreleri ise eksplant başına kök sayısı oluşumları üzerinden değerlendirilmiştir. *Ex vitro* denemeler için ise *in vitro* ortamlardan en yüksek kök oluşturma oranı veren oksin yüksek konsantrasyonlarda denenmiş ve değerler kallus oluşturma oranı hariç diğer parametreler açısından değerlendirilmiştir.

### **2.3.3. Denemelerin Kurulması ve Değerlendirilmesi**

#### **2.3.3.1. Denemelerin Kurulması**

Her bir deneme üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Her deneme için 6 magenta kullanılmış ve her magentada 5 eksplant kültüre alınmıştır (Toplamda 90 eksplant kullanılmıştır). Sürgün çoğaltması çalışmalarından elde edilen veriler 3. alt kültür uygulamasından sonra elde edilmiştir.

### 2.3.3.2. İstatistiksel Analizler

Yapılan bu tez çalışmasında sürgün oluşturma çalışmalarından elde edilen veriler eksplant başına sürgün verim yüzdesi, sürgün boyu, kararma ve kontaminasyon parametreleri açısından kendi aralarında ayrı ayrı analize tabi tutulmuştur. Sürgün geliştirme çalışmalarında ise yine eksplant başına sürgün verim yüzdesi, sürgün sayısı, sürgün boyu, nod sayısı ve kallus oluşum yüzdeleri kendi aralarında ayrı ayrı analize tabi tutulmuştur. Köklendirme çalışmalarında ise fide başına köklenme yüzdesi, kök sayısı, kök uzunluğu, sekonder kök sayısı ve kallus oluşum yüzdeleri kendi aralarında ayrı ayrı analiz edilmiştir. Tüm veriler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler (çoklu veriler) varyans analizi Statistical Package for Social Sciences (SPSS 21,0) paket programı içerisinde yer alan ANOVA'nın çok yönlü Duncan testine tabi tutulmuştur. İki değer elde edilen uygulamalar için ikili karşılaştırma t testi kullanılmıştır. Ölçümleri yapılan değerler arasındaki istatistiksel farklar ve benzerlikler ortaya konulmuştur ( $P \leq 0,05$ ).



### **3. BULGULAR**

#### **3.1. *Vaccinium myrtillus* ile İlgili Bulgular**

##### **3.1.1. *In vitro*'da Sürgün Oluşturma**

###### **3.1.1.1. Uygun Yüzey Sterilizasyon Sürelerinin Belirlenmesi**

Eksplantların en uygun fizyolojik durumu ile kültür ortamına aktarılmasında önemli yaklaşımlardan biri de uygun sterilizasyon süresinin belirlenmesidir ve sonraki tüm çalışmaların temelini oluşturmaktadır.

Üç farklı yüzey sterilizasyon işleminden HgCl<sub>2</sub> durumunda kararma ve lezyonlar gözlenirken, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile sterilizasyonda yüksek kontaminasyon görülmüştür. Dolayısıyla her iki ajanın da yüzey sterilizasyonunda etkisiz olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun aksine NaOCl ile yapılan sterilizasyon işleminde farklı yüzey sterilizasyon sürelerine tabi tutulan eksplantlarda, 8. hafta sonunda en düşük kontaminasyon % 6,67 ile 30. dk'dan, bunu takiben her ikisinde de % 7,78 gibi aynı değerde 20. ve 25. dk'lardan elde edilmiştir. Ancak kararma oranları 20. dk'da % 31,11, 25. dk'da % 45,56 ve 30. dk'da % 74,44 olduğundan en uygun sterilizasyon süresinin 20 dk'lık uygulama olduğu belirlenmiştir. Son olarak, 10 dakikalık sterilizasyon daha az frekansta kararmaya yol açsada, daha yüksek kontaminasyon yüzdesine sahiptir (% 48,89) ve yine bu uygulamanın da amaca uygun olmadığı görülmüştür.

Her ne kadar 15 dk'lık uygulama eksplant başına ortalama 13,61 mm ile en yüksek sürgün boyunu versede, en yüksek sürgün verim yüzdesinin % 61,11 ile 20. dk'dan elde edilmesi bu sürenin *V. myrtillus*'un yüzey sterilizasyonu için en uygun süre olduğunu göstermiştir.

Tablo 12. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki sürgün boy uzunluk değerleri (mm)

10 DAKİKA			15 DAKİKA			20 DAKİKA			25 DAKİKA			30 DAKİKA			
I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	
12,14	14,18	9,72	16,18	15,23	14,29	13,21	12,43	15,42	14,76	11,58	15,44	13,48	14,52	11,56	
10,11	15,11	12,45	15,42	13,84	14,84	14,56	11,58	13,13	13,22	14,57	12,53	12,21	12,86	13,94	
9,28	13,14	15,46	9,13	14,48	13,88	13,42	13,57	12,11	12,63	12,62	12,11	13,48	13,54	11,52	
9,12	13,19	14,21	12,81	13,35	12,27	13,63	12,32	14,14	13,72	12,74	12,15	11,02	11,56	10,93	
9,53	16,11	10,13	11,53	14,49	17,24	15,72	12,64	13,43	11,1	15,07	10,24	13,24	10,23	13,46	
10,04	13,83	11,48	12,94	15,11	14,13	14,53	15,07	12,11	12,73	12,96	13,32	11,14		11,33	
		13,46	15,46	11,53	13,67	12,1	13,61	12,46	14,61	10,54	11,74				
			10,73	10,54	12,27	12,79	11,22	13,77	13,38	14,32	11,82				
			10,54	12,27	11,55	15,61	12,96	13,74	12,08	13,11	9,58				
			14,53	14,38	14,38	13,21	11,83	11,41	12,83	12,45	11,23				
			14,53	13,27	13,27	15,08	12,54	11,34	13,28	10,72	12,27				
			12,44	11,56	16,56	12,83	14,11	12,64	12,96	10,82	13,28				
			14,82	11,49	12,09	14,05	14,46	12,46	14,71	15,29	12,27				
			14,52	16,65	17,55	16,66	11,91	11,28	13,02		14,12				
				14,13	15,43	15,71	14,12	13,48	10,51						
				12,41	14,34	13,02	12,12	14,53							
						13,69	13,53	12,27							
						13,51	12,81	13,36							
						13,21	15,19								
							11,95								
<b>Ort.</b>	<b>10,04</b>	<b>14,26</b>	<b>12,44</b>	<b>13,18</b>	<b>13,42</b>	<b>14,24</b>	<b>13,99</b>	<b>12,99</b>	<b>12,95</b>	<b>13,04</b>	<b>12,83</b>	<b>12,29</b>	<b>12,43</b>	<b>12,54</b>	<b>12,12</b>
<b>Std.</b>	<b>1,104</b>	<b>1,161</b>	<b>1,963</b>	<b>2,146</b>	<b>1,670</b>	<b>1,792</b>	<b>1,271</b>	<b>1,157</b>	<b>1,143</b>	<b>1,204</b>	<b>1,630</b>	<b>1,484</b>	<b>1,146</b>	<b>1,682</b>	<b>1,250</b>

Ort: Ortalama, Std: Standart sapma, T: Tekrar

Tablo 12.1. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki sürgün verim değerleri

ZAMAN (dk)	SÜRGÜN VERİM ORANI (%)	SÜRGÜN BOYU (mm)	KARARMA ORANI (%)	KONTAMİNASYON ORANI (%)
10	21,11 <sup>c</sup> ± 1,92	12,33 <sup>b</sup> ± 0,92	30,00 <sup>c</sup> ± 3,33	48,89 <sup>a</sup> ± 1,92
15	51,11 <sup>b</sup> ± 3,85	13,61 <sup>a</sup> ± 1,31	31,11 <sup>c</sup> ± 1,92	17,78 <sup>b</sup> ± 1,93
20	61,11 <sup>a</sup> ± 1,92	13,26 <sup>a</sup> ± 1,09	31,11 <sup>c</sup> ± 1,92	7,78 <sup>c</sup> ± 1,92
25	46,66 <sup>b</sup> ± 3,33	12,34 <sup>b</sup> ± 1,28	45,56 <sup>b</sup> ± 1,93	7,78 <sup>c</sup> ± 1,93
30	18,88 <sup>c</sup> ± 1,92	12,29 <sup>b</sup> ± 0,89	74,44 <sup>a</sup> ± 1,92	6,67 <sup>c</sup> ± 0,00

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).

### 3.1.1.2. Temel Besi Ortamının Belirlenmesi

Sürgün oluşturma aşamasında kullanılan temel besi ortamları ve bitki büyüme düzenleyicilerinin seçiminde literatür bilgisinden yararlanılmıştır. En yüksek sürgün verimi % 70,00 ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş WPM ortamından elde edilmiş ve bunu % 60,00 ile yine aynı büyüme düzenleyicileri ile desteklenmiş AN ortamı izlemiştir. En düşük sürgün verimi ise, sırası ile % 43,34, % 46,67 ve % 50 ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/NAA içeren MS, AN ve WPM ortamlarından sağlanmıştır (Tablo 13.1). Buna paralel olarak en yüksek boy uzunlukları 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA'lı ortamlardan elde edilmiştir. En yüksek boy artış değeri 13,01 mm ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş WPM ortamından elde edilirken, en düşük değeri 6,86 mm ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/NAA ile desteklenmiş MS ortamı sağlamıştır (Şekil 5). İstatistiksel analizler, bu iki bitki BBD ve 3 farklı besi ortamı arasındaki farkların önemli olduğunu göstermiştir ( $P \leq 0,05$ ). Kontaminasyon ve kararırma gibi istenmeyen özellikler açısından da, tıpkı yüzey sterilizasyonu çalışmalarında olduğu gibi, en düşük değerler 1,0/0,1mg/L zeatin/IBA içeren WPM ortamından elde edilmiş ve diğer başlangıç kültürü uygulamalarıyla önemli derecede fark göstermiştir (Tablo 13.1).

Tablo 13. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki sürgün boy uzunluk değerleri

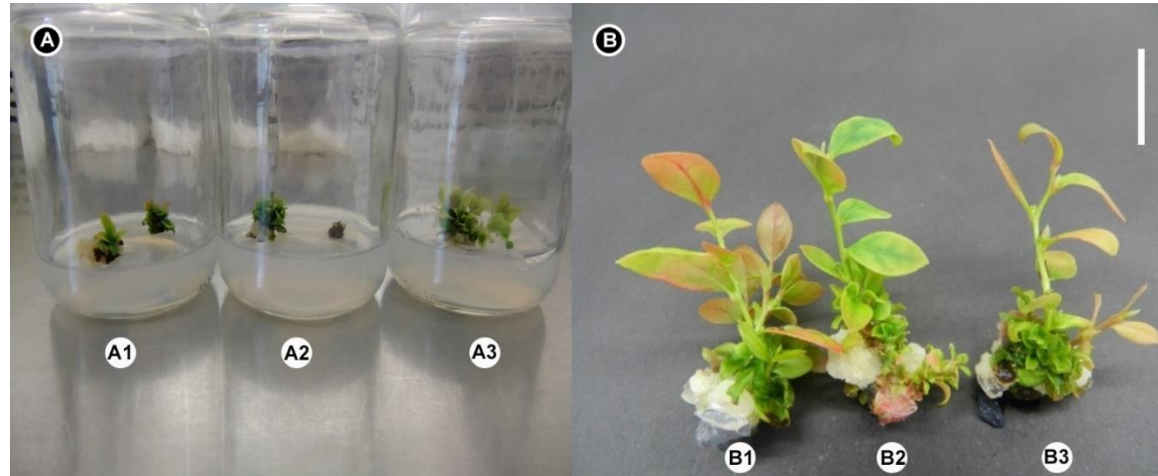
1,0/0,1 mg/L Zeatin/IBA									1,0/0,1 mg/L Zeatin/NAA									
WPM			AN			MS			WPM			AN			MS			
SB			SB			SB			SB			SB			SB			
I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	
12,45	15,53	10,13	11,44	10,82	9,24	6,82	7,73	10,23	10,43	9,43	9,21	8,42	8,04	7,14	6,82	6,41	6,41	
14,52	16,49	12,27	12,23	9,55	10,44	6,43	7,42	6,08	8,01	8,47	7,02	9,22	8,07	8,42	6,34	7,15	6,14	
13,44	10,53	14,82	8,82	9,62	11,44	6,76	7,86	5,91	11,63	9,44	10,54	6,03	9,31	7,51	6,72	8,14	7,54	
11,03	12,25	16,42	13,22	10,45	9,42	8,44	8,44	7,54	9,56	8,53	9,48	7,44	8,06	6,86	5,49	6,42	6,82	
10,56	10,44	14,33	10,83	12,94	11,18	9,11	8,15	10,56	9,72	7,04	7,54	8,55	8,45	7,54	7,73	5,51	8,14	
9,72	12,42	12,25	9,55	8,26	12,54	7,73	7,55	8,45	12,93	7,42	9,63	8,41	8,53	8,44	7,73	6,63	6,48	
12,53	10,41	9,14	9,47	10,44	7,75	6,49	6,63	10,48	10,42	7,73	9,45	7,14	8,22	6,89	7,73	7,42	7,77	
13,41	14,13	15,52	8,88	11,98	8,32	7,73	8,56	6,42	8,53	12,22	9,77	6,15	7,24	7,75	7,78	6,33	8,41	
16,48	11,22	10,27	9,21	7,53	8,44	7,78	6,33	7,53	11,54	10,48	10,42	9,71	7,33	9,11	6,84	7,54	6,31	
14,46	12,48	13,43	10,38	7,72	9,37	9,51	10,01	8,13	8,41	9,55	9,21	8,75	8,51	8,41	8,44	7,11	8,3	
11,53	14,94	16,42	11,25	7,53	6,62	6,84	7,42	7,82	9,33	10,51	8,47	8,04	9,52	7,61	6,14	6,24	6,53	
11,54	9,71	16,53	10,82	6,33	10,13	9,13	6,56	9,15	8,54	8,21	8,25	7,98	10,92	9,52	7,09	6,13	7,73	
15,48	11,43	13,33	9,77	9,54	10,25	8,44	7,78	6,53	11,03	9,06	11,52	8,54	7,35	10,11		6,49	6,11	
14,49	11,23	13,46	7,82	10,55	11,31	6,49	6,49	7,44	7,14	11,09	11,83		8,04	7,71			5,72	
15,55	10,86	14,64	6,63	10,27	8,25	7,92	8,49	6,73	8,82		8,27			6,45				
15,14	9,76	11,25	11,33	13,73	9,53			8,13			8,12							
16,32	14,58	12,26	9,48	8,8	10,07			7,49										
10,03	13,59	15,41	9,77		9,53			7,15										
12,24	13,39	13,49			8,86													
13,76	12,78	13,41																
	14,02	13,37																
	12,01																	
<b>Ort.</b>	<b>13,23</b>	<b>12,46</b>	<b>13,43</b>	<b>10,05</b>	<b>9,768</b>	<b>9,615</b>	<b>7,708</b>	<b>7,694</b>	<b>7,876</b>	<b>9,736</b>	<b>9,227</b>	<b>9,295</b>	<b>8,029</b>	<b>8,399</b>	<b>7,964</b>	<b>7,070</b>	<b>6,732</b>	<b>7,029</b>
<b>Std.</b>	<b>2,073</b>	<b>1,921</b>	<b>2,099</b>	<b>1,580</b>	<b>1,982</b>	<b>1,432</b>	<b>1,048</b>	<b>0,980</b>	<b>1,435</b>	<b>1,582</b>	<b>1,474</b>	<b>1,343</b>	<b>1,090</b>	<b>0,983</b>	<b>1,032</b>	<b>0,843</b>	<b>0,704</b>	<b>0,91</b>

SB: Sürgün boyu (mm), Ort: Ortalama Std: Standart sapma, T: Tekrar, WPM: McCown odunsu bitkiler temel besi ortamı, AN: Anderson Rhododendron temel besi ortamı, MS: Murashige ve Skoog temel besi ortamı, IBA: İndol-3-Bütirik Asit, NAA: Naftalenasetik Asit

Tablo 13.1. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki sürgün verim değerleri

	1,0/0,1 Zeatin/IBA			1,0/0,1 Zeatin/NAA		
	WPM	AN	MS	WPM	AN	MS
<b>BOY UZUNLUĞU (mm)</b>	13,01 <sup>a</sup> ± 0,99	9,77 <sup>b</sup> ± 0,98	7,75 <sup>c</sup> ± 0,74	9,34 <sup>c</sup> ± 0,95	8,03 <sup>d</sup> ± 0,77	6,86 <sup>f</sup> ± 0,64
<b>SÜRGÜN VERİM ORANI (%)</b>	70,00 <sup>a</sup> ± 3,33	60,00 <sup>b</sup> ± 3,33	52,22 <sup>c</sup> ± 3,84	50,00 <sup>c</sup> ± 3,33	46,67 <sup>cd</sup> ± 3,33	43,34 <sup>d</sup> ± 3,33
<b>KARARMA ORANI (%)</b>	22,22 <sup>d</sup> ± 1,92	27,77 <sup>c</sup> ± 1,92	35,55 <sup>b</sup> ± 1,92	36,66 <sup>b</sup> ± 3,33	34,44 <sup>b</sup> ± 1,93	43,33 <sup>a</sup> ± 3,33
<b>KONTAMİNASYON ORANI (%)</b>	7,77 <sup>c</sup> ± 1,93	12,22 <sup>b</sup> ± 1,92	12,22 <sup>b</sup> ± 1,92	13,33 <sup>b</sup> ± 0	18,88 <sup>a</sup> ± 1,92	13,33 <sup>ab</sup> ± 0

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı satır içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). WPM: McCown odunsu bitkiler temel besi ortamı, AN: Anderson Rhododendron temel besi ortamı, MS: Murashige ve Skoog temel besi ortamı, IBA: İndol-3-Bütirik Asit, NAA: Naftalenasetik Asit



Şekil 5. *V. myrtillus*'un başlangıç sürgünleri (1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA), **A**) 4 haftalık kültür ortamındaki sürgünler, **A1**) MS temel besi ortamı, **A2**) AN temel besi ortamı **A3**) WPM temel besi ortamı, **B**) 8. hafta sonundaki sürgünler, **B1**) WPM temel besi ortamı, **B2**) AN temel besi ortamı, **B3**) MS temel besi ortamı, Bar: 4 mm

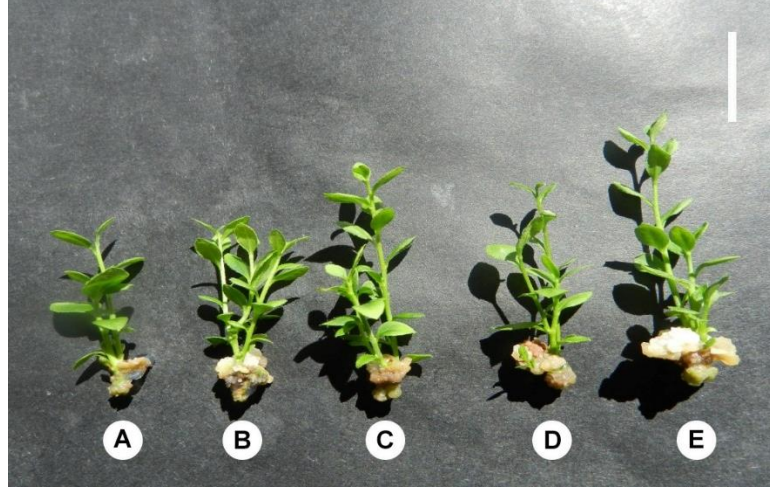
### 3.1.1.3. Uygun Sukroz Miktarının Belirlenmesi

Bitki doku kültürlerinde eksplantlar, bazı istisnai durumlar hariç, heterotrofturlar ve karbon ve enerji kaynağına gereksinim duyarlar. Bu gerekçeden hareketle doku kültürü çalışmalarında sıklıkla kullanılan sukrozun en uygun miktarının belirlenmesi amacıyla bu disakkaratin sırasıyla % 1, % 1,5, % 2, % 2,5 ve % 3'lük (w/v) konsantrasyonları denenmiştir. Sonuçta sürgün başına en yüksek kardeşlenme sayısı 3,07 ile % 2 sukroz içeren ortamdan elde edilmiştir. Bu değere en yakın değer 2,69 ile % 2,5 sukrozlu ortamdan elde edilmiştir. % 1 sukroz barındıran ortam ise 2,21 ile en düşük kardeşlenme sayısı değerini vermiştir (Tablo 14). Elde edilen bu sonuçlar sukroz miktarındaki değişimin *V. myrtillus*'un kardeşlenme sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturduğunu göstermiştir ( $P \leq 0,05$ ). Sürgün boyu açısından ise yine % 2 sukroz içeren ortam 36,79 ile en yüksek sürgün boyunu sağlarken, 31,08 ile % 1 sukroz içeren ortamda en düşük sürgün boyu elde edilmiştir (Tablo 14). Tüm bu sonuçlar boy uzunluğu açısından da farklı sukroz miktarları arasında önemli fark olduğunu ortaya koymuştur ( $P \leq 0,05$ ). Mikroçoğaltım çalışmalarında büyük önem arz eden nod sayısı açısından da yine % 2 sukroz içeren ortam da 11,33 ile en yüksek nod sayısına ulaşılmıştır. En düşük değer 9,92 ile % 2,5 sukrozlu ortamdan elde edilmiştir (Tablo 14). Özetle *V. myrtillus*'un mikroçoğaltımında en uygun sukroz konsantrasyonunun % 2 olduğu belirlendi (Şekil 6).

Tablo 14. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sukroz konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

SUKROZ (%)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
1,0	2,21 <sup>c</sup> ± 0,46	31,08 <sup>d</sup> ± 1,85	10,59 <sup>b</sup> ± 0,64	7,78 <sup>d</sup> ± 1,93
1,5	2,60 <sup>b</sup> ± 0,47	32,19 <sup>c</sup> ± 2,08	10,41 <sup>b</sup> ± 0,64	16,67 <sup>c</sup> ± 3,3
2,0	3,07 <sup>a</sup> ± 0,68	36,79 <sup>a</sup> ± 1,72	11,33 <sup>a</sup> ± 1,06	23,33 <sup>c</sup> ± 3,34
2,5	2,69 <sup>b</sup> ± 0,44	32,68 <sup>c</sup> ± 1,25	9,92 <sup>c</sup> ± 0,67	33,33 <sup>b</sup> ± 3,65
3,0	2,57 <sup>b</sup> ± 0,37	35,78 <sup>b</sup> ± 1,51	10,36 <sup>b</sup> ± 0,57	51,11 <sup>a</sup> ± 3,84

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).



Şekil 6. Farklı sukroz konsantrasyonlarındaki *V. myrtillus* sürgünleri, **A)** %1, **B)** % 1,5, **C)** % 2, **D)** % 2,5, **E)** % 3 sukroz uygulaması, Bar: 12 mm

#### 3.1.1.4. Uygun pH Değerinin Belirlenmesi

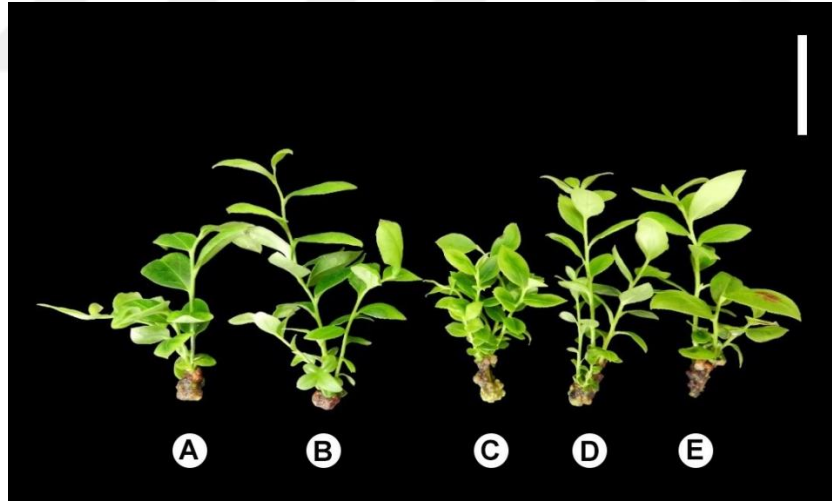
Gerek *in vitro* ve gerekse *ex vitro*'da *Vaccinium* cinsi bitkilerinin yetiştirilmesinde en önemli parametrelerden biri de uygun pH değerinin belirlenmesidir. Eksplant başına sürgün sayısı açısından pH'nın 5,0'e ayarlandığı WMP temel besi ortamı 3,80 ile en yüksek kardeşlenme sayısı değerini vermiştir. Ancak bu değer, pH'nın 4,5'a ayarlandığı ortamdaki elde edilen değer ile istatistiksel bir fark göstermemiştir ( $P \leq 0,05$ , Tablo 15). En düşük kardeşlenme sayısı sürgün başına 2,53 ile pH = 4,0'a ayarlı ortamdaki elde edilmiştir. Bu değere en yakın değerler sürgün başına 2,60 ile pH = 5,5 ve 2,93 ile pH = 6,0 olan besi ortamlarda görülmüştür. pH 4,5 ve 5,0 uygulamaları arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olduğu belirlenmiştir ( $P \leq 0,05$ , Tablo 15). Kardeşlenme sayısının aksine en yüksek sürgün boyu sırası ile 40,78 ile 4,5 pH = 4,5 ortamından, 39,93 ile pH = 5,5 ortamından ve 39,61 ile pH = 6,0 uygulanan ortamdaki elde edilmiştir. En düşük sürgün boyu ise 35,96 mm ile pH = 4,0 uygulanan ortamdaki ve 36,03 ile pH = 5,0 uygulanan ortamdaki elde edilmiştir (Şekil 7). Yapılan istatistiksel analizler en yüksek sürgün boyu ile en düşük sürgün boyu arasında önemli bir fark olduğunu göstermiştir ( $P \leq 0,05$ , Tablo 15). Kardeşlenme sayısı ve sürgün boyu parametrelerinin aksine en yüksek nod sayısı 10,83 ile pH = 6,0 uygulanan ortamdaki, en düşük nod sayısı ise 8,57 ile pH = 4,0 uygulanan ortamdaki elde edilmiş ve bu değerler arasında önemli derecede fark olduğu belirlenmiştir. Nod sayısına benzer olarak en yüksek kallus oranı % 41,11 ile pH = 6,0 uygulanan ortam

vermiştir. Bu değere en yakın kallus oluşumları sırası ile % 38,89 ile pH = 4,5 uygulanan ortamdan ve % 37,78 ile 5,0 pH = 5,0 uygulanan ortamdan sağlanmış ve bu ortamlar ile en yüksek kallus oluşumu gösteren ortam arasında istatistiksel anlamda bir fark oluşmamıştır. En düşük kallus oranını ise % 24,44 ile pH = 4,0 uygulanan ortam vermiş ve en yüksek kallus değeri ile önemli bir fark içermiştir ( $P \leq 0,05$ ).

Tablo 15. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı pH'lardaki sürgün verim değerleri

pH	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
4,0	2,53 <sup>b</sup> ± 0,63	35,96 <sup>b</sup> ± 2,39	8,57 <sup>c</sup> ± 0,94	24,44 <sup>b</sup> ± 1,93
4,5	3,63 <sup>a</sup> ± 0,76	40,78 <sup>a</sup> ± 3,79	10,27 <sup>ab</sup> ± 0,98	38,89 <sup>a</sup> ± 3,94
5,0	3,80 <sup>a</sup> ± 0,96	36,03 <sup>b</sup> ± 2,23	10,37 <sup>ab</sup> ± 1,03	37,78 <sup>a</sup> ± 3,85
5,5	2,60 <sup>b</sup> ± 0,67	39,93 <sup>a</sup> ± 2,40	9,77 <sup>b</sup> ± 1,01	34,45 <sup>ab</sup> ± 3,85
6,0	2,93 <sup>b</sup> ± 0,69	39,61 <sup>a</sup> ± 2,96	10,83 <sup>a</sup> ± 1,84	41,11 <sup>a</sup> ± 4,39

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).



Şekil 7. Farklı pH değerlerindeki *V. myrtillus* sürgünleri, A) pH = 4,0, B) pH = 4,5, C) pH = 5,0, D) pH = 5,5, E) pH = 6,0 uygulaması, Bar: 15 mm



### 3.1.2. *Vaccinium myrtillus*'da *in vitro* Sürgün Çoğaltımı

#### 3.1.2.1. Sabit Oksin Varlığında Uygun Sitokininin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi

WPM besi ortamında kültüre alınan sürgünlerin hiçbirinde kararma, nekroz, hiperhidrisite, kontaminasyon vb. gibi olumsuzluklar gözlemlenmemiştir.

##### 3.1.2.1.1. Zeatin Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Genel olarak tüm parametreler değerlendirildiğinde, zeatin/IBA kombinasyonu (özellikle 2,0/0,1 mg/L) en iyi sonuçları verirken, en düşük veriler herhangi bir sitokinin/oksin kombinasyonunun uygulanmadığı, kontrol besi ortamından elde edilmiştir. Yukarıda verilen en etkili zeatin/IBA kombinasyonunda; en yüksek kardeşlenme sayısı, sürgün boyu, nod sayısı ve kallus yüzdeleri sırası ile 4,98, 40,15 mm, 12,30 ve % 31,07'dir. Kontrolde ise bu değerler, yani en düşük kardeşlenme sayısı, sürgün boyu, nod sayısı ve kallus oluşum yüzdesi ise sırası ile 1,99, 34,53 mm, 11,92 ve % 12,10'dır (Şekil 8). En düşük ve en yüksek değerler arasında istatistiksel açıdan sadece nod sayısı oluşumunda bir fark oluşmamış, diğer tüm parametrelerde önemli derecede fark görülmüştür ( $P \leq 0,05$ , Tablo 16).

Tablo 16. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı zeatin konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

ZEATİN (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0	1,99 <sup>d</sup> ± 0,44	34,53 <sup>c</sup> ± 2,69	11,92 <sup>a</sup> ± 0,92	12,10 <sup>b</sup> ± 1,82
0,5	3,44 <sup>c</sup> ± 0,41	38,83 <sup>b</sup> ± 1,42	12,16 <sup>a</sup> ± 1,06	28,87 <sup>a</sup> ± 3,09
1,0	3,86 <sup>b</sup> ± 0,50	39,11 <sup>b</sup> ± 1,62	12,12 <sup>a</sup> ± 0,69	27,73 <sup>a</sup> ± 2,09
2,0	4,98 <sup>a</sup> ± 0,55	40,15 <sup>a</sup> ± 1,39	12,30 <sup>a</sup> ± 0,94	31,07 <sup>a</sup> ± 3,86

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).



Şekil 8. Farklı zeatin konsantrasyonlarındaki *V. myrtillus* sürgünleri, **A)** Kontrol, **B)** 0,5 mg/L zeatin, **C)** 1,0, mg/L zeatin, **D)** 2,0, mg/L zeatin uygulaması, Bar: 10 mm

#### 3.1.2.1.2. 2iP Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

2iP uygulama sonuçları, yukarıda verilen zeatin ile yapılan denemelere göre daha düşük verimliliktedir. En yüksek kardeşlenme sayısı 2,06 ile 0,5 mg/L 2iP içeren ortamdan elde edilirken en düşük kardeşlenme sayısı 1,99 ile kontrol grubundan sağlanmış ve bu iki değer arasında bir fark oluşmamıştır ( $P \leq 0,05$ ). En yüksek sürgün boyu kontrol grubunda 34,53 mm ile gözlenmiştir (Şekil 9). Bu değer 2,0 mg/L 2iP içeren ortamda 31,14 mm olarak hesaplanmıştır. Bu parametre açısından kontrol grubu ile 2iP uygulanan gruplar arasında bir fark oluşurken, 2iP uygulanan konsantrasyonlar arasında herhangi bir fark oluşmamıştır ( $P \leq 0,05$ , Tablo 17). Yine nod sayısı açısından da tüm gruplar arasında önemli bir fark görülmemiş ve en yüksek nod sayısı değeri 12,17 ile yine 0,5 mg/L 2iP uygulanan ortamdan sağlanmıştır. Kallus oluşum yüzdesi açısından ise yüksek 2iP konsantrasyonlarının daha fazla kallus oluşturduğu belirlenmiş ve en yüksek değer % 25,57 ile 2,0 mg/L 2iP uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı 2iP konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

2iP (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0	1,99 <sup>a</sup> ± 0,44	34,53 <sup>a</sup> ± 2,69	11,92 <sup>a</sup> ± 0,92	12,20 <sup>c</sup> ± 1,91
0,5	2,06 <sup>a</sup> ± 0,32	32,11 <sup>b</sup> ± 2,39	12,17 <sup>a</sup> ± 1,09	22,20 <sup>ab</sup> ± 1,91
1,0	2,00 <sup>a</sup> ± 0,52	31,27 <sup>b</sup> ± 2,10	12,10 <sup>a</sup> ± 0,90	18,90 <sup>b</sup> ± 1,91
2,0	2,01 <sup>a</sup> ± 0,57	31,14 <sup>b</sup> ± 2,40	12,06 <sup>a</sup> ± 1,12	25,57 <sup>a</sup> ± 1,96

± üç tekerrürlü ortalamasının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). 2iP: N6-[2-isopentenil]adenin



Şekil 9. Farklı 2iP konsantrasyonlarındaki *V. myrtillus* sürgünleri, A) Kontrol, B) 0,5 mg/L 2iP, C) 1,0, mg/L 2iP, D) 2,0, mg/L 2iP, uygulaması, Bar: 6 mm

### 3.1.2.1.3. TDZ Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Kardeşlenme sayısı değerlendirildiğinde TDZ zeatin'e göre daha düşük, 2iP' ye göre ise daha yüksek verimliliktedir. En yüksek kardeşlenme sayısı 3,10 ile 2,0 mg/L TDZ içeren ortamdan elde edilirken herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol grubunda bu değer 1,99 olarak hesaplanmış ve aralarındaki fark Tablo 18'de gösterilmiştir ( $P \leq 0,05$ ).

Sürgün boyu açısından ise TDZ uygulamalarının hem zeatin hem de 2iP uygulamalarına göre daha düşük verimli olduğu görülmüştür. Hatta kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bile, TDZ konsantrasyonunda artışın sürgün boyunda azalış sağladığı görülmüştür. En yüksek sürgün boyu değeri eksplant başına 34,53 mm ile kontrol

ortamından elde edilirken en düşük değer 30,08 mm ile 2,0 mg/L TDZ içeren ortamdan elde edilmiş ve aralarındaki istatistiksel fark Tablo 18’de gösterilmiştir ( $P \leq 0,05$ ).

Nod sayısı açısından da yine benzer bir durum saptanmıştır. Artan TDZ konsantrasyonlarının, tıpkı sürgün boyunda olduğu gibi, nod sayısını da azalttığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra TDZ uygulamalarının zeatin ve 2iP’deki nod sayısı değerleri ile karşılaştırıldığında da daha düşük verimlilikte olduğu ve istatistiksel fark olduğu bulunmuştur. En yüksek nod sayısı eksplant başına 11,92 ile kontrol grubundan elde edilirken, en düşük değer 10,50 ile 1,0 mg/L TDZ içeren ortamdan elde edilmiştir (Şekil 10). Kallus oluşum yüzdeleri açısından ise yukarıdaki bulgulara tezat teşkil eden veriler elde edilmiştir. TDZ konsantrasyonu arttıkça kallus oluşum yüzdesi de artmıştır. En yüksek kallus oranı % 43,33 ile 2,0 mg/L TDZ içeren ortamdan elde edilirken kontrol grubunda bu değer yalnızca % 12,20 olarak hesaplanmıştır (Tablo 18).

Tablo 18. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı TDZ konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

TDZ (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0	1,99 <sup>c</sup> ± 0,44	34,53 <sup>a</sup> ± 2,69	11,92 <sup>a</sup> ± 0,92	12,20 <sup>b</sup> ± 1,90
0,5	3,03 <sup>a</sup> ± 0,53	31,86 <sup>b</sup> ± 1,79	10,70 <sup>b</sup> ± 0,80	40,00 <sup>a</sup> ± 3,30
1,0	2,60 <sup>b</sup> ± 0,45	30,31 <sup>c</sup> ± 1,69	10,50 <sup>b</sup> ± 0,88	40,00 <sup>a</sup> ± 3,30
2,0	3,10 <sup>a</sup> ± 0,36	30,08 <sup>c</sup> ± 1,48	10,52 <sup>b</sup> ± 0,87	43,33 <sup>a</sup> ± 4,77

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). TDZ: Thidiazuron



Şekil 10. Farklı TDZ konsantrasyonlarındaki *V. myrtillus* sürgünleri, A) Kontrol, B) 0,5 mg/L TDZ, C) 1,0, mg/L TDZ, D) 2,0, mg/L TDZ uygulaması, Bar: 9 mm

Sabit oksin değişken sitokininin uygulamalarının korelasyon analizleri sonucunda artan zeatin konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un sürgün sayısını ( $r = 0,772$ ), ve sürgün boyunu ( $r = 0,344$ ) önemli derecede artırdığı belirlendi. Artan 2iP konsantrasyonlarının kardeşlenme sayısı ve sürgün boyu üzerine negatif yönde ve önemsiz derecede etki ettiği belirlenirken, artan TDZ konsantrasyonlarının sürgün boyu üzerine negatif yönde etki ettiği belirlendi ( $r = - 0,402$ ). Aynı sitokininin çeşidinin farklı konsantrasyonlarının denemeye tabi tutulan parametreler arasındaki korelasyon analiz sonuçları Tablo 19'da ayrıntılı olarak verildi.

Tablo 19. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sitokininin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları

		ZEATİN			2iP			TDZ		
		KS	SB	NS	KS	SB	NS	KS	SB	NS
0,5 mg/L	ZEA	0,772**	0,344**	0,066						
	2iP				-0,038	-0,171	-0,44			
	TDZ							0,055	-0,402**	-0,086
1,0 mg/L	KS	1	-0,163	-0,335	1	0,222	0,176	1	0,056	0,051
	SB	-0,163	1	0,605**	0,222	1	0,127	0,056	1	0,272
	NS	-0,335	0,605**	1	0,176	0,127	1	0,052	0,272	1
2,0 mg/L	KS	1	0,354	0,492**	1	-0,027	-0,072	1	0,059	0,107
	SB	0,354	1	0,650**	-0,027	1	0,767**	0,059	1	0,819**
	NS	0,492**	0,650**	1	-0,072	0,767**	1	0,107	0,819**	1
	KS	1	-0,230	-0,164	1	0,006	0,011	1	0,034	0,121
	SB	-0,230	1	0,882**	0,006	1	0,770**	0,034	1	0,754**
	NS	-0,164	0,882**	1	0,011	0,770**	1	0,121	0,754**	1

\* =  $P \leq 0,05$  anlamlılık düzeyi, \*\* =  $P \leq 0,01$  anlamlılık düzeyi (Pearson korelasyon testi). ZEA: Zeatin, 2iP: N6-[2-isopentenil]adenin, TDZ: Thidiazuron, KS: Kardeşlenme Sayısı, SB: Sürgün Boyu, NS: Nod Sayısı

### 3.1.2.2. Sabit Sitokin Varlığında Uygun Oksin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi

#### 3.1.2.2.1. IBA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

En yüksek kardeşlenme sayısı 3,90 ile zeatin/IBA kombinasyonu (1,0/0,3 mg/L) içeren WPM temel besi ortamından sağlanırken, en düşük değer 3,40 ile aynı kombinasyonun 1,0/0,4 mg/L ile desteklenmiş ortamından elde edilmiştir. Bu verilerin istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ( $P \leq 0,05$ , Tablo 20). Diğer üç IBA konsantrasyonunda ise kardeşlenme sayısı açısından birbirlerine çok yakın değerler elde edilmiş ve aralarında önemli bir fark gözlemlenmemiştir ( $P \leq 0,05$ , Tablo 20).

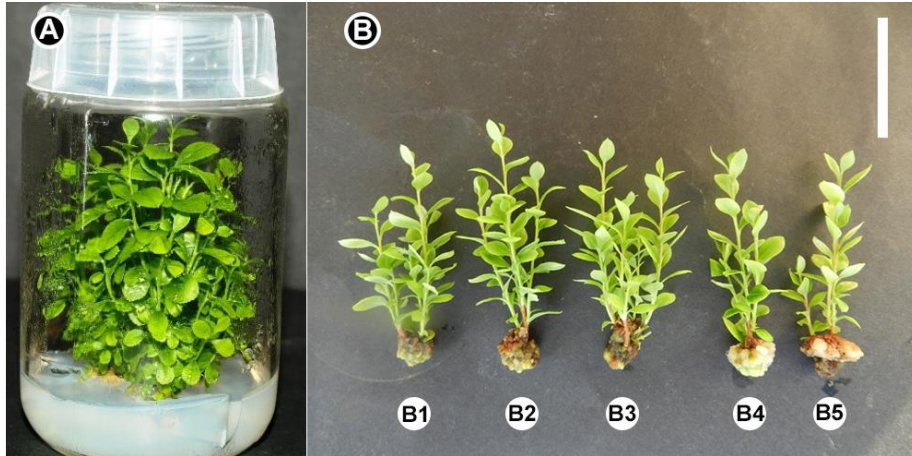
Sürgün boyu açısından en yüksek boy uzunluğu 40,63 ile zeatin/IBA (1,0/0,2 mg) ile desteklenmiş ortamdan sağlanmıştır (Şekil 11). En düşük sürgün boyu sırası ile 37,44 ve 37,58 ile 1,0/0,4 ve 1,0/0,5 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş ortamlardan elde edilmiş ve bu iki ortam arasında önemli bir fark belirlenememiştir ( $P \leq 0,05$ ).

Nod sayısı açısından ise yine en yüksek nod değeri 12,29 ile zeatin/IBA (1,0/0,2 mg/L) ile desteklenmiş ortamdan elde edilmiştir. Ancak diğer 4 uygulamadan elde edilen nod sayısı değerleri ile aralarında bir fark oluşmamıştır. En yüksek IBA konsantrasyonu ile desteklenmiş ortam diğer parametrelerin aksine en yüksek oranda kallus oluşturmuş ve bu değer % 36,77 olarak hesaplanmıştır (Tablo 20).

Tablo 20. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

IBA (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,1	3,64 <sup>ab</sup> ± 0,51	37,82 <sup>bc</sup> ± 2,78	11,88 <sup>a</sup> ± 1,05	24,43 <sup>c</sup> ± 1,96
0,2	3,64 <sup>ab</sup> ± 0,53	40,63 <sup>a</sup> ± 3,66	12,29 <sup>a</sup> ± 0,98	22,20 <sup>c</sup> ± 1,91
0,3	3,90 <sup>a</sup> ± 0,55	39,14 <sup>b</sup> ± 2,41	11,99 <sup>a</sup> ± 0,73	35,57 <sup>a</sup> ± 1,96
0,4	3,40 <sup>b</sup> ± 0,45	37,58 <sup>c</sup> ± 2,67	12,24 <sup>a</sup> ± 0,93	30,00 <sup>b</sup> ± 0,00
0,5	3,68 <sup>ab</sup> ± 0,46	37,44 <sup>c</sup> ± 2,35	11,81 <sup>a</sup> ± 0,98	36,77 <sup>a</sup> ± 3,60

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit



Şekil 11. *V. myrtillus* sürgünleri, A) 8. hafta sonunda kültür ortamındaki sürgünler, B) Farklı IBA konsantrasyonlarındaki sürgünler, B1) 0,1 mg/L IBA, B2) 0,2 mg/L IBA, B3) 0,3 mg/L IBA, B4) 0,4 mg/L IBA, B5) 0,5 mg/L IBA uygulaması, Bar: 20 mm



### 3.1.2.2.2. IAA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Bu uygulama için zeatin/IAA (1,0/0,1 mg/L) konsantrasyonları ile desteklenmiş ortam 3,68 ile en yüksek kardeşlenme değerini vermiştir. En düşük kardeşlenme sayısı ise 2,83 ile en yüksek IAA konsantrasyonun kullanıldığı zeatin/IAA (1,0/0,5 mg/L) ile desteklenmiş ortamdaki elde edilmiştir. Bu iki uygulama arasında istatistiki olarak önemli bir fark oluşurken diğer 3 uygulama ile arasında herhangi bir fark oluşmamış ve konsantrasyon artışına bağlı olarak kardeşlenme sayısının düştüğü belirlenmiştir ( $P \leq 0,05$ , Tablo 21). Sürgün boyu ve nod sayısı açısından ise en yüksek değerler kardeşlenme sayısının aksine daha yüksek IAA ile kombine edilmiş ortamlardan elde edilmiştir. 1,0/0,4 mg/L zeatin/IAA kombinasyonu 30,92 ile en yüksek sürgün verirken, 1,0/0,3 mg/L zeatin/IAA ile desteklenmiş ortam 26,97 ile en düşük değeri vermiştir (Şekil 12). Nod sayısı açısından yine en yüksek değerler yüksek IAA içeren ortamlardan elde edilmiştir. 1,0/0,4 mg/L zeatin/IAA ile desteklenmiş ortam 9,44 ile en yüksek nod sayısını vermiş ve 0,5 mg/L IAA'nın kullanıldığı ortamlardan elde edilen değerler ile aralarında herhangi bir fark oluşmamıştır (Tablo 21). Kallus oluşum yüzdeleri açısından ise uygulanan tüm konsantrasyonlar arasında herhangi bir fark ortaya çıkmamıştır ( $P \leq 0,05$ ) ve en yüksek kallus oluşumu % 36,63 ile 0,4 mg/L IAA'nın kullanıldığı ortamlardan elde edilmiştir.

Tablo 21. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

IAA (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
<b>0,1</b>	3,68 <sup>a</sup> ± 0,47	28,09 <sup>cd</sup> ± 1,97	8,37 <sup>c</sup> ± 0,79	32,20 <sup>a</sup> ± 3,96
<b>0,2</b>	3,23 <sup>b</sup> ± 0,52	28,36 <sup>bc</sup> ± 1,96	8,76 <sup>b</sup> ± 0,77	34,43 <sup>a</sup> ± 3,83
<b>0,3</b>	3,16 <sup>b</sup> ± 0,46	26,97 <sup>d</sup> ± 2,51	8,17 <sup>c</sup> ± 0,60	29,97 <sup>a</sup> ± 3,35
<b>0,4</b>	3,17 <sup>b</sup> ± 0,46	30,92 <sup>a</sup> ± 2,77	9,44 <sup>a</sup> ± 0,77	36,63 <sup>a</sup> ± 3,35
<b>0,5</b>	2,83 <sup>c</sup> ± 0,59	29,49 <sup>b</sup> ± 2,30	9,22 <sup>a</sup> ± 0,72	32,17 <sup>a</sup> ± 3,09

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IAA: İndol-3-Asidik Asit



Şekil 12. Farklı IAA konsantrasyonlarındaki *V. myrtillus* sürgünleri, **A)** 0,1 mg/L IAA, **B)** 0,2 mg/L IAA, **C)** 0,3 mg/L IAA, **D)** 0,4 mg/L IAA, **E)** 0,5 mg/L IAA uygulaması, Bar: 9 mm

Sabit sitokinin değişken oksin uygulamalarının korelasyon analizleri sonucunda artan IBA konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un sürgün boyunu önemli değişmelere neden olduğu belirlenmiştir. Artan IBA konsantrasyonları kardeşlenme ve nod sayısı üzerinde de negatif yönde etkili olduğu görülmüştür ( $r = -0,198$ ).

Asıl çarpıcı sonuçlar ise IAA uygulamalarından elde edildi. Artan IAA değerleri kardeşlenme sayısını negatif yönde önemli derecede etkilerken ( $r = -0,440$ ), sürgün boyu ve nod sayısı değerlerini ise pozitif yönde önemli derecede artırdığı belirlenmiştir ( $P \leq 0,01$ , Tablo 22). Değişken IBA ve IAA konsantrasyonları arasındaki ayrıntılı korelasyon analiz sonuçları Tablo 22'de verilmiştir.



Tablo 22. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı oksin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları

		IBA			IAA		
		KS	SB	NS	KS	SB	NS
0,1 mg/L	IBA	-0,012	-0,198*	-0,026			
	IAA				-0,440**	0,286**	0,389**
	KS	1	-0,018	0,122	1	-0,195	-0,435*
	SB	-0,018	1	0,686**	-0,195	1	0,252
0,2 mg/L	NS	0,122	0,686**	1	-0,435*	0,252	1
	KS	1	0,082	0,146	1	0,357	0,374*
	SB	0,082	1	0,687**	0,357	1	0,575**
	NS	0,146	0,687**	1	0,374*	0,575**	1
0,3 mg/L	KS	1	-0,101	-0,049	1	-0,026	0,371*
	SB	-0,101	1	0,423*	-0,026	1	-0,090
	NS	-0,049	0,423*	1	0,371*	-0,090	1
	KS	1	0,228	-0,004	1	-0,590**	-0,130
0,4 mg/L	SB	0,228	1	0,648**	-0,590**	1	0,119
	NS	-0,004	0,648**	1	-0,130	0,119	1
	KS	1	0,132	0,031	1	0,071	0,152
	SB	0,132	1	0,754**	0,071	1	0,254
0,5 mg/L	NS	0,031	0,754**	1	0,152	0,254	1

\* =  $P \leq 0,05$  anlamlılık düzeyi, \*\* =  $P \leq 0,01$  anlamlılık düzeyi (Pearson korelasyon testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit, IAA: İndol-3-Asidik Asit KS: Kardeşlenme Sayısı, SB: Sürgün Boyu, NS: Nod Sayısı

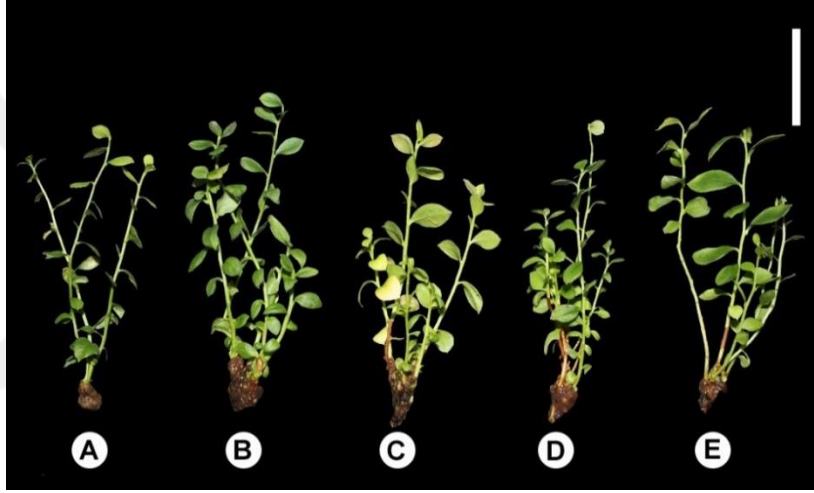
### 3.1.2.3. Giberellik asit ( $GA_3$ ) Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Kardeşlenme sayısı açısından en yüksek değeri 5,93 ile 0,2 mg/L  $GA_3$  içeren ortam verirken, en düşük değer 3,26 ile 0,4 mg/L  $GA_3$  içeren ortamdan elde edilmiş ve aralarında önemli bir fark oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ ). Elde edilen bu değerler  $GA_3$  uygulamasının kardeşlenme sayısını önemli derecede artırdığını göstermiştir (Şekil 13). Sürgün boyu açısından ise en yüksek değerler sırası ile 46,19 ve 45,82 ile yine 0,2 ve 0,5 mg/L  $GA_3$  içeren ortamdan elde edilmiş ve bu iki değer arasında herhangi bir fark oluşmamıştır ( $P \leq 0,05$ , Tablo 23). Nod sayısı açısından ise en yüksek ve en düşük değerler sırası ile 0,5 mg/L  $GA_3$  (13,47) ve 0,1 mg/L  $GA_3$  (11,26) içeren ortamlarda görülmüş ve aralarındaki farklar Tablo 23'de gösterilmiştir ( $P \leq 0,05$ ). Kallus oluşum yüzdesi ise diğer parametrelerin aksine en düşük  $GA_3$  uygulamasında belirlenmiş ve bu değer % 16,66 olarak hesaplanmıştır (Tablo 23).

Tablo 23. *Vaccinium myrtillus* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı GA<sub>3</sub> konsantrasyonlarındaki sürgün verimleri

GA <sub>3</sub> (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,1	3,28 <sup>c</sup> ± 0,60	40,65 <sup>b</sup> ± 2,39	11,26 <sup>c</sup> ± 1,09	16,66 <sup>a</sup> ± 3,34
0,2	5,93 <sup>a</sup> ± 0,85	46,19 <sup>a</sup> ± 2,88	13,22 <sup>ab</sup> ± 1,38	14,44 <sup>a</sup> ± 1,92
0,3	3,57 <sup>c</sup> ± 0,47	41,96 <sup>b</sup> ± 3,81	12,82 <sup>b</sup> ± 0,99	13,33 <sup>a</sup> ± 1,33
0,4	3,26 <sup>c</sup> ± 0,60	40,84 <sup>b</sup> ± 3,95	12,77 <sup>b</sup> ± 1,16	14,44 <sup>a</sup> ± 1,92
0,5	4,12 <sup>b</sup> ± 0,50	45,82 <sup>a</sup> ± 3,14	13,47 <sup>a</sup> ± 1,07	12,22 <sup>a</sup> ± 1,92

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir (P ≤ 0,05, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). GA<sub>3</sub>: Giberellik Asit



Şekil 13. Farklı GA<sub>3</sub> konsantrasyonlarındaki *V. myrtillus* sürgünleri, A) 0,1 mg/L GA<sub>3</sub>, B) 0,2 mg/L GA<sub>3</sub>, C) 0,3 mg/L GA<sub>3</sub>, D) 0,4 mg/L GA<sub>3</sub>, E) 0,5 mg/L GA<sub>3</sub> uygulaması, Bar: 15 mm

### 3.1.3. *Vaccinium myrtillus*'da Köklendirme Çalışmaları

#### 3.1.3.1. *In Vitro* Çalışmalar

##### 3.1.3.1.1. IBA Konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

Bu oksin çeşidi ile yapılan uygulamalarda sadece IBA'nın yer aldığı 0,25 mg/L uygulaması 3,11 ile en yüksek kök sayısını verirken, 0,5 mg/L IBA uygulaması yukarıdaki değere yakın bir değer vermiştir (3,02). Bu iki veri arasında herhangi bir istatistiksel fark oluşmamıştır (P ≤ 0,05). Kontrol grubunda herhangi bir kök oluşumu gözlemlenmezken, 1,0 mg/L IBA uygulanan ortamda fide başına sadece 1,80 kök oluşumu tespit edilmiştir

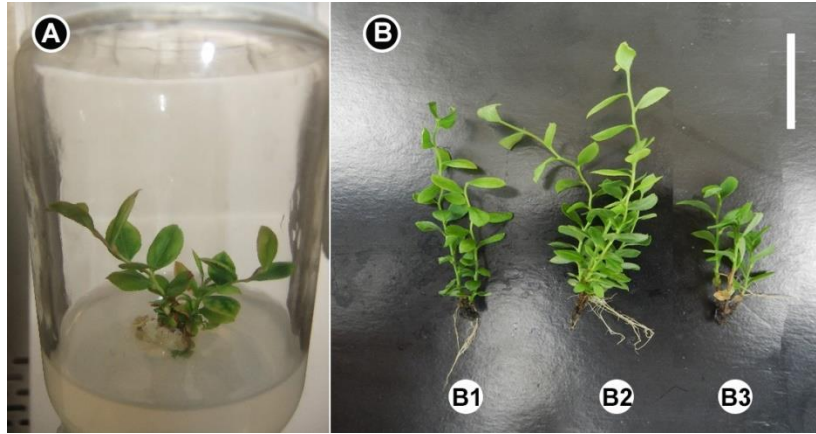
(Şekil 14). Kök uzunluğu parametresi açısından ise en yüksek değer 17,10 mm ile 0,5 mg/L IBA uygulamasında belirlenmiş ve yine herhangi bir köklenme gözlemlenmediği için kontrol grubu en düşük değeri vermiştir (Tablo 24).

Sekonder (ikincil) kök sayısı ve kallus oluşumu açısından ise yine en yüksek değerler 0,5 mg/L IBA uygulamasından elde edilmiştir. Bu konsantrasyon ile uygulanan diğer konsantrasyonlar arasında sekonder kök sayıları açısından oluşan önemli farklar Tablo 24’de verilmiştir. Kallus oluşturma oranları bakımından ise herhangi bir fark görülmemiştir ( $P \leq 0,05$ ).

Tablo 24. *Vaccinium myrtillus* fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IBA (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0	-	-	-	-	-
0,25	17,78 <sup>a</sup> ± 1,92	3,11 <sup>a</sup> ± 0,43	8,64 <sup>c</sup> ± 0,54	2,22 <sup>b</sup> ± 0,30	14,44 <sup>a</sup> ± 1,92
0,5	18,89 <sup>a</sup> ± 1,92	3,02 <sup>a</sup> ± 0,17	17,10 <sup>a</sup> ± 0,67	3,69 <sup>a</sup> ± 0,32	17,78 <sup>a</sup> ± 1,93
1,0	14,44 <sup>b</sup> ± 1,93	1,80 <sup>b</sup> ± 0,24	10,70 <sup>b</sup> ± 0,36	2,26 <sup>b</sup> ± 0,36	11,11 <sup>a</sup> ± 1,92

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. – herhangi bir anlamlı veri elde edilemedi. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit



Şekil 14. *V. myrtillus*'un farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, A) Köklendirme ortamındaki sürgünler, B) Farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, B1) 0,25 mg/L IBA, B2) 0,5 mg/L IBA, B3) 1,0 mg/L IBA uygulaması, Bar: 12 mm

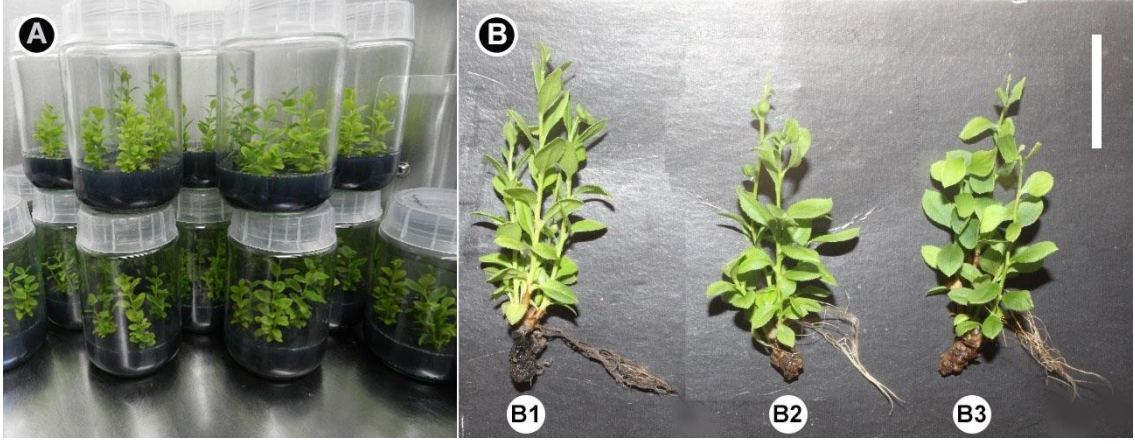
### 3.1.3.1.2. IBA/AC Konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

En yüksek kök sayısı oluşumu bakımından bu uygulamanın tüm konsantrasyonları aktif karbon (AC) uygulanmayan IBA konsantrasyonlarından daha düşük değerler verirken, diğer tüm parametreler açısından daha yüksek değerler vermiştir. En yüksek köklenme sayısı 2,57 ile 0,25 mg/L IBA uygulamasından elde edilmiştir. AC uygulanmayan IBA uygulamalarında olduğu gibi değerlendirilen tüm parametreler açısından kontrol ortamı yine hiçbir anlamlı değer vermemiştir. Sürgün oluşumunun aksine, sürgün boyu açısından AC uygulanan 0,5 mg/L IBA içeren ortam 20,94 mm ile AC uygulanmayan tüm IBA konsantrasyonlarına göre daha yüksek değerlere ulaşmış ve diğer konsantrasyonlarla aralarındaki fark Tablo 25'de gösterilmiştir (Şekil 15). Sekonder kök sayısı ise kök uzunluğuna paralel olarak yine 4,26 ile 0,5 mg/L IBA uygulamalarından sağlanmış ve bu değer AC uygulanmayan tüm IBA konsantrasyonlarından daha yüksek çıkmıştır. Kallus oluşumu ise AC uygulanmayan IBA konsantrasyonlarında olduğu gibi yine 0,5 mg/L IBA uygulamasından elde edilmiş ve bu oran % 17,78 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 25. *Vaccinium myrtillus* fidelerinin 8 hafta sonunda sabit AC ve değişken IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IBA/AC (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0/1,0	-	-	-	-	-
0,25/1,0	21,11 <sup>b</sup> ± 1,92	2,57 <sup>a</sup> ± 0,23	8,20 <sup>c</sup> ± 0,35	2,57 <sup>b</sup> ± 0,37	15,55 <sup>a</sup> ± 1,09
0,5/1,0	30,00 <sup>a</sup> ± 3,33	2,46 <sup>b</sup> ± 0,22	20,94 <sup>a</sup> ± 1,12	4,26 <sup>a</sup> ± 0,52	17,78 <sup>a</sup> ± 1,19
1,0/1,0	10,00 <sup>c</sup> ± 3,33	2,16 <sup>c</sup> ± 0,19	8,91 <sup>b</sup> ± 0,32	2,08 <sup>c</sup> ± 0,05	11,11 <sup>c</sup> ± 3,33

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit, AC: Aktif Karbon



Şekil 15. *V. myrtillus*'un değişken IBA sabit AC konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A**) Köklendirme ortamındaki sürgünler, **B**) Sabit AC (1,0 g/L) ve farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **B1**) 0,25 mg/L IBA, **B2**) 0,5 mg/L IBA, **B3**) 1,0 mg/L IBA uygulaması, Bar: 8 mm

### 3.1.3.1.3. IAA Konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

Herhangi bir IAA konsantrasyonu içermeyen kontrol ortamı ve 1,0 mg/L IAA içeren uygulamalarda tüm parametreler açısından herhangi bir anlamlı sonuç elde edilememiştir. En yüksek kök sayısı açısından 2,75 ile 0,5 mg/L IBA içeren ortam ilk sırayı almasına karşın kök oluşum yüzdelерinin düşük olmasından dolayı *V. myrtillus*'un köklendirme çalışmaları için uygun olmadığı belirlenmiştir. Anlamlı değer elde edilen iki konsantrasyon (0,25 ve 0,5 mg/L) arasındaki bağımsız t testi sonuçları bu iki uygulamadan elde edilen tüm köklenme parametreleri açısından anlamlı farklılıklar göstermiştir (Tablo 26). Yine en yüksek kök uzunluğu 18,93 ile IBA/AC uygulamalarından elde edilen en yüksek kök uzunluğu değerine yakın olmasına rağmen köklenen fide sayısının yüzde olarak düşük olmasından dolayı bu tür için uygun olmadığı görülmüştür. Sekonder kök sayısı açısından da yine aynı durum oluşmasına rağmen IBA uygulamalarındaki köklenme yüzdelерinden düşük köklenme yüzdesi elde edilmesi IAA'nın bu türün köklendirilmesi için uygun olmadığını göstermiştir (Tablo 26).

Tablo 26. *Vaccinium myrtillus* fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IAA (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0	-	-	-	-	-
0,25	17,78* ± 1,92	1,70 ± 0,18	18,93* ± 2,38	4,74* ± 1,04	-
0,5	5,56 ± 1,93	2,75* ± 0,07	16,41 ± 0,55	4,25 ± 0,19	-
1,0	-	-	-	-	-

± üç tekerrürlü ortalamasının standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. \* gruplar arasındaki önemli farkı gösterir ( $P \leq 0,05$ , t Testi). IAA: İndol-3-Asetik Asit

#### 3.1.3.1.4. IAA/AC Konsantrasyonlarının *V. myrtillus* Türünün Köklenmesi Üzerine Etkisi

AC uygulanmayan IAA uygulamalarının aksine AC uygulanan 1,0 mg/L IAA konsantrasyonu kök sayısı parametresi açısından 3,46 ile en yüksek değeri vermiştir. Yine bu uygulamada da kontrol grubunda herhangi bir anlamlı sonuç elde edilemezken, uygulanan diğer iki IAA konsantrasyonu arasında da istatistiksel açıdan bir fark gözlemlenmemiştir ( $P \leq 0,05$ , Tablo 27). En yüksek kök uzunluğunu 0,25 mg/L IAA uygulaması 27,43 mm ile vermiştir (Şekil 16). Bu değer AC uygulanmayan ortamdaki en yüksek kök uzunluğu değerinden 8,5 mm daha uzun olduğu belirlenmiştir. AC uygulanan ve uygulanmayan IAA uygulamalarının her ikisinde de düşük konsantrasyonlardan en yüksek kök uzunluğu değerleri elde edilmiştir. Bu değerler *V. myrtillus*'un yüksek kök uzunluğu verimi açısından da düşük IAA konsantrasyonlarının daha uygun olduğunu göstermiştir. Yine 1,0 mg/L IAA içeren ortam 5,42 ile en yüksek sekonder kök sayısı değerini verirken, bu değer AC uygulanmayan IAA değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Kallus oluşumu açısından ise 0,5 mg/L IAA uygulaması % 5,55 ile en yüksek değeri vermiştir. Ancak uygulanan diğer IAA konsantrasyonları ile arasında istatistiksel anlamda bir fark gözlemlenmemiştir.

Tablo 27. *Vaccinium myrtillus* fidelerinin 8 hafta sonunda sabit AC ve değişken IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IAA/AC (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUğU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0/1,0	-	-	-	-	-
0,25/1,0	7,78 <sup>a</sup> ± 1,92	2,33 <sup>b</sup> ± 0,09	27,43 <sup>a</sup> ± 0,43	5,11 <sup>b</sup> ± 0,05	4,44 <sup>a</sup> ± 1,92
0,5/1,0	10,00 <sup>a</sup> ± 1,93	2,42 <sup>b</sup> ± 0,18	20,12 <sup>c</sup> ± 0,28	3,25 <sup>c</sup> ± 0,18	5,55 <sup>a</sup> ± 1,93
1,0/1,0	11,11 <sup>a</sup> ± 3,33	3,46 <sup>a</sup> ± 0,55	24,38 <sup>b</sup> ± 1,13	5,42 <sup>a</sup> ± 0,22	4,44 <sup>a</sup> ± 1,92

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IAA: İndol-3-Asetik Asit, AC: Aktif Karbon



Şekil 16. *V. myrtillus*'un değişken IAA sabit AC (1,0 g/L) konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A**) 0,25 mg/L IAA, **B**) 0,5 mg/L IAA, **C**) 1,0 mg/L IAA uygulaması, Bar: 10 mm

### 3.1.3.1.5. NAA Konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

NAA konsantrasyonlarının tamamı değerlendirilen tüm parametreler arasında yalnızca kallus oluşumunda anlamlı bir sonuç vermiştir. Diğer parametrelerin hiçbirinde anlamlı bir sonuç vermemiştir (Tablo 28). Kallus oluşumu 1,0 mg/L NAA konsantrasyonunda % 25,55 ile en yüksek değeri vermiştir. IBA ve IAA uygulamalarıyla karşılaştırıldığında köklenme çalışmalarında çok fazla istenmeyen bir durum olan kallus oluşum yüzdelerinin NAA uygulamalarında daha yüksek çıkması, ayrıca diğer



parametrelerden de anlamlı sonuçlar elde edilememesi bu oksin çeşidinin *V. myrtillus* türüne ait fidelerin köklendirilmesi için uygun olmadığını göstermiştir.

Tablo 28. *Vaccinium myrtillus* fidelerinin 8. hafta sonunda farklı NAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

NAA (mg/L)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0	-	-	-	13,33 <sup>b</sup> ± 3,33
0,25	-	-	-	24,44 <sup>a</sup> ± 3,84
0,5	-	-	-	25,55 <sup>a</sup> ± 3,85
1,0	-	-	-	25,55 <sup>a</sup> ± 5,09

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). NAA: Naftalenasetik Asit

### 3.1.3.1.6. NAA/AC Konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

Bu uygulamada da AC uygulanmayan NAA uygulamalarında olduğu gibi uygulamaya tabi tutulan tüm parametreler arasından kallus oluşumu dışında çok fazla anlamlı sonuçlar elde edilememiştir. Yalnızca 0,5 mg/L NAA konsantrasyonunda kök sayısı 2,5, kök uzunluğu ise 18,02 mm olarak hesaplanmıştır (Şekil 17). Ancak köklenme oranının % 6,67 çıkması bu uygulamanın da *V. myrtillus*'un köklendirme çalışmaları için uygun olmadığını göstermiştir.

Tablo 29. *Vaccinium myrtillus* fidelerinin 8. hafta sonunda sabit AC ve değişken NAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

NAA/AC (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)	KALLUS (%)
0,0/1,0	-	-	-	-	26,66 <sup>a</sup> ± 3,33
0,25/1,0	-	-	-	-	17,77 <sup>b</sup> ± 1,92
0,5/1,0	6,67 ± 0,0	2,5 ± 0,17	18,02 ± 1,44	-	23,33 <sup>ab</sup> ± 3,33
1,0/1,0	-	-	-	-	24,44 <sup>ab</sup> ± 6,94

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). NAA: Naftalenasetik Asit, AC: Aktif Karbon





Şekil 17. *V. myrtillus*'un değişken NAA sabit AC (1,0 g/L) konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A)** Kontrol, **B)** 0,25 mg/L NAA, **C)** 0,5 mg/L NAA, **D)** 1,0 mg/L NAA uygulaması, Bar: 18 mm

### 3.1.3.2. *Ex Vitro* Çalışmalar

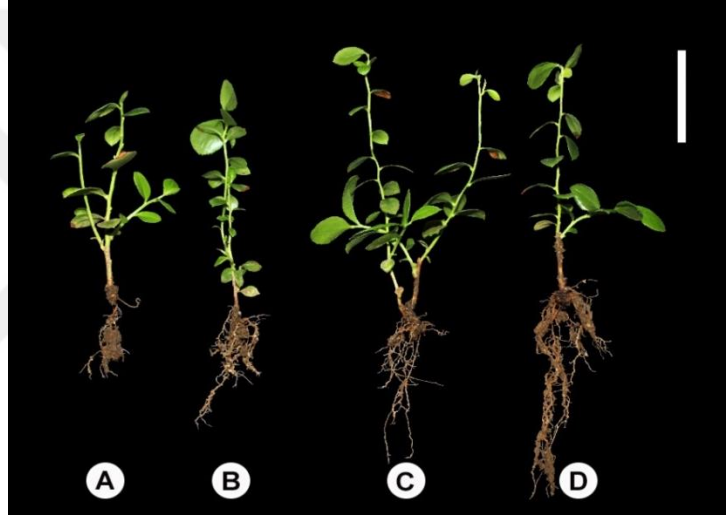
#### 3.1.3.2.1. IBA Konsantrasyonlarının *V. myrtillus*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

1000 mg/L IBA uygulaması 3,16 en yüksek kök sayısını sağlarken, en düşük veri 2,62 ile 500 mg/L'lik IBA uygulamasından elde edilmiştir. Bu iki veri arasındaki fark Tablo 30'da gösterilmiştir ( $P \leq 0,05$ ). En yüksek kök uzunluğu 35,49 mm ile 2000 mg/L IBA uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 18) . Yukarıda bahsedilen iki veri arasında herhangi bir fark bulunmazken, en düşük değer elde edildiği kontrol ortamı (24,85) ile aralarında önemli bir istatistiksel fark oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ , Tablo 30). Sekonder kök sayısı açısından ise 5,57 ile 500 mg/L IBA uygulaması en yüksek değeri verirken, kontrol ve 2000 mg/L IBA uygulamalarından elde edilen değerlerle aralarında önemli bir fark bulunamamıştır ( $P \leq 0,05$ , Tablo 30). Dış ortama şaşırtılan *V. myrtillus*'a ait fideler Şekil 19'de ilk sürgün görünüşleri, ilkbahar ve sonbahar sürgünleri, çiçeklenme ve meyveye yatma görüntüleri olmak üzere ayrıntılı olarak sunulmuştur.

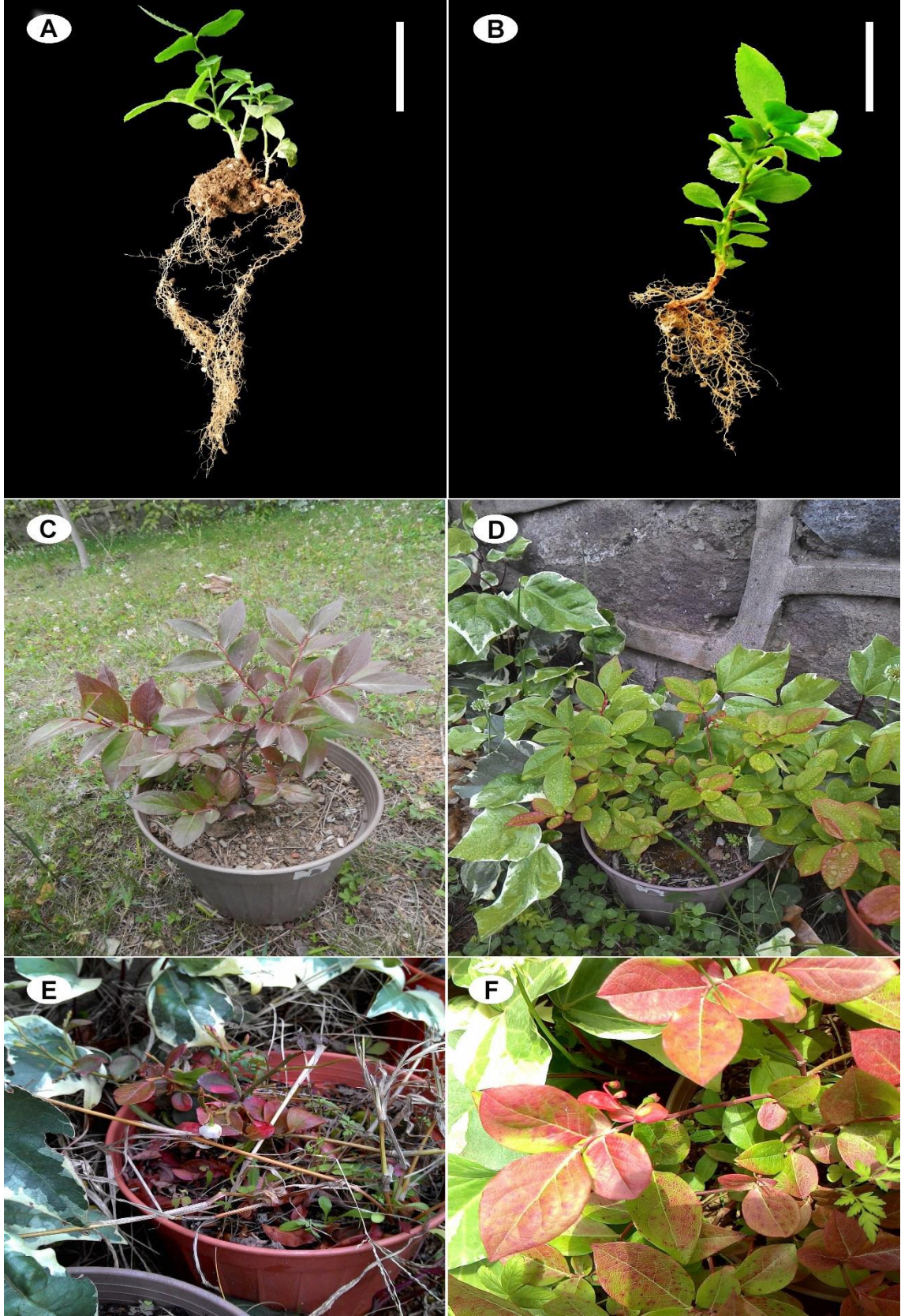
Tablo 30. *Vaccinium myrtillus* fidelerinin *ex vitro* koşullarda 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IBA (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)
0,0	20,00 <sup>b</sup> ± 3,33	2,90 <sup>b</sup> ± 0,14	24,85 <sup>c</sup> ± 0,99	5,50 <sup>a</sup> ± 0,45
500	26,67 <sup>b</sup> ± 3,34	2,62 <sup>c</sup> ± 0,22	30,36 <sup>b</sup> ± 3,25	5,57 <sup>a</sup> ± 0,45
1000	22,22 <sup>b</sup> ± 3,85	3,16 <sup>a</sup> ± 0,21	34,65 <sup>a</sup> ± 1,36	4,83 <sup>b</sup> ± 0,38
2000	43,33 <sup>a</sup> ± 3,33	2,63 <sup>c</sup> ± 0,41	35,49 <sup>a</sup> ± 1,98	5,34 <sup>a</sup> ± 0,67

± üç tekerrürlü ortalamasının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit



Şekil 18. *V. myrtillus*'un *ex vitro* ortamda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, A) Kontrol, B) 500 mg/L IBA, C) 1000 mg/L IBA, D) 2000 mg/L IBA uygulaması, Bar: 15 mm



Şekil 19. *V. myrtillus* fidelerinin; (A, B) ilk sürgün oluşumları, (C) 2 yaşındaki sonbahar sürgünleri, (D) 2 yaşındaki ilkbahar sürgünleri (E) 3 yaşındaki bitkilerde çiçek oluşumu, (F) 3 yaşındaki bitkilerde meyve oluşumu, Bar: 40 mm

## **3.2. *Vaccinium uliginosum* ile İlgili Bulgular**

### **3.2.1. *In vitro*'da Sürgün Oluşturma**

#### **3.2.1.1. Uygun Yüzey Sterilizasyon Sürelerinin Belirlenmesi**

Farklı yüzey sterilizasyon sürelerine tabi tutulan eksplantlarda 8. hafta sonunda en düşük kontaminasyon % 6,66 ile 30. dk'dan elde edilmiştir. Bu orana en yakın değerler sırası ile % 7,77 ve % 9,99 ile 25. ve 20. dk'larda görülmüştür. Ancak kararma oranının 15. dk'da % 27,77 ile diğer sterilizasyon sürelerinden düşük olması nedeniyle en uygun sterilizasyon süresi 15. dk olarak belirlenmiştir. 20. ve 25 dk'lar kontaminasyon yüzdesi bakımından düşük olmasına rağmen kararma oranının 15. dk'dan yüksek olması nedeni ile yüzey sterilizasyonu için uygun görülmemiştir.

Ancak eksplantın fizyolojik durumu gelecekte yapılacak çalışmalarda bu sürelerin değerlendirilmesine imkan kılabilir. 10. dk'daki kontaminasyon oranı (% 41,11) yüksek olduğundan bu türün yüzey sterilizasyon çalışmaları için uygun görülmemiştir. Bu sonuçlara ek olarak 13,90 mm ile en yüksek sürgün boyunun ve % 58,89 ile en yüksek sürgün verim yüzdesinin 15. dk'dan elde edilmesi bu sürenin *V. uliginosum*'un yüzey sterilizasyonu için en uygun süre olduğunu göstermiştir (Tablo 31).



Tablo 31. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki sürgün boy uzunluk değerleri (mm)

10 DAKİKA			15 DAKİKA			20 DAKİKA			25 DAKİKA			30 DAKİKA			
I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	
12,25	12,25	13,16	15,51	14,48	15,05	13,21	12,43	14,62	12,75	11,25	11,98	14,53	13,94	12,88	
11,59	11,13	15,25	14,12	16,27	14,62	14,56	13,49	15,77	15,48	12,14	13,27	12,94	14,05	14,55	
13,11	14,16	11,94	14,02	14,59	13,09	13,42	12,55	16,33	12,88	13,62	14,53	13,48	13,04	13,27	
14,87	11,25	16,46	13,27	12,59	11,09	16,63	16,41	14,08	13,65	11,64	14,84	13,03	12,77	12,48	
12,24	12,33	14,97	12,27	13,25	16,55	15,72	11,58	13,04	13,27	16,48	11,31	14,54	11,33	11,55	
14,77	10,52	15,77	14,55	15,55	14,09	12,53	14,95	12,25	12,64	14,13	13,25	11,14	10,23	11,33	
12,16	15,95	12,16	16,23	16,57	13,07	12,1	14,63	12,88	14,85	15,07	12,51		10,59		
13,19	11,77	14,55	12,18	16,44	14,87	11,79	10,17	14,53	14,46	14,06	14,68				
	12,53	13,94	11,25	11,24	14,62	15,61	11,48	12,61	13,95	11,98	12,48				
	11,49		14,52	12,13	12,56	13,21	13,55	14,58	14,16	11,27	12,77				
			13,29	14,38	11,64	15,08	14,61	15,67	15,61	13,14	13,94				
			11,11	16,44	15,61	12,83	14,98	16,06	14,48	14,75					
			12,87	13,25	16,13	14,05	12,58	12,37	11,25						
			13,08	11,98	14,51	16,66	12,07	13,15							
			14,89	14,53	12,88	15,71	14,68	16,88							
			15,48	14,57	13,28	11,02									
			14,59	11,25	14,07										
			13,49		13,28										
<b>Ort.</b>	<b>13,02</b>	<b>12,338</b>	<b>14,244</b>	<b>13,706</b>	<b>14,088</b>	<b>13,945</b>	<b>14,008</b>	<b>13,344</b>	<b>14,321</b>	<b>13,802</b>	<b>13,294</b>	<b>13,233</b>	<b>13,276</b>	<b>12,278</b>	<b>12,677</b>
<b>Std.</b>	<b>1,225</b>	<b>1,613</b>	<b>1,573</b>	<b>1,440</b>	<b>1,822</b>	<b>1,759</b>	<b>1,705</b>	<b>1,692</b>	<b>1,556</b>	<b>1,236</b>	<b>1,676</b>	<b>1,158</b>	<b>1,261</b>	<b>1,564</b>	<b>1,185</b>

Ort: Ortalama Std: Standart sapma, T: Tekrar

Tablo 31.1. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sterilizasyon sürelerindeki sürgün verim değerleri

ZAMAN (dk)	SÜRGÜN VERİM ORANI (%)	SÜRGÜN BOYU (mm)	KARARMA ORANI (%)	KONTAMİNASYON ORANI (%)
10 dk	29,99 <sup>d</sup> ± 3,33	13,07 <sup>b</sup> ± 0,40	28,89 <sup>d</sup> ± 1,93	41,11 <sup>a</sup> ± 1,92
15 dk	58,89 <sup>a</sup> ± 1,93	13,90 <sup>a</sup> ± 0,68	27,77 <sup>d</sup> ± 1,93	13,33 <sup>b</sup> ± 3,33
20 dk	51,11 <sup>b</sup> ± 1,92	13,77 <sup>a</sup> ± 0,82	38,89 <sup>c</sup> ± 1,92	9,99 <sup>bc</sup> ± 1,33
25 dk	41,11 <sup>c</sup> ± 3,85	13,37 <sup>b</sup> ± 0,62	51,11 <sup>b</sup> ± 5,09	7,77 <sup>c</sup> ± 1,93
30 dk	21,11 <sup>c</sup> ± 1,92	12,51 <sup>c</sup> ± 0,59	72,22 <sup>a</sup> ± 1,92	6,66 <sup>c</sup> ± 1,34

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).

### 3.2.1.2. Başlangıç Kültürlerinin Belirlenmesi

En yüksek sürgün verimi % 63,33 ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş WPM ortamından elde edilmiş ve bu değeri % 56,66 ile aynı büyüme düzenleyicileri ile desteklenmiş AN ortamı izlemiştir. En düşük sürgün verimi ise sırası ile % 47,77 ve % 43,33 ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/NAA ile desteklenmiş AN ve MS ortamlarından sağlanmıştır (Tablo 32.1). Bu verilere paralel olarak en yüksek boy uzunlukları 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş ortamlardan elde edilmiştir (Şekil 20). En yüksek boy artış değeri 13,97 mm ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş WPM ortamından elde edilirken, en düşük boy artışı değeri 8,30 mm ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/NAA ile desteklenmiş MS ortamından elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler bu iki BBD ve 3 farklı besi ortamı arasında istatistiki açıdan önemli farklar olduğunu ortaya koymuştur ( $P \leq 0,05$ ). Kontaminasyon ve kararma gibi istenmeyen özellikler açısından da yüzey sterilizasyonu çalışmalarında olduğu gibi yine en düşük değerler 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile desteklenmiş WPM ortamından elde edilmiş ve diğer başlangıç kültürü uygulamalarıyla önemli derecede fark içermiştir (Tablo 32.1).

Tablo 32. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki sürgün boy uzunluk değerleri

1,0/0,1 mg/L Zeatin/IBA									1,0/0,1 mg/L Zeatin/NAA									
WPM			AN			MS			WPM			AN			MS			
SB			SB			SB			SB			SB			SB			
I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	I. T	II. T	III. T	
13,27	12,22	13,09	10,44	9,65	12,15	9,15	8,87	11,37	12,26	10,59	10,31	8,83	9,96	9,55	7,72	8,49	7,89	
12,55	14,55	14,39	12,53	8,81	11,64	9,96	9,45	10,51	10,43	10,55	9,57	7,49	8,19	9,35	7,48	9,17	9,15	
11,57	16,49	13,25	11,31	10,13	9,61	8,77	10,13	9,48	8,01	9,92	12,31	11,21	9,24	8,49	8,32	8,25	8,54	
11,37	12,13	16,48	9,93	11,55	9,99	10,13	10,55	10,33	11,63	10,12	10,13	8,55	10,33	10,12	9,15	9,11	10,08	
12,53	11,85	15,48	8,55	12,65	8,74	8,77	8,46	11,55	9,56	9,55	8,84	10,42	9,55	10,27	7,73	7,04	11,02	
14,81	12,37	14,32	10,13	12,84	8,56	10,13	7,61	9,77	9,72	8,87	12,15	9,94	8,77	11,01	6,49	6,49	7,55	
12,15	16,48	17,25	12,22	8,15	12,61	7,77	9,11	8,83	12,93	7,73	11,53	10,32	9,57	9,31	9,15	8,15	7,09	
13,77	15,31	17,54	10,89	9,47	11,89	7,51	10,55	8,61	11,12	12,22	11,88	7,89	9,48	9,98	8,11	9,12	9,15	
14,58	12,13	18,95	9,46	9,38	10,31	8,88	9,63	10,08	8,53	10,48	8,47	8,53	10,13	8,45	7,51	8,48	7,06	
14,13	14,57	14,31	13,15	10,48	9,05	9,63	8,44	10,18	12,57	9,55	9,96	10,45	8,32	7,51	8,32	8,71	7,94	
14,45	15,49	14,92	11,28	10,97	9,64	9,47	6,89	6,64	11,54	10,57	13,17	9,94	10,12	8,48	10,13	7,89	9,15	
16,19	10,86	13,03	9,78	11,64	12,55	10,11	6,55	12,53	9,47	11,37	8,47	10,32	9,56	10,12	6,48	8,32	8,34	
13,96	13,33	12,75	9,09	12,71	7,77	10,88	11,72	9,89	10,38	9,48	11,52	11,25	8,21	9,55	8,21		8,29	
14,84	14,18	11,79	8,74	12,64	8,91	7,94		10,66	12,13	10,54	11,83	8,56	9,33	8,12	9,33		7,49	
16,12	12,25	14,33	10,34	11,45	10,33	8,46		9,78	13,01	10,37	11,23			9,17				
14,17	14,35	14,04	9,61						9,17	12,25	10,32			7,45				
11,32	15,59	13,49							8,14	11,17								
14,59	13,39	12,88							8,82									
14,57		14,55																
12,88																		
<b>Ort.</b>	<b>13,69</b>	<b>13,75</b>	<b>14,57</b>	<b>10,47</b>	<b>10,83</b>	<b>10,24</b>	<b>9,17</b>	<b>9,07</b>	<b>10,01</b>	<b>10,52</b>	<b>10,31</b>	<b>10,58</b>	<b>9,55</b>	<b>9,34</b>	<b>9,18</b>	<b>8,15</b>	<b>8,26</b>	<b>8,48</b>
<b>Std.</b>	<b>1,44</b>	<b>1,71</b>	<b>1,85</b>	<b>1,35</b>	<b>1,53</b>	<b>1,52</b>	<b>0,99</b>	<b>1,5</b>	<b>1,38</b>	<b>1,67</b>	<b>1,127</b>	<b>1,44</b>	<b>1,21</b>	<b>0,72</b>	<b>1,02</b>	<b>1,04</b>	<b>0,82</b>	<b>1,14</b>

SB: Sürgün boyu (mm), Ort: Ortalama Std: Standart sapma, T: Tekrar, WPM: McCown odunsu bitkiler temel besi ortamı, AN: Anderson Rhododendron temel besi ortamı, MS: Murashige ve Skoog temel besi ortamı, IBA: İndol-3-Bütirik Asit, NAA: Naftalenasetik Asit

Tablo 32.1. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı besi ortamlarındaki sürgün verim değerleri

	1,0/0,1 Zeatin/IBA			1,0/0,1 Zeatin/NAA		
	WPM	AN	MS	WPM	AN	MS
<b>BOY UZUNLUĞU (mm)</b>	13,97 <sup>a</sup> ± 0,64	10,49 <sup>b</sup> ± 0,34	9,43 <sup>c</sup> ± 0,51	10,37 <sup>b</sup> ± 0,86	9,22 <sup>c</sup> ± 0,55	8,30 <sup>d</sup> ± 0,43
<b>SÜRGÜN VERİM ORANI (%)</b>	63,33 <sup>a</sup> ± 3,33	52,22 <sup>bc</sup> ± 1,92	47,77 <sup>cd</sup> ± 3,85	56,66 <sup>b</sup> ± 3,34	47,77 <sup>cd</sup> ± 5,09	43,33 <sup>d</sup> ± 3,33
<b>KARARMA ORANI (%)</b>	25,55 <sup>b</sup> ± 1,92	29,99 <sup>ab</sup> ± 3,33	31,10 <sup>ab</sup> ± 5,09	29,99 <sup>ab</sup> ± 3,33	29,99 <sup>ab</sup> ± 3,33	34,44 <sup>a</sup> ± 1,92
<b>KONTAMİNASYON ORANI (%)</b>	14,44 <sup>c</sup> ± 1,92	17,77 <sup>b</sup> ± 1,93	21,11 <sup>a</sup> ± 1,92	13,33 <sup>c</sup> ± 0,00	21,11 <sup>a</sup> ± 1,92	21,00 <sup>a</sup> ± 1,73

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı satır içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). WPM: McCown odunsu bitkiler temel besi ortamı, AN: Anderson Rhododendron temel besi ortamı, MS: Murashige ve Skoog temel besi ortamı, IBA: İndol-3-Bütirik Asit, NAA: Naftalenasetik Asit



Şekil 20. *V. uliginosum*'un başlangıç sürgünleri, **A1**) WPM temel besi ortamı, **A2**) AN temel besi ortamı **A3**) MS temel besi ortamı, Bar: 5 mm



### 3.2.1.3. Uygun Sukroz Miktarının Belirlenmesi

Sürgün başına en yüksek kardeşlenme sayısı 3,54 ile % 2 sukroz içeren ortamdan elde edilirken, bu değere en yakın değer 3,20 ile % 2,5 sukroz içeren ortamdan elde edilmiştir. % 3 sukroz içeren ortam ise 2,67 ile en düşük kardeşlenme sayısı değerini vermiştir (Tablo 33). Elde edilen bu sonuçlar sukroz miktarındaki değişimin *V. uliginosum*'un kardeşlenme sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturduğunu göstermiştir ( $P \leq 0,05$ ). Sürgün boyu açısından ise yine % 2 sukroz içeren ortamdan 32,63 ile en yüksek sürgün boyu değeri belirlenirken, % 1 sukroz içeren ortam 31,03 ile en düşük değeri vermiştir (Tablo 33). Tüm bu sonuçlar boy uzunluğu açısından da farklı sukroz konsantrasyonlarının önemli istatistiki fark oluşturduğunu göstermiştir ( $P \leq 0,05$ ). Mikroçoğaltım çalışmalarında büyük önem arz eden nod sayısı açısından ise % 1,5, % 2, % 2,5 ve % 3 (w/v) sukroz içeren ortamlarda istatistiksel açıdan bir fark elde edilemezken, en yüksek nod sayısı değeri  $10,10 \pm 0,91$  ile % 3 sukroz içeren ortamdan sağlanmış ve istatistiksel fark Tablo 33'de gösterilmiştir. Tüm bu sonuçlar yine *V. uliginosum*'un da mikroçoğaltım çalışmalarında en uygun sukroz konsantrasyonunun % 2 olduğunu göstermiştir (Şekil 21).

Tablo 33. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sukroz konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

SUKROZ (%)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
1,0	$2,68^d \pm 0,41$	$31,03^c \pm 1,20$	$8,86^b \pm 0,39$
1,5	$2,93^{bc} \pm 0,48$	$31,94^{abc} \pm 1,61$	$10,00^a \pm 0,50$
2,0	$3,54^a \pm 0,62$	$32,63^a \pm 2,10$	$10,06^a \pm 0,46$
2,5	$3,20^b \pm 0,52$	$32,09^{ab} \pm 1,97$	$10,06^a \pm 0,60$
3,0	$2,67^d \pm 0,38$	$31,51^{bc} \pm 1,71$	$10,10^a \pm 0,91$

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).



Şekil 21. Farklı sukroz konsantrasyonlarındaki *V. uliginosum* sürgünleri, **A)** % 1, **B)** % 1,5, **C)** % 2, **D)** % 2,5, **E)** % 3 sukroz uygulaması, Bar: 9 mm

#### 3.2.1.4. Uygun pH Değerinin Belirlenmesi

Eksplant başına sürgün sayısı açısından en yüksek değeri 3,48 ile pH = 6,0 olan ortam vermiş ve istatistiki açıdan fark yalnızca pH = 5,0 içeren ortamdaki elde edilen değerle (3,07) oluşmuştur. Diğer pH uygulamaları ile pH = 6,0 içeren besiy ortamı arasında kardeşlenme sayısı açısından bir fark oluşmamıştır ( $P \leq 0,05$ , Tablo 34). Kardeşlenme sayısı açısından en yüksek değer 34,94 mm ile pH = 4,0 içeren ortamdaki, en düşük değer ise 27,89 mm ile pH = 6,0 içeren ortamdaki sağlanmış ve bu iki ortam arasındaki fark Tablo 34'de gösterilmiştir (Şekil 22). Kardeş sayısı ve sürgün boyu parametrelerinin aksine nod sayısı değeri artan pH değerlerine bağlı olarak ters orantılı bir düşüş göstermiştir. En yüksek nod sayısı değeri 10,76 ile pH = 4,0 içeren ortamdaki, en düşük değer ise 6,44 ile pH = 6,0 içeren ortamdaki elde edilmiş ve tüm uygulamalar arasında nod sayısı açısından önemli farklar oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ , Tablo 34).

Tablo 34. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı pH'lardaki sürgün verim değerleri

pH	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
4,0	3,47 <sup>a</sup> ± 0,54	34,94 <sup>a</sup> ± 2,89	10,76 <sup>a</sup> ± 0,82
4,5	3,47 <sup>a</sup> ± 0,59	33,38 <sup>b</sup> ± 2,66	10,29 <sup>b</sup> ± 0,71
5,0	3,34 <sup>a</sup> ± 0,53	31,44 <sup>c</sup> ± 2,48	8,53 <sup>c</sup> ± 0,99
5,5	3,07 <sup>b</sup> ± 0,51	28,70 <sup>d</sup> ± 1,41	7,68 <sup>d</sup> ± 0,78
6,0	3,48 <sup>a</sup> ± 0,54	27,89 <sup>d</sup> ± 1,51	6,44 <sup>e</sup> ± 0,66

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).



Şekil 22. Farklı pH değerlerindeki *V. uliginosum* sürgünleri, A) pH = 4,0, B) pH = 4,5, C) pH = 5,0, D) pH = 5,5, E) pH = 6,0 uygulaması, Bar: 15 mm

### 3.2.2. *Vaccinium uliginosum*'da *in vitro* Sürgün Çoğaltımı

#### 3.2.2.1. Sabit Oksin Varlığında Uygun Sitokin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi

*Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında bazı sitokinlerin etkili sonuç vermediği bilinmektedir. Bu yüzden sürgün çoğaltım aşamasında doğru sitokin ve konsantrasyonunun belirlenmesi gerekir.

### 3.2.2.1.1. Zeatin Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Tüm parametreler değerlendirildiğinde yine *V. myrtillus*'da olduğu gibi zeatin/IBA (2,0/0,1 mg/L) kombinasyonu en iyi sonuçları vermiştir. En düşük değerler herhangi bir sitokinin/oksin kombinasyonunun uygulanmadığı kontrol ortamından elde edilmiştir. En yüksek kardeşlenme sayısı, sürgün boyu ve nod sayısı oranları sırası ile 3,71, 35,75 mm, 11,97 ve % 31,07 olarak hesaplanmıştır (Şekil 23). En düşük kardeşlenme sayısı, sürgün boyu, nod sayısı ve kallus oluşum yüzdesi ise sırası ile 1,81, 31,90 mm ve 9,88 olarak belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek parametre değerleri arasında önemli derecede fark oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ , Tablo 35).

Tablo 35. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı zeatin konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

ZEATİN (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
0,0	1,81 <sup>c</sup> ± 0,50	31,90 <sup>c</sup> ± 1,75	9,88 <sup>c</sup> ± 0,89
0,5	3,34 <sup>b</sup> ± 0,55	33,45 <sup>b</sup> ± 2,03	10,56 <sup>b</sup> ± 1,09
1,0	3,51 <sup>ab</sup> ± 0,56	35,24 <sup>a</sup> ± 1,76	11,00 <sup>b</sup> ± 0,99
2,0	3,71 <sup>a</sup> ± 0,43	35,75 <sup>a</sup> ± 1,60	11,97 <sup>a</sup> ± 0,75

± üç tekerrürlü ortalamanın standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi).



Şekil 23. Farklı zeatin konsantrasyonlarındaki *V. uliginosum* sürgünleri, A) Kontrol, B) 0,5 mg/L zeatin, C) 1,0, mg/L zeatin, D) 2,0, mg/L zeatin uygulaması, Bar: 11 mm

### 3.2.2.1.2. 2iP Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Elde edilen tüm değerlerin zeatin uygulamasındaki değerlerden düşük çıktığı belirlenmiştir. Kardeşlenme sayısı açısından 0,5 mg/L 2iP içeren ortam 2,86 ile en yüksek değeri vermiştir. En düşük kardeşlenme sayısı ise 1,81 ile kontrol grubundan elde edilmiş ve aralarında önemli bir fark oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ ). Sürgün boyu değeri açısından ise 2,0 mg/L 2iP içeren ortam 32,44 mm ile ilk sırayı alırken diğer ortamlardan elde edilen sürgün boyu değerleri ile aralarında istatistiksel bir fark oluşmamıştır ( $P \leq 0,05$ , Tablo 36). Yine kardeşlenme sayısına benzer olarak nod sayısı açısından da en yüksek değer 10,82 ile yine 0,5 mg/L 2iP uygulanan ortadan sağlanmıştır. En düşük değeri ise 9,88 ile kontrol grubu vermiş ve bu iki değer arasındaki fark Tablo 36’da gösterilmiştir (Şekil 24).

Tablo 36. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı 2iP konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

2iP (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
0,0	1,81 <sup>c</sup> ± 0,50	31,90 <sup>a</sup> ± 1,75	9,88 <sup>b</sup> ± 0,89
0,5	2,86 <sup>a</sup> ± 0,45	31,47 <sup>a</sup> ± 1,89	10,82 <sup>a</sup> ± 0,85
1,0	2,39 <sup>b</sup> ± 0,44	32,10 <sup>a</sup> ± 2,18	10,11 <sup>b</sup> ± 0,79
2,0	2,39 <sup>b</sup> ± 0,37	32,44 <sup>a</sup> ± 1,98	10,58 <sup>a</sup> ± 0,97

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). 2iP: N6-[2-isopentenil]adenin



Şekil 24. Farklı 2iP konsantrasyonlarındaki *V. uliginosum* sürgünleri, A) Kontrol, B) 0,5 mg/L 2iP, C) 1,0, mg/L 2iP, D) 2,0, mg/L 2iP uygulaması, Bar: 10 mm

### 3.2.2.1.3. TDZ Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Kardeşlenme sayısı değerlendirildiğinde *V. myrtillus*'da olduğu gibi TDZ'nin zeatin'e göre daha düşük, 2iP'ye göre daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir. Kardeşlenme sayısı 3,01 ile 2,0 mg/L TDZ içeren ortamda en yüksek değere ulaşmıştır. Herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol grubunda bu değer 1,81 olarak hesaplanmış ve aralarındaki fark Tablo 37'de gösterilmiştir ( $P \leq 0,05$ ).

Sürgün boyu açısından ise TDZ'nin hem zeatin hem de 2iP'den daha düşük değerler verdiği belirlenmiştir. Yine bu parametre kontrol grubu ile karşılaştırıldığında artan TDZ'nin sürgün boyu değerini düşürdüğü saptanmıştır. En yüksek sürgün boyu 31,90 mm ile kontrol ortamında belirlenirken, en düşük değer 26,92 mm ile 2,0 mg/L TDZ içeren ortamdan elde edilmiştir ve aralarındaki fark hesaplanmıştır ( $P \leq 0,05$ , Tablo 37). Nod sayısı açısından ise artan TDZ'nin nod sayısını pozitif yönde artırdığı belirlenmiştir. En yüksek nod sayısı 10,31 ile yine 2,0 mg/L TDZ içeren ortamdan elde edilmiş ve diğer uygulamalardan elde edilen değerlerle arasındaki fark Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı TDZ konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

TDZ (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
0,0	1,81 <sup>d</sup> ± 0,50	31,90 <sup>a</sup> ± 1,75	9,88 <sup>bc</sup> ± 0,89
0,5	2,10 <sup>c</sup> ± 0,4	28,83 <sup>b</sup> ± 2,35	9,49 <sup>c</sup> ± 0,68
1,0	2,41 <sup>b</sup> ± 0,34	27,44 <sup>c</sup> ± 1,68	10,02 <sup>ab</sup> ± 0,74
2,0	3,01 <sup>a</sup> ± 0,46	26,92 <sup>c</sup> ± 1,94	10,31 <sup>a</sup> ± 0,83

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). TDZ: Thidiazuron

Sabit oksin varlığında değişken sitokinin uygulamalarının korelasyon analizleri sonucunda artan zeatin konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un kardeşlenme sayısı, sürgün boyu ve nod sayılarını pozitif yönde önemli derecede artırdığı belirlenmiştir ( $P \leq 0,05$ ). Artan 2iP konsantrasyonlarının kardeşlenme sayısını negatif yönde ( $r = - 0,405$ ) önemli derecede etkilediği saptanmıştır. Artan TDZ konsantrasyonlarının kardeşlenme sayısı ve nod sayısı açısından pozitif yönde önemli derecede güçlü bir etki gösterdiği belirlenmiştir ( $P \leq 0,01$ ). Sürgün boyu açısından ise negatif yönde önemli derecede güçlü bir

korelasyonel ilişki olduğu görülmüştür ( $r = - 0,366$ ). Artan sitokinin konsantrasyonlarının kendi aralarında denemeye tabi tutulan tüm parametreler açısından etkileri ve korelasyon analizleri sonucunda bulunan önemlilik seviyeleri Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı sitokinin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları

		ZEATİN			2iP			TDZ		
		KS	SB	NS	KS	SB	NS	KS	SB	NS
0,5 mg/L	ZEA	0,283*	0,462*	0,426*						
	2iP				-0,405*	0,196	-0,110			
	TDZ							0,672**	-0,366**	0,413**
	KS	1	0,185	0,136	1	-0,329	0,051	1	-0,047	0,050
	SB	0,185	1	0,389*	-0,329	1	0,369*	-0,047	1	-0,076
	NS	0,136	0,389*	1	0,051	0,369*	1	0,050	-0,076	1
	KS	1	0,215	0,207	1	0,016	-0,007	1	-0,183	0,085
	SB	0,215	1	0,433*	0,016	1	0,260	-0,183	1	0,098
	NS	0,207	0,433*	1	-0,007	0,260	1	0,085	0,098	1
1,0 mg/L	KS	1	0,191	0,017	1	0,095	0,046	1	-0,210	0,031
	SB	0,191	1	0,421*	0,095	1	0,083	-0,210	1	0,038
	NS	0,017	0,421*	1	0,046	0,083	1	0,031	0,038	1

\* =  $P \leq 0,05$  anlamlılık düzeyi, \*\* =  $P \leq 0,01$  anlamlılık düzeyi (Pearson korelasyon testi). ZEA: Zatin, 2iP: N6-[2-isopentenil]adenin, TDZ: Thidiazuron, KS: Kardeşlenme Sayısı, SB: Sürgün Boyu, NS: Nod Sayısı

### 3.2.2.2. Sabit Sitokinin Varlığında Uygun Oksin ve Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Sürgün çoğaltımı çalışmalarında en uygun sitokininin ve bu sitokinin konsantrasyonunun belirlenmesinin yanı sıra bu sitokinin ile en yüksek verimi sağlayan oksinin ve konsantrasyonunda belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü bazı sitokininler uygun oksin kombinasyonları ile daha verimli sonuçlar vermektedir.

#### 3.2.2.2.1. IBA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

Zeatin/IBA (1,0/0,2 mg/L) konsantrasyonu ile desteklenmiş ortam 3,71 ile en yüksek kardeşlenme sayısı değerini verirken, en düşük kardeşlenme sayısı 3,39 ile 1,0/0,4 mg/L zeatin/IBA konsantrasyonu ile desteklenmiş ortamdan elde edilmiş ve bu iki ortam arasında önemli bir fark oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ , Tablo 39). Bu iki ortamın aksine diğer 3 IBA konsantrasyonunda kardeşlenme sayısı açısından birbirlerine çok yakın değerler çıkmış ve aralarında herhangi bir fark oluşmamıştır. ( $P \leq 0,05$ , Tablo 39). Sürgün boyu değerlerine bakıldığında 1,0/0,2 mg/L zeatin/IBA konsantrasyonu ile desteklenmiş ortam



36,97 mm ile en yüksek boy uzunluğunu vermiştir. Diğer IBA konsantrasyonlarındaki boy uzunluğu değerleri arasında ise bir fark oluşmamıştır ( $P \leq 0,05$ , Tablo 39). Nod sayısı açısından yine en yüksek nod sayısı 11,13 ile zeatin/IBA (1,0/0,5 mg/L) konsantrasyonu ile desteklenmiş ortamdan sağlanmıştır. Ancak diğer 4 uygulamadan elde edilen nod sayısı değerleri ile aralarında önemli bir fark oluşmamıştır (Tablo 39).

Tablo 39. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

IBA (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
0,1	3,40 <sup>b</sup> ± 0,47	35,48 <sup>b</sup> ± 2,14	10,94 <sup>a</sup> ± 1,04
0,2	3,71 <sup>a</sup> ± 0,45	36,97 <sup>a</sup> ± 2,12	11,02 <sup>a</sup> ± 1,10
0,3	3,47 <sup>b</sup> ± 0,46	34,35 <sup>b</sup> ± 3,29	10,92 <sup>a</sup> ± 1,17
0,4	3,39 <sup>b</sup> ± 0,38	34,74 <sup>b</sup> ± 1,88	10,68 <sup>a</sup> ± 0,82
0,5	3,60 <sup>ab</sup> ± 0,40	34,87 <sup>b</sup> ± 2,49	11,13 <sup>a</sup> ± 0,85

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit

### 3.2.2.2.2. IAA Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

En yüksek kardeşlenme sayısı 3,01 ile 1,0/0,1 mg/L zeatin/IAA ile desteklenmiş ortamdan elde edilirken en düşük kardeşlenme sayısı 2,57 ile 1,0/0,5 mg/L zeatin/IAA ile desteklenmiş ortamdan sağlanmıştır. Bu iki uygulama arasında istatistiksel olarak önemli bir fark oluşmuş ve konsantrasyon artışına bağlı olarak kardeşlenme sayısının kademeli olarak düştüğü belirlenmiştir ( $P \leq 0,05$ , Tablo 40). Sürgün boyu ve nod sayısı açısından ise en yüksek değerler kardeşlenme sayısının aksine daha yüksek IAA ile kombine edilmiş ortamlardan elde edilmiştir. 1,0/0,4 mg/L zeatin/IAA'nın kullanıldığı ortam 27,31 mm ile sürgün boyu açısından en yüksek değeri verirken, 1,0/0,3 mg/L zeatin/IAA'nın kullanıldığı ortam 24,79 mm ile en düşük sürgün boyunu vermiş ve aralarında önemli bir fark oluşmuştur. Sürgün boyu açısından diğer IAA uygulamaları en yüksek sürgün boyunu veren ortamlarla istatistiksel açıdan herhangi bir fark oluşturmamıştır. Nod sayısı açısından yine 0,4 mg/L IAA'nın kullanıldığı ortam 9,59 ile en yüksek değeri vermiş ve istatistiksel farklar Tablo 40'da gösterilmiştir. Tüm bu değerler bu türün sürgün çoğaltımında IAA ile kombine edilmiş ortamların IBA ile kombine edilmiş ortamlara göre daha az etkili olduğunu göstermiştir.



Tablo 40. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

IAA (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
0,1	3,01 <sup>a</sup> ± 0,45	26,59 <sup>a</sup> ± 2,25	8,64 <sup>b</sup> ± 0,75
0,2	2,93 <sup>a</sup> ± 0,40	26,08 <sup>a</sup> ± 1,99	8,71 <sup>b</sup> ± 0,72
0,3	2,77 <sup>ab</sup> ± 0,53	24,79 <sup>b</sup> ± 2,30	8,69 <sup>b</sup> ± 0,70
0,4	2,82 <sup>ab</sup> ± 0,50	27,31 <sup>a</sup> ± 2,44	9,59 <sup>a</sup> ± 1,26
0,5	2,57 <sup>c</sup> ± 0,55	26,85 <sup>a</sup> ± 2,40	9,02 <sup>b</sup> ± 0,64

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IAA: İndol-3-Asetik Asit

Sabit sitokinin değişken oksin uygulamalarının korelasyon analizleri sonucunda artan IBA konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un sürgün boyunu negatif yönde önemli derecede etkilediği görülmüştür ( $r = - 0,191$ ). IAA uygulamalarında ise artan IAA konsantrasyonlarının kardeşlenme sayısını negatif yönde ( $r = - 0,279$ ), nod sayısını ise pozitif yönde ( $r = 0,256$ ) önemli derecede etkilediği belirlenmiştir ( $P \leq 0,01$ ). Değişken IBA ve IAA konsantrasyonları arasındaki ayrıntılı korelasyon analiz sonuçları Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı oksin konsantrasyonlarındaki korelasyon testi sonuçları

		IBA			IAA		
		KS	SB	NS	KS	SB	NS
0,1 mg/L	IBA	0,025	-0,191*	0,007			
	IAA				-0,279**	0,102	0,256**
	KS	1	0,467**	0,451*	1	0,119	0,160
	SB	0,467**	1	0,202	0,119	1	0,036
	NS	0,451*	0,202	1	0,160	0,036	1
0,2 mg/L	KS	1	0,151	0,069	1	-0,086	-0,226
	SB	0,151	1	0,653**	-0,086	1	0,563**
	NS	0,069	0,653**	1	-0,226	0,563**	1
0,3 mg/L	KS	1	0,001	0,061	1	0,205	-0,109
	SB	0,001	1	0,730**	0,205	1	-0,227
	NS	0,061	0,730**	1	-0,109	-0,227	1
0,4 mg/L	KS	1	0,312	-0,086	1	-0,013	-0,029
	SB	0,312	1	0,149	-0,013	1	-0,296
	NS	-0,086	0,149	1	-0,029	-0,296	1
0,5 mg/L	KS	1	0,262	0,254	1	-0,265	0,310
	SB	0,262	1	0,529**	-0,265	1	0,053
	NS	0,254	0,529**	1	0,310	0,053	1

\* =  $P \leq 0,05$  anlamlılık düzeyi, \*\* =  $P \leq 0,01$  anlamlılık düzeyi (Pearson korelasyon testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit, IAA: İndol-3-Asidik Asit KS: Kardeşlenme Sayısı, SB: Sürgün Boyu, NS: Nod Sayısı

### 3.2.2.3. Gibberellik Asit (GA<sub>3</sub>) Konsantrasyonlarının Sürgün Çoğaltımı Üzerine Etkisi

8. haftanın sonunda 0,2 mg/L GA<sub>3</sub> içeren ortam 3,73 ile en yüksek kardeşlenme sayısını verirken, en düşük değeri 3,41 ile 0,1 mg/L GA<sub>3</sub> içeren ortam vermiş ve aralarında önemli bir fark oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ ). Elde edilen bu değerler GA<sub>3</sub> uygulamasının kardeşlenme sayısında GA<sub>3</sub> uygulanmayan zeatin/IBA uygulamalarına göre önemli derecede bir değişiklik oluşturmadığını göstermiştir. Sürgün boyu açısından ise en yüksek değerler sırası ile 40,02 mm ve 37,69 mm ile 0,2 ve 0,5 mg/L GA<sub>3</sub> içeren ortamdaki elde edilmiştir ve aralarındaki istatistiksel fark Tablo 42’de gösterilmiştir ( $P \leq 0,05$ ). GA<sub>3</sub> uygulamasının bu türün sürgün boyu değerinde önemli artışlara sebep olduğu belirlenmiştir. Fakat elde edilen bitkilerin GA<sub>3</sub> uygulanmayan ortamlardan elde edilen bitkilerden daha zayıf olması nedeniyle bu türün mikroçoğaltım çalışmalarında GA<sub>3</sub> kullanılmasının uygun olmadığı görülmüştür.

Tablo 42. *Vaccinium uliginosum* eksplantlarının 8. hafta sonunda farklı GA<sub>3</sub> konsantrasyonlarındaki sürgün verim değerleri

GA <sub>3</sub> (mg/L)	KARDEŞLENME SAYISI (Adet)	SÜRGÜN BOYU (mm)	NOD SAYISI (Adet)
0,1	3,41 <sup>c</sup> ± 0,43	36,86 <sup>bc</sup> ± 2,01	11,44 <sup>ab</sup> ± 1,08
0,2	3,73 <sup>a</sup> ± 0,59	40,02 <sup>a</sup> ± 2,14	11,82 <sup>a</sup> ± 0,93
0,3	3,42 <sup>c</sup> ± 0,59	37,33 <sup>bc</sup> ± 2,25	10,92 <sup>b</sup> ± 0,87
0,4	3,60 <sup>ab</sup> ± 0,54	36,54 <sup>c</sup> ± 2,16	11,02 <sup>b</sup> ± 1,01
0,5	3,56 <sup>ab</sup> ± 0,41	37,69 <sup>b</sup> ± 1,73	11,47 <sup>ab</sup> ± 1,07

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). GA<sub>3</sub>: Gibberellik Asit

### 3.2.3. *Vaccinium uliginosum*'da Köklendirme Çalışmaları

Sürgün çoğaltım çalışmaları sonucu yeterli büyüklüğe ulaşan fidelerin köklendirilmeleri mikroçoğaltım çalışmalarının üçüncü basamağını oluşturmaktadır. Köklendirme işlemi sırasında en uygun oksinin ve bu oksinin konsantrasyonunun belirlenmesi fidelerin daha kısa sürede köklenmelerini bu sayede de dış ortama adaptasyon çalışmalarının daha hızlı olmasını sağlayacaktır.

### 3.2.3.1. *In Vitro* Çalışmalar

#### 3.2.3.1.1. IBA Konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

En yüksek ve en düşük kök sayısı sırası ile 1,0 mg/L IBA ve 0,25 mg/L IBA uygulamalarından elde edilirken, bu değerler sırası ile 1,75 ve 1,71 oldu ve aralarında herhangi bir istatistiksel fark oluşmamıştır ( $P \leq 0,05$ ). Kontrol grubunda herhangi bir kök oluşumu gözlemlenmezken 0,5 mg/L IBA uygulanan ortamda fide başına yalnızca 1,53 kök oluşumu belirlenmiştir. Kök uzunluğu parametresi açısından ise en yüksek değer 9,55 mm ile 1,0 mg/L IBA uygulamasından, en düşük değerde yine herhangi bir köklenme gözlemlenmeyen kontrol grubunda oluşmuştur (Tablo 43). Artan IBA konsantrasyonlarının bu türün kök uzunluğunda parametrik olarak düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Sekonder kök sayısı açısından ise en yüksek değer 2,47 ile 0,5 mg/L IBA uygulanan ortamdaki elde edilmiştir. Bu konsantrasyon ile uygulanan diğer konsantrasyonlar arasında sekonder kök sayıları açısından önemli bir fark oluşmuştur ( $P \leq 0,05$ , Tablo 43). Elde edilen bu değerler sonucunda yalnızca IBA uygulanan köklenme ortamlarında 1,0 mg/L konsantrasyonunun daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 43. *Vaccinium uliginosum* fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IBA (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)
0,0	-	-	-	-
0,25	11,11 <sup>a</sup> ± 1,92	1,71 <sup>a</sup> ± 0,07	6,09 <sup>c</sup> ± 0,20	1,86 <sup>c</sup> ± 0,12
0,5	13,33 <sup>a</sup> ± 1,93	1,53 <sup>b</sup> ± 0,17	9,31 <sup>b</sup> ± 0,27	2,47 <sup>a</sup> ± 0,19
1,0	12,22 <sup>a</sup> ± 1,92	1,75 <sup>a</sup> ± 0,10	9,55 <sup>a</sup> ± 0,32	2,17 <sup>b</sup> ± 0,11

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit

#### 3.2.3.1.2. IBA/AC Konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

AC uygulanan 1,0 mg/L IBA uygulaması 1,67 ile en yüksek köklenme sayısını vermiştir. AC uygulanmayan IBA uygulamalarında olduğu gibi kontrol ortamı yine hiçbir anlamlı değer vermemiştir. Sürgün oluşumunun aksine AC uygulanan 0,5 mg/L IBA içeren

ortam 12,27 mm ile AC uygulanmayan tüm IBA konsantrasyonlarından daha yüksek değer vermiş ve diğer konsantrasyonlarla aralarındaki istatistiksel fark Tablo 44’de gösterilmiştir. Sekonder kök sayısı ise kök uzunluğunun aksine 2,89 ile 1,0 mg/L IBA içeren ortamdan elde edilmiş ve bu değer AC uygulanmayan tüm IBA konsantrasyonlarından daha yüksek çıkmıştır. Tüm bu değerler AC uygulamasının *V. uliginosum* fidelerinin köklenmesini önemli derecede artırdığını göstermiştir (Şekil 25).

Tablo 44. *Vaccinium uliginosum* fidelerinin 8. hafta sonunda sabit AC ve değişken IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IBA/AC (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)
0,0/1,0	-	-	-	-
0,25/1,0	15,55 <sup>b</sup> ± 1,93	1,40 <sup>c</sup> ± 0,10	5,65 <sup>c</sup> ± 0,12	2,27 <sup>c</sup> ± 0,16
0,5/1,0	18,89 <sup>a</sup> ± 1,92	1,53 <sup>b</sup> ± 0,17	12,27 <sup>a</sup> ± 0,55	2,58 <sup>b</sup> ± 0,18
1,0/1,0	7,78 <sup>c</sup> ± 1,92	1,67 <sup>a</sup> ± 0,09	6,68 <sup>b</sup> ± 0,15	2,89 <sup>a</sup> ± 0,05

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. Küçük harfler aynı sütun içerisindeki farkı gösterir. Aynı harflerle gösterilen değerler önemli ölçüde farklı değildir ( $P \leq 0,05$ , Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit, AC: Aktif Karbon



Şekil 25. *V. uliginosum*'un değişken IBA sabit AC konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **A**) Köklendirme ortamındaki sürgünler, **B**) Sabit AC (1,0 g/L) ve farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök oluşumları, **B1**) 0,25 mg/L IBA, **B2**) 0,5 mg/L IBA, **B3**) 1,0 mg/L IBA uygulaması, Bar: 12 mm

### 3.2.3.1.3. IAA Konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

0,25 mg/L IAA uygulaması dışındaki hiçbir uygulamada herhangi bir anlamlı sonuç elde edilememiştir. Bu konsantrasyona ait tüm değerler Tablo 45'de gösterilmiştir. Elde edilen tüm bu sonuçlar IAA'nın bu türün köklendirilme çalışmaları için uygun olmadığını göstermiştir (Tablo 45).

Tablo 45. *Vaccinium uliginosum* fidelerinin 8. hafta sonunda farklı IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IAA (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)
0,0	-	-	-	-
0,25	12,22 ± 3,85	1,33 ± 0,15	8,32 ± 0,45	3,00 ± 0,32
0,5	-	-	-	-
1,0	-	-	-	-

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. IAA: İndol-3-Asidik Asit, AC: Aktif Karbon

### 3.2.3.1.4. IAA/AC Konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi

AC uygulanmayan IAA uygulamalarında olduğu gibi yine tek anlamlı sonuç 0,25 mg/L IAA + 1,0 g/L AC uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen bu değerlerin de IBA/AC uygulamalarından düşük olması, yine bu türün köklendirme çalışmalarında IAA/AC uygulamasının uygun olmadığını göstermiştir. Ancak her iki IAA uygulamasında da düşük konsantrasyonların anlamlı sonuçlar vermesi gelecekte yapılacak denemelerde daha düşük IAA konsantrasyonlarının kullanılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Tablo 46. *Vaccinium uliginosum* fidelerinin 8. hafta sonunda sabit AC ve değişken IAA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IAA/AC (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)
0,0/1,0	-	-	-	-
0,25/1,0	11,11 ± 1,92	1,58 ± 0,16	10,63 ± 0,28	3,5 ± 0,26
0,5/1,0	-	-	-	-
1,0/1,0	-	-	-	-

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. IAA: İndol-3-Asidik Asit, AC: Aktif Karbon

### **3.2.3.1.5. NAA Konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi**

NAA konsantrasyonlarının tamamında değerlendirilen parametreler açısından hiçbir anlamlı sonuç elde edilememiş ve bu oksin uygulamasının *V. uliginosum* fidelerinin köklendirilmesi için uygun olmadığı belirlenmiştir.

### **3.2.3.1.6. NAA/AC Konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi**

Bu uygulamada da AC uygulanmayan NAA uygulamalarında olduğu gibi tüm parametreler açısından herhangi bir anlamlı veri elde edilememiştir.

## **3.2.3.2. *Ex Vitro* Çalışmalar**

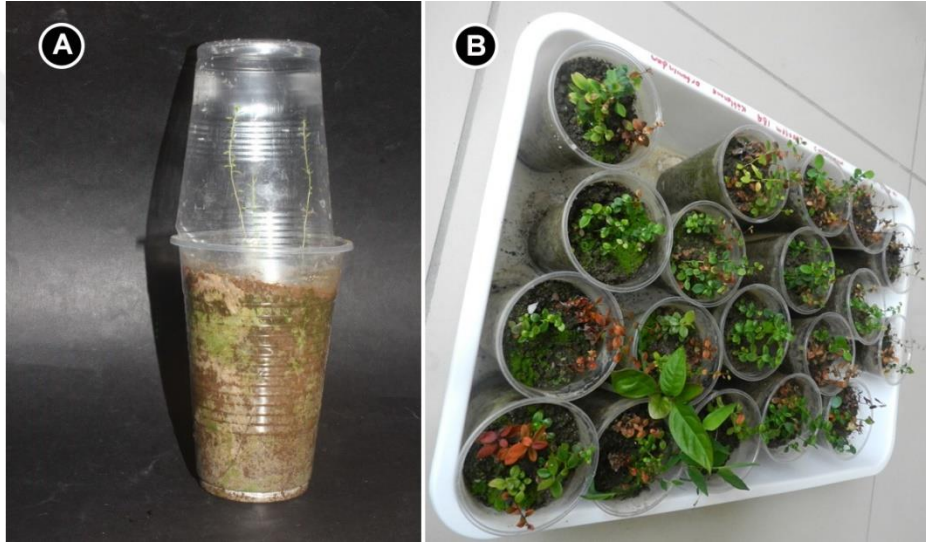
### **3.2.3.2.1. IBA Konsantrasyonlarının *V. uliginosum*'un Köklenmesi Üzerine Etkisi**

Kök sayısı bakımından 2000 ve 1000 mg/L IBA uygulamaları sırası ile 2,54 ve 1,79 ile en yüksek değerleri verirken, kontrol ve 500 mg/L IBA uygulamalarından herhangi bir anlamlı sonuç elde edilememiştir (Tablo 47,  $P \leq 0,05$ ). Kök uzunluğu bakımından yine 2000 mg/L IBA uygulaması 15,42 mm ile en yüksek değeri vermiştir (Şekil 26). Fakat anlamlı bir sonuç elde edilen 1000 mg/L IBA uygulamasıyla arasında istatistiksel anlamda bir fark oluşmamıştır. Sekonder kök sayısı açısından ise 4,21 ile yine 2000 mg/L IBA uygulaması en yüksek değeri vermiştir. Anlamlı değerler elde edilen iki konsantrasyon (1000 ve 2000 mg/L) arasındaki bağımsız t testi sonuçları yalnızca bu iki uygulamadan elde edilen kök sayısı ve sekonder kök sayısı açısından anlamlı farklılıklar göstermiştir (Tablo 47).

Tablo 47. *Vaccinium uliginosum* fidelerinin *ex vitro* koşullarda 8. hafta sonunda farklı IBA konsantrasyonlarındaki kök verim değerleri

IBA (mg/L)	KÖKLENME YÜZDESİ (%)	KÖK SAYISI (Adet)	KÖK UZUNLUĞU (mm)	SEKONDER KÖK SAYISI (Adet)
0,0	-	-	-	-
500	-	-	-	-
1000	12,22 ± 1,83	1,79 ± 0,08	15,41 ± 0,25	3,54 ± 0,05
2000	12,11 ± 1,92	2,54* ± 0,10	15,42 ± 0,13	4,21* ± 0,08

± üç tekerrürlü ortalamının standart sapmasıdır. – anlamlı veri yok. \* gruplar arasındaki önemli farkı gösterir ( $P \leq 0,05$ , t Testi). IBA: İndol-3-Bütirik Asit



Şekil 26. *V. uliginosum*'un *ex vitro* ortamda farklı IBA konsantrasyonlarındaki köklendirme çalışmaları, **A**) Toprak/perlit (2: 1) ortamına alınan ilk sürgünler, **B**) 8 hafta sonunda 2000 mg/L IBA uygulamasındaki sürgünler

#### 4. TARTIŞMA

Mikroçoğaltım ile odunsu bitkilerin üretimi son yıllarda ivme kazanmış olup; hızlı, etkili ve güvenilir bir yöntemdir. Bu sayede ekonomik önem arz eden çok sayıda ağaç veya çalı formundaki bitkilerin ticari üretimi gerçekleşmiştir ve her geçen gün yeni bitkiler literatürde yerini almaktadır. Ülkemizde doğal olarak yetişen ve ekonomik değer taşıma potansiyeli olan *V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'un bitki doku kültürünün özel uygulaması olan mikroçoğaltım ile üretilmesi, bu bağlamda bu bitkilerin hızlı ve etkili üretimleri için en iyi ortam/ortamların seçimi ve optimizasyonu bu çalışmanın asıl amacını teşkil etmektedir. Ülkemiz florasında doğal olarak yetişen bu türlerin mikroçoğaltımı ile ilgili sadece bir ön çalışma mevcuttur (Cüce ve Sökmen, 2015). Kaldı ki; gerek *V. myrtillus* ve gerekse *V. uliginosum* ile ilgili literatür verileri de son derece kısıtlıdır. Dolayısı ile bu çalışmadan elde edilen veriler diğer *Vaccinium* tür veya çeşitlerinden elde edilen ve literatürde verilen sonuçlar ile karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

Mikroçoğaltım ile üretimin ilk aşaması “*en uygun temel besi ortamının seçimi*” dir. Bu amaçla ilk aşamada, Murashige ve Skoog (MS) (otsu bitkiler için) ve her ikisi de odunsu bitkiler için tavsiye edilen McCown (WPM) ve Anderson'un *Rhododendron* (AN) temel besi ortamlarının etkisi denenmiştir. Bu ortamların hiç birinin bitki büyüme düzenleyicileri olmaksızın başarılı bir mikroçoğaltım gerçekleşmediğinden, her bir besi ortamı farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarda bitki büyüme düzenleyicileri (BBD) ile desteklenmiş ve sürgün oluşumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Her bir sürgünden çok sayıda (çoklu, multiple) sürgün üretimi ve bu sürgünlerin geliştirilmesi, son aşamada ise geliştirilen mikroçeliklerin (fidelerin) farklı IBA konsantrasyonları ve ortam şartlarına bağlı olarak *in vitro* ve *ex vitro* kök oluşturma potansiyelleri irdelenmiştir. Sürgün teşviki, çoğaltımı, hızlı ve etkin büyüme ve köklenme açısından en ideal temel besi ortamı, büyüme düzenleyicisi, sukroz ve agar miktarlarının yanı sıra sterilizasyon ajanlarının etkileri de belirlenmiş ve böylelikle iki *Vaccinium* türü için mikroçoğaltım ve optimizasyon süreci tamamlanmıştır.

Sitokinin olarak zeatin, TDZ ve 2iP'nin, oksin olarak IBA, IAA veya NAA ile desteklenmiş MS, AN ve WPM temel besin ortamlarının *Vaccinium* taksonlarının mikroçoğaltımında etkili sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Jaakola vd., 2001; Meiners vd., 2007; Cüce ve Sökmen, 2015). *V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'un *in vitro* çoğaltım



çalışmalarında da burada belirtilen temel besi ortamlarının ve bitki büyüme düzenleyicilerin etkisi daha önce yayınlanmış literatür verileri ile benzerlik gösterse de bazı farklılıklar da söz konusudur. Örneğin, 2,0 mg/L zeatin ve 1,0 mg/L IAA ile desteklenmiş WMP ortamının bazı *Vaccinium* türlerinde çok sayıda yüksek sürgün oluşturabileceği bildirilmiştir (Meiners, 2007). Bu çalışmada ise IBA (0,2 mg/L) daha düşük konsantrasyonlarda aynı oranlarda verim sağlamıştır. Böylelikle, IBA (0,2 mg/L) ile birlikte uygulanan zeatin konsantrasyonlarının bu türlerin *in vitro* çoğaltımında yeterli olacağı ve yüksek IAA kullanımına gerek olmayacağı sonucuna varılabilir.

Başlangıç kültür materyali olan eksplantların fizyolojik durumları (yumuşak veya sert odun çelikleri) uygulanacak olan yüzey sterilizasyon işlemleri ve süreleri üzerinde etkili olmaktadır. *Vaccinium* bitkilerinden alınan eksplantların yüzey sterilizasyonlarında farklı konsantrasyonlarda NaOCl uygulamalarının ön plana çıktığı görülmektedir (Debnath, 2007c; Debnath, 2009a; Liu vd., 2010). Yine de bazı araştırmacılar % 0,1 ve % 1,5 HgCl<sub>2</sub> (w/v)'ü bu bitkilerin yüzey sterilizasyonunda tercih etmişlerdir (Ostrolucká, vd., 2004; Sedlak ve Paprstein, 2009). Tohum gibi başlangıç materyallerinin yüzey sterilizasyonunda kullanılan hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), NaOCl ve HgCl<sub>2</sub>'ün canlılık ve fide oluşturma üzerine etkisi de başlangıç aşamasında çalışılmıştır. Sonuçta HgCl<sub>2</sub>'ün nekroz, leke ve kararmalara yol açtığı ve sürgün oluşturmada hem sayısal azalışa neden olduğu hem de görünüm olarak daha zayıf sürgün oluşturduğu gözlemlenmiştir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in ise *Vaccinium* eksplantları üzerinde etkili olmaması nedeniyle yüzey sterilizasyonu için % 3'lük NaOCl çözeltisi kullanılmıştır. Farklı sterilizasyon sürelerinde yüzey sterilizasyonuna tabi tutulan *V. myrtilus* eksplantlarının 20 dk % 3'lük NaOCl uygulamasının ardından kültüre alındığı ortamlarda en yüksek sürgün verim yüzdelerini verdiği belirlenmiştir. *V. uliginosum* eksplantlarında ise en yüksek sürgün verim yüzdeleri 15 dk NaOCl uygulamasından sonra kültüre alınan eksplantlardan elde edilmiştir. Sterilizasyon ajanı ve süreleri önceki çalışmalarla uyum gösterse de (Morrison vd., 2000; Debnath, 2007c; Debnath, 2009a; Han vd., 2013), *V. uliginosum* ile ilgili daha kısa süreli uygulamanın daha etkili ve verimli olduğu yeni bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

Bir sonraki aşama olan "sürgün teşviki" çalışmalarında farklı büyüme düzenleyicileri ile desteklenmiş üç temel besi ortamı (MS, AN ve WPM) ayrı ayrı denenmiştir. Sonuçta, 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA ile destekli WPM ortamının her iki türde de en yüksek sürgün verim yüzdelerini verdiği belirlenmiştir. Bu bağlamda, buradan elde edilen sonuçlar *Vaccinium macrocarpon* ile elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir (Sedlak ve

Papstein, 2009). Sürgün teşviki için önerilen sitokin ve temel besi ortamı ile ilgili diğer literatür bilgileri de buradan elde edilen sonuçları destekler niteliktedir (Reed ve Abdelnour-Esquivel, 1991; Gonzalez vd., 2000; Debnath, 2004; Papstein ve Sedlák, 2015).

Bitki doku kültürlerinde sukroz, glukoz, fruktoz, galaktoz, maltoz ve laktoz gibi farklı karbohidratlar karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılmıştır (Lemos ve Blake, 1996; Kunitake vd., 1997; Debnath, 2005a; Litwińczuk ve Wadas, 2008). *Vaccinium* türlerinin mikroçoğaltımında ise daha ziyade sukroz tercih edilmektedir (Gajdošová vd., 2006; Liu vd., 2010; Debnath, 2011b). Bu bağlamda, farklı karbohidratlardan ziyade, sukrozun farklı konsantrasyonlardaki etkisi önem taşımaktadır. Sonuçta her iki türde de % 2 (w/v) oranında sukroz içeren WPM temel besi ortamının sürgün oluşturma ve çoğaltılmasında oldukça etkili olduğu bulunmuştur. Buradaki bulgular, *V. corymbosum*'un üç farklı çeşidinde % 1,5 sukroz uygulamasının daha yüksek sürgün verimi sağladığına dair rapordan farklıdır (Cao vd., 2003). Farklı düzeylerde sukroz içeren besi ortamlarının etkisine dair bir araştırmada sırası ile % 0, % 1, % 2 ve % 3 miktarlarındaki glukoz, sorbitol veya sukroz *V. vitis-idaea* çeşitlerinin doku kültürleri üzerine denenmiştir. Yürütülen çalışmadan en iyi sonuç % 2 sukroz uygulamasından elde edilmiştir. Aynı çalışmada kullanılan karbohidrat türünün, miktarının ve çalışılan türün sürgün çoğaltımında önemli olduğu vurgulanmıştır (Debnath, 2005). Yine aynı araştırmacının *V. angustifolium* çeşitleri üzerine yaptığı başka bir benzer çalışmada sürgün çoğaltım çalışmalarında eksplant olarak kullanılan lateral meristemler üzerine % 2 sukroz uygulamasının daha etkili olduğu sonucu bu konsantrasyonun *Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında daha etkili olduğunu desteklemektedir (Debnath, 2004). Tüm bu sonuçların benzerlik veya farklılık göstermesinin çalışılan türlere, örnekleme zamanına ve yerine, eksplantların fizyolojik durumuna, eksplantın çeliğin hangi kısmından alındığına (sürgün ucu, orta nod, bazal nod) bağlı olduğu gözden kaçırılmaması gereken bir olgudur. Gerek *V. myrtillus* ve gerekse *V. uliginosum* ile ilgili bir benzer çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Diğer taraftan Tablo 14'de verilen kallus oluşum yüzdesi ile artan sukroz konsantrasyonları arasında doğrusal bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Kallus oluşturma yüzdesi bitki doku kültürleri ile çoğaltımda istenmeyen bir durumdur. Zira kallus oluşumu köklendirme denemelerinde düşük verime yol açabilmektedir.

*Vaccinium* türlerinin yetiştirilmesinde en önemli etmenlerden biri de uygun pH' nın belirlenmesidir. 4,5-5,5 aralığındaki pH, bu türlerin doku kültürü çalışmalarında pek birçok

araştırmacı denemiştir (Ostrolucká, vd., 2004; Debnath, 2008b; Chips vd., 2010; Zhao vd., 2011; Clapa vd., 2012). pH değerleri arasında *V. myrtillus* için pH' sını 4,5-5,0'e ayarlanmış besi ortamları tüm parametreler açısından en yüksek değerleri verirken, *V. uliginosum*'da en yüksek değerler daha düşük pH'larda elde edilmiştir. *V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'un *in vitro* ortamlarda en uygun pH'nın belirlenmesi üzerine literatürde kapsamlı bir çalışma mevcut değildir. Türkben arkadaşlarının (2008) Bursa Uludağ'daki *V. myrtillus* üzerine yaptığı bir araştırmada bu türün doğal ortamlarında toprak pH değerlerinin 4,9 ile 6,6 arasında değiştiğini ve artan pH'nın bu türün kimyasal ve fiziksel parametrelerinde düşümlere neden olduğunu belirlemişlerdir. *V. vitis-idaea* L. çeşidinin *in vitro* ortamda en uygun pH değerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada ise Koralle çeşidi 5,5 pH'da, Red Pearl çeşidi ise daha düşük pH'larda (4,0) yüksek sürgün verim verdiği belirlenmiştir (Ostrolucká vd., 2010). Elde edilen bu veriler en uygun pH değerinin *Vaccinium* türleri arasında farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır.

*Vaccinium* türlerinin sürgün çoğaltımı üzerine yapılan araştırmalarda genellikle, düşük konsantrasyonda herhangi bir oksin ve daha yüksek konsantrasyonda herhangi bir sitokinin içeren WPM temel besi ortamının kullanıldığı görülmektedir (Reed ve Abdelnour-Esquivel, 1991; Debnath, 2005b; Gajdošová vd., 2007; Debnath, 2008b; Fira vd., 2008). Yine de her iki sınıf büyüme düzenleyicilerinin de etkili olabileceğine dair raporlar da literatürde mevcuttur (Taiz ve Zeiger, 2002; Han vd., 2013; Meiners vd., 2007). Burada sunulan çalışmada da sürgün çoğaltımı için sabit oksin varlığında (0,1 mg/L IBA) en etkili sitokinin zeatindir. Bu büyüme düzenleyicisinin 2,0 mg/L konsantrasyonunun her iki tür için de tüm parametreler açısından çok etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca zeatin konsantrasyonu arttıkça, kardeşlenme sayısı ve sürgün boyu da önemli oranda artmıştır. Bu durum her iki tür için de geçerlidir. Ayrıca, zeatin varlığında sürgünlerde kararma, nekroz, ve canlılık kaybı gibi olumsuzlukların görülmemesi, bu bitkilerin mikroçoğaltımında kullanılabilmesi açısından olumlu bir gelişmedir. *Vaccinium* tür veya çeşitlerinin *in vitro*'da çoğaltımı (mikroçoğaltım) üzerine literatürde çok fazla çalışma yer almasına karşın ülkemizde yetişen *Vaccinium* türlerinin doku kültürleriyle üretimi üzerine çok fazla veri yer almamaktadır. Burada bahsi geçen çalışmaya benzer bir araştırma *V. arctostaphylos* üzerine gerçekleştirilmiş olup (Cüce vd., 2013), elde edilen veriler istatistiksel anlamda tez kapsamında çalışılan türlerden elde edilen verileri desteklemektedir. Ayrıca yine Türkiye florasında mevcut *V. myrtillus* üzerine yapılan ilk doku kültürü çalışması tez kapsamında Cüce ve Sökmen (2015) tarafından yapılmıştır.

Ülkemiz florasının doğal bitkisi olan bir diğer türün, *V. uliginosum*'un, doku kültürleri ile üretimi üzerine sunulmuş bir rapor henüz literatürde mevcut değildir.

Sürgün geliştirmesi üzerine benzer bir çalışmada *V. corymbosum* ve *V. vitis-idaea*'nın mikroçoğaltımı üzerine tasarlanmıştır. 0,5, 1,0 ve 2,0 mg/L zeatin konsantrasyonlarını içeren AN temel besi ortamının bu iki *Vaccinium* türünün sürgün oluşumu üzerine etkileri araştırılmıştır. Söz konusu bitkilerin tepe tomurcuğu veya bir ya da iki yaprak taslağı taşıyan yan tomurcukları materyal olarak kullanılmış ve yukarıda belirtilen zeatin konsantrasyonlarında sürgün oluşumu teşvik edilmiştir. Söz konusu çalışmada kardeşlenme (sürgün çoğaltımı) sayılarındaki artışın 2,0 mg/L zeatin/IBA konsantrasyonunda en yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada materyal olarak Berkeley, Duke ve Bluecrop çeşitleri kullanılmış ve en yüksek kardeşlenme sayısının 10,06 kat ile Duke çeşidinde olduğu sonucu elde edilmiştir (Ostrolucká vd., 2004). Bu çalışmadan elde edilen veriler, burada tartışılan iki *Vaccinium* türündanelde edilen verilere büyük ölçüde paralellik göstermektedir.

*V. angustifolium*'un üç farklı çeşidinin (QB1, QB2 ve PB1) değerlendirildiği bir çalışmada, her biri farklı konsantrasyonlarda (0,0, 0,5, 1,0 ve 2,0 mg/L) besi ortamlarına ilave edilen zeatin ve TDZ'nin, kardeşlenme sayısı, sürgün boyu, yapraklanma sayıları ve kallus oluşumuna etkisi araştırılmıştır. Üç *V. angustifolium* çeşidinde de eksplant başına yapraklanma sayısı açısından en yüksek değer 0,5 mg/L zeatin konsantrasyonundan elde edilmiştir. Kardeşlenme sayısı açısından ise en yüksek değer 23 kat ile QB1 çeşidinde 1,0 mg/L zeatin'in bulunduğu ortamdan elde edilmiştir (Debnath, 2009a). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla söz konusu makale de sunulan veriler bakımından bazı farklılıklar görülmüştür. Örneğin en yüksek kardeşlenme sayısı *V. myrtillus* için 5,93 kat ile 0,2 mg/L GA<sub>3</sub> desteklenmiş 1,0/0,1 mg/L zeatin/IBA içeren ortamdan, *V. uliginosum* için 3,73 kat ile yine aynı ortamdan elde edilmiştir. Yine farklılığı ortaya koyan başka bir çalışmada *V. vitis-idaea* (Red Pearl) çeşidi üzerine ayrı ayrı 0,5, 0,75 ve 2,9 mg/L zeatin ile desteklenmiş AN temel besi ortamı kullanılmış, sürgün çoğaltımında 0,75 mg/L zeatin uygulamasının daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir (Ostrolucká vd., 2002). *V. macrocarpon*'un doku kültürleri üzerine yapılan başka bir çalışmada 0,5, 1,0 ve 2,0 mg/L zeatin konsantrasyonlarının WPM, AN ve MS ortamlarında kullanıldığı, AN temel besi ortamındaki 1,0 mg/L zeatin uygulamasının sürgün çoğaltımında sürgün başına 2,7 sürgün sayısı ile en yüksek değeri verdiği rapor edilmiştir (Sedlák ve Paprštejn, 2011). Rowland ve arkadaşlarının (1992) *V. corymbosum* üzerine yaptıkları çalışmada ise değişen zeatin

ribozid veya zeatin konsantrasyonlarının (2, 4 ve 6 mg/L) etkisini sabit 2iP konsantrasyonu (3 mg/L) ile karşılaştırmışlar ve eksplant başına oluşan sürün sayısının 4 mg/L zeatin ribozid uygulamasında 2iP uygulamasından 6 kat daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Farklı 2iP konsantrasyonlarının da *Vaccinium* türlerinin doku kültürü uygulamalarında sıkça kullanıldığı görülmektedir (Billings vd., 1988; Callow vd., 1989; Debnath ve Mcrae, 2001; Pereira, 2006; DiZhou vd., 2009; Litwińczuk, 2013). Bu tez çalışmasında da uygulanan 2iP konsantrasyonları arasında farklılıklar olduğu açıkça görülmektedir. *V. myrtillus*'ta en yüksek kardeşlenme sayısı ve nod sayısı değerleri daha düşük 2iP konsantrasyonlarından elde edilirken, en yüksek sürgün boyu tüm denemelerde kontrol grubundan da düşük değerlerdedir. *V. uliginosum* fidelerinde de en yüksek kardeşlenme sayısı ve nod sayısı parametreleri yine düşük konsantrasyonlardaki 2iP uygulamalarından, en yüksek sürgün boyu ise daha yüksek 2iP uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulanan yüksek veya düşük 2iP konsantrasyonlarının türe veya tür çeşidine göre farklılıklar gösterdiği, yüksek 2iP uygulamalarının canlılık yüzdelerinde düşüslere veya altkültür sayısına bağlı olarak sürgün boyu ve yaprak sayısı parametrelerinde düşüslere neden olduğu da bildirilmektedir (Debnath ve Mcrae, 2001). Bu veri yürütülen çalışmadan elde edilen 2iP uygulamalarındaki verileri desteklemektedir.

DiZhou ve arkadaşları (2009) düşük 2iP konsantrasyonlarının (2,75 mg/L) *V. uliginosum*'un doku kültürleri ile üretimi üzerine etkili olacağı sonucuna varmışlardır. Yine bir diğer araştırma da (Serres vd., 1994) *V. vitis-idaea* çeşitleri üzerine gerçekleştirilmiştir. Son anılan araştırma sonuçlarına göre, düşük 2iP konsantrasyonlarının (2,0 mg/L) bu türün doku kültürleri ile üretiminde etkilidir. Bunun aksine Hosier ve arkadaşları (1985), *V. vitis-idaea* L. var. *minus*' da yüksek 2iP konsantrasyonlarının (20,0 mg/L) bu türün doku kültürleriyle üretiminde kullanılabileceğini önermişlerdir. *V. vitis-idaea* çeşitleri üzerine yapılan başka bir çalışmada farklı zeatin ve 2iP konsantrasyonları (0, 1, 2, 4, 8, 12 mg/L) modifiye edilmiş MS besi ortamında denemiş ve özellikle Regal çeşidinin sürgün çoğaltımında zeatinin 2iP'ye göre 2-3 kat daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Debnath ve Mcrae, 2001). Literatür verilerine bakıldığında *Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında her ne kadar zeatinin 2iP'den daha etkili olduğu bilgisine varılsa da tam tersi sonuçların alındığı çalışmalar da mevcuttur (Shibli ve Smith, 1996). Bahsi geçen çalışmada zeatin ve 2iP'nin farklı konsantrasyonları (0, 2, 4, ve 6 mg/L) *Vaccinium pahalae* için WPM temel besi ortamında, *V. myrtillus* için ise MS besi ortamında denenmiş ve sürgün çoğaltımı açısından zeatinin 2iP'den daha etkili olduğu

bulunmuştur. Ancak doku kültürlerinde istenmeyen bir durum olan hiperhidrisite (camlaşma) olayının zeatin uygulamalarından elde edilen sürgünler de daha fazla görülmesi ve bu sürgünlerin köklendirme çalışmalarında sorunlar oluşturması nedeniyle bu türlerin doku kültürü çalışmalarında 2iP'nin daha uygun olacağını belirtilmiştir (Shibli ve Smith, 1996).

2iP konsantrasyonlarının düşük konsantrasyonlardaki oksin ile desteklenerek kullanılması gerektiğine dair literatür verilerine de rastlanmaktadır. Marcotrigiano ve McGlew'in (1991), *V. macrocarpon* ile yaptıkları bir çalışmada farklı 2iP konsantrasyonlarını 0,2 mg/L IBA ile desteklenmiş AN ve MS besi ortamlarında denemişler ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Ayrıca yine yüksek 2iP konsantrasyonlarının *Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında negatif etkiler doğuracağı (fitotoksik etki) ve bunun için düşük oksin konsantrasyonlarıyla desteklenmesinin pozitif yönde etkiler doğuracağı da rapor edilmiştir (Scorza vd., 1984; Eccher ve Noe, 1989; Serres vd., 1994). Literatürde verilen tüm sonuçlar, burada sunulan 2iP ile yapılan araştırmanın sonuçları arasında benzerlik ve farklılıkları ortaya koymaktadır. TDZ uygulamalarında ise sabit IBA (0,1 mg/L) varlığında yapılan çalışmalardan ise şu sonuca varılabilir; bu büyüme düzenleyicisinin *Vaccinium* türlerinde sürgün çoğaltmasında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, çalışmada kullanılan ilgili oranlara göre farklı konsantrasyonların sürgün sayıları, sürgün boyu ve nod sayıları arasında önemli fark vardır. Her iki bitki için de kardeşlenme ve nod sayısı açısından yüksek TDZ konsantrasyonlarının (2,0 mg/L) olumlu sonuçlar vermekle beraber, sürgün boyu değeri büyüme düzenleyicisi içermeyen kontrol grubundan bile düşük değerdedir. Sürgün boyu değerleri ile artan TDZ konsantrasyonları arasında zıt ilişki söz konusu olup, her iki tür içinde negatif yönde güçlü bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

TDZ konsantrasyonlarının etkisine dair bir başka araştırma *V. macrocarpon*'nun mikroçoğaltımı üzerine yapılmıştır (Marcotrigiano vd., 1996). Bu araştırmacılar, 0,0, 0,02, 0,1, 0,2 ve 2,0 mg/L TDZ konsantrasyonlarını 0,2 mg/L NAA ile desteklenmiş veya NAA'sız AN temel besi ortamında denemiş ve sonuçta NAA'sız 2,0 mg/L TDZ konsantrasyonunun sürgün uzaması açısından verimli olduğu ve NAA'nın sürgün oluşumunu teşvik etmediği sonucuna varmışlardır. Buradaki bulgular burada sunulan tez'in sonuçlarıyla kıyaslandığında bazı farklılıklar göze çarpmaktadır. Bu makalede artan TDZ konsantrasyonları sürgün boy uzamasını artırırken, burada sunulan tez çalışmasında, aksine, artan TDZ konsantrasyonları her iki türde de sürgün boy uzamasını olumsuz

etkilemiştir. Burada da farklı türlerle çalışılmış olması, eksplantların alındığı türlerin yaşam koşullarının ve örnekleme zamanlarının farklı olması sonuçların farklı olmasının başlıca sebebi olarak öne sürülebilir.

*V. corymbosum* ve *V. vitis-idaea* da sürgün gelişimi için WPM besi ortamına 0,2, 1,0, 2,0 ve 4,0 mg/L TDZ veya 1,0, 2,0, 3,0 ve 4,0 mg/L zeatin ilave edilmiş ve zeatinin sürgün oluşmasını daha fazla teşvik ettiği, kallus oluşturma sıklığını ise azalttığı sonucuna varılmıştır (Meiners vd., 2007). Bu tez çalışmasında da benzer veriler bulunmaktadır. Yani, TDZ uygulamalarında sürgün oluşma sıklığı düşük, gelişim zayıf ve kallus oluşturma yüzdesi yüksektir.

Bütün bu veriler kardeşlenme sayısı, sürgün boyu ve nod sayıları açısından zeatinin 2iP ve TDZ'den daha etkili olduğunu göstermektedir. Keza, *Vaccinium* türlerinin doku kültürü ile üretimi çalışmalarında kullanılan sitokinler arasında zeatinin diğerlerinden daha etkili olduğu pek çok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Eccher ve Noe, 1989; Reed ve Abdelnour-Esquivel, 1991; Debnath ve Mcrae, 2001; Meiners, vd., 2007; Cüce vd., 2013). Elde edilen bu veriler daha önce literatürde *Vaccinium* türleri üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen verilerle desteklenmektedir.

Sabit sitokinin değişken oksin varlığında elde edilen verilerden hareketle; her iki türde de düşük IBA konsantrasyonlarının daha etkili olduğu söylenebilir. Değişken IAA uygulamalarında, her iki tür için kardeşlenme sayısı düşük IAA konsantrasyonunda (0,1 mg/L) etkili iken daha yüksek IAA konsantrasyonunda (0,4 mg/L) yüksek sürgün boyu ve nod sayısı değerleri elde edilmiştir. Korelasyon analizleri artan IBA konsantrasyonlarının her iki türün de sürgün boyu uzunluğunu negatif yönde etkilediği, artan IAA konsantrasyonlarının ise sadece *V. myrtillus*'un sürgün boyunu önemli derecede etkilediğini göstermektedir. *Vaccinium* türlerinin sabit sitokinin varlığında artan oksin konsantrasyonları üzerine literatürde çok fazla bilgi bulunmamakla birlikte Meiners arkadaşları (2007) tarafından *V. vitis-idaea* ve *V. corymbosum* çeşitleri üzerine bazı çalışmalar rapor edilmiştir. Herhangi bir oksin ile kombine edilmemiş zeatin/2iP, 1,0 mg/L IAA ile kombine edilmiş zeatin ve 0,5 ve 1,0 mg/L IAA ile desteklenmiş 2iP kombinasyonlarının WPM ortamında denendiği çalışmalarında en yüksek sürgün verim yüzdesinin 1,0 mg/L IAA ile kombine edilmiş zeatinli ortamın sağladığı belirtilmektedir. Tez kapsamında uygulanan IBA konsantrasyonları göz önüne alındığında IAA'nın yüksek konsantrasyonlarda daha yüksek değerler vermesi beklenen bir durumdur.

Sürgün çoğaltımı çalışmalarında nod sayısı parametresi de boy uzunluğu ve kardeşlenme sayısı parametreleri kadar önemli bir yere sahiptir. Çünkü elde edilen her bir noddan yeni bir bitki eldesi bir sonraki altkültür çalışmasında bitki sayısını önemli derecede artıracaktır. GA<sub>3</sub> uygulamalarının *Vaccinium* türlerinin doku kültürleri ile üretim çalışmalarında değerlendirilen tüm parametrelerde olumlu yönde önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir. *V. myrtillus* için GA<sub>3</sub> uygulamalarından elde edilen veriler, uygulanmayanlara göre kardeşlenme sayısı, sürgün boyu ve nod sayıları açısından sırası ile 0,95 kat, % 13,07 ve % 33,71, *V. uliginosum* için ise kardeşlenme sayısı açısından 0,02 kat, sürgün boyu açısından ise % 10,68 daha yüksek değerler vermiştir. GA<sub>3</sub> uygulamalarından elde edilen bu sonuçlara rağmen sürgünlerin gövde çaplarının daha küçük ve cılız olması, internod boylarının daha uzun ve yaprak genişliklerinin daha dar olduğu görülmüştür. Marcotrigiano ve McGlew'in (1991) *V. macrocarpon* üzerine yaptıkları 1,0 mg/L GA<sub>3</sub> uygulamalarının bu türün sürgün çoğaltımını baskıladığı ve elde edilen sürgünlerin kalitesini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Ancak bu durumun aksine *Rubus chamaemorus*'un bioreaktör sistemlerinde üretimi üzerine yapılan bir başka araştırmada 2,0 mg/L GA<sub>3</sub> ve 2,0 mg/L 6-benzylaminopurin (BAP) uygulamasının sürgün çoğaltımında etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Debnath, 2007c).

*V. myrtillus* ve *V. uliginosum*'dan elde edilen sürgünlerin *in vitro*' da köklendirme çalışma sonuçları değerlendirildi ve IBA'nın diğer oksinlere göre daha kullanışlı olduğu sonucuna varılmıştır. Oksin konsantrasyonu ne olursa olsun ortama, 1,0 mg/L aktif karbon (AC) ilavesiyle kök oluşturma yüzdesi, AC'siz ortamlara göre artış sağlamıştır. 8 hafta sonunda elde edilen veriler köklenme parametreleri açısından karşılaştırılmış ve bu değerlerin her iki tür için farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. En yüksek köklenme yüzdeleri elde edilen 0,5/1,0 mg/L IBA/AC uygulamasında, *V. myrtillus*'un *V. uliginosum*'dan % 11,1 daha fazla köklenme yüzdesi gösterdiği belirlenmiştir. *Vaccinium corymbosum* çeşitlerinin köklendirilmesi üzerine yapılan bir araştırmada 0,8 mg/L IBA ile desteklenmiş WPM temel besi ortamının çeşitlerin köklendirme yüzdelerinde farklılıklar oluşturduğu rapor edilmiştir (Sedlák ve Paprštein, 2009). Aynı araştırmacılar kullanılan tür veya tür çeşidine bağlı olarak köklenme yüzdelerinde farklılıklar olabileceğini bildirmişlerdir. Bahsi geçen araştırmada en yüksek köklenme % 70 ile Berkeley çeşidinden elde edilirken, Saprtan çeşidinde bu oran % 9'da kalmıştır (Sedlák ve Paprštein, 2009). Elde edilen bu verilerin bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz verilerle örtüştüğü göze çarpmaktadır. Yine *Vaccinium* türleri dışındaki türlerin köklendirme çalışmalarında da



denenen oksin çeşitleri arasından IBA'nın daha etkili olduğu bulunmuştur (Vijaya Chitra ve Padmaja, 2005). Araştırmacılar yaptıkları çalışmada *Morus indica* L., ve *Morus alba* L., çeşitleri üzerine IBA, IAA, NAA ve 2,4-D'nin 0,1 ve 1,0 mg/L konsantrasyonlarını denemişler ve % 86 köklenme yüzdesi ile IBA'nın düşük konsantrasyonlarının daha etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Gajdošová ve arkadaşlarının (2007) *V. vitis-idaea* L., Ostrolucká ve arkadaşlarının (2007) *V. corymbosum*'un köklenmeleri üzerine 0,8 mg/L + IBA 0,8 g/L AC kombinasyonlarını denedikleri çalışmalarda bu türlerin köklenmeleri üzerine % 80'lere varan başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. *V. corymbosum* çeşitleri ile yapılan bir başka çalışmada IBA (0,8 mg/mL) ve AC'nin (4 g/L) birlikte köklenme yüzdesini artırdığı, Bluecrop çeşidinde köklenme oranının % 39,1, Goldtraube çeşidinde ise % 81,8 olduğu bildirilmiştir (Ruzic vd., 2012).

*V. corymbosum* (Ozarkblue) ve *V. vitis-idaea* (Red Pearl) da IBA ve NAA farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarda (Red Pearl çeşidi için 0, 0,5, 1 ve 2 mg/L, Ozarkblue çeşidi için 0, 0,5, 1, 2, 3 ve 4 mg/L) mikroçeliklere uygulanmış ve NAA'nın kök oluşturmada uygun olmadığı, IBA'nın ise köklendirme işlemlerinde daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Meiners vd., 2007). Araştırmacılar NAA uygulanan köklendirme ortamlarındaki fidelerin daha fazla kallus oluşturdıklarını ve köklenmelerin fidenin bazal kısmından değil, özellikle yaprakların besi ortamına değen kısımlarından ve kallus kısımlarından çıktığını bildirmişlerdir. Tez kapsamında elde edilen verilerde de NAA'nın özellikle *V. myrtillus*'da benzer etkileri gösterdiği ve her iki türün köklendirme çalışmaları için uygun olmayacağı belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar yaptıkları denemelerinde Ozarkblue çeşidinde % 93'lere varan köklenme yüzdesi elde ederken, Red Pearl çeşidinde bu oran % 76'larda kalmıştır. Köklendirme çalışmalarının aynı türün çeşitleri arasında bile farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan eksplantın doğal ortamda yetiştirme şartları, eksplantın alınma zamanı ve eksplantın sürgünün hangi kısmında alındığı ve ayrıca sürgünlerin kültür ortamında kalma zamanları gibi parametreler *Vaccinium* türlerinin *in vitro*'da köklenmeleri üzerinde etkili olabilir. Tez çalışmasında da en yüksek köklenme oranı *V. myrtillus*'da % 30 verim ile 0,5 mg/L IBA + 1,0 g/L AC uygulamasından elde edilmesi bu parametrelerin oluşturduğu farklılığın sebebi olarak gösterilebilir. Shibli ve Smith (1996) IBA ve NAA'nın farklı konsantrasyonlarını *V. pahalae* (Ohelo) ve *V. myrtillus*'un köklenmeleri üzerine uygulamışlar ancak herhangi bir anlamlı sonuç elde edememişlerdir. Herhangi bir oksin'in kullanılmadığı durumda *V. myrtillus* için % 40 köklenme oranı elde edilmesi bu türün köklenme yüzdesinin düşük

olduğunun göstergesi olarak sunulmuştur. *In vitro* köklenme çalışmalarına benzer bir çalışma *V. macrocarpon* ile yapılmış, ayrı ayrı 1,0 mg/L IBA, IAA ve NAA ile desteklenmiş WPM temel besi ortamı olarak kullanılmıştır (Sedlák ve Paprštejn, 2011). NAA, % 100 köklenme oranı ile bu tür için en uygun oksin olarak belirlenmiştir. Tez verileri literatürden farklı köklenme sonuçları sunmuş olup bunun temel sebebi eksplantaların alındığı bitkilerin doğal yaşamlarındaki farklılıklar, eksplant alım zamanı, tür ve kültür ortamındaki fidelerin fizyolojik farklılıklarla desteklenebilir. Daha düşük oksin konsantrasyonlarının etkili sonuçlar vermesi ve yine köklendirme çalışmaları için IBA'nın NAA'dan daha verimli olması literatür verileriyle desteklenmektedir (Meiners vd., 2007; Han vd., 2013). Bu makalelerde NAA'nın, köklendirilmeye çalışılan fidelerin dip kısımlarında kalluslar oluşturduğu ve elde edilen köklenmelerin kalluslardan veya besi ortamına temas eden yaprakçıklardan çıktığı bu şekilde oluşan köklenmelerin de daha sonra yapılacak olan aklimatizasyon işlemleri için uygun olmayacağı rapor edilmektedir. En yüksek köklenme yüzdesinin % 93,1 ile düşük IBA (1,0 mg/L) konsantrasyonlarındaki uygulamalarından elde edilmesi, ayrıca NAA denemelerinin uygun olmayan köklenme sonuçları ve düşük köklenme yüzdeleri vermesi (% 83,3) bu gerekçelere dayandırılabilir.

Sürgün ortamlarından elde edilen fidelerin fizyolojik durumları, şaşırtma işleminde kullanılacak ortam koşulları, oksin çeşidi ve konsantrasyonu fidelerin dış ortama alıştırtma sürecinde başarıyı etkilemektedir. Kültür ortamlarından elde edilen *Vaccinium* türlerine ait fidelerin *ex vitro* ortamlarda köklendirilmesi ve aklimatizasyonu üzerine literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur (Rowland ve Ogden, 1992; Isutsa vd., 1994; Jaakola vd., 2001; Debnath vd., 2012). Türler arasındaki fizyolojik farklılıklara bağlı olarak *ex vitro* ortamda köklendirmeye tabi tutulan fidelerin köklenme yüzdeleri arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu çalışmada ise *V. myrtillus*'un tüm parametreler açısından *V. uliginosum*'dan daha yüksek sonuçlar verdiği belirlendi. Sürgün ortamlarından elde edilen *V. uliginosum* fidelerinin yaprak boyutu ve sürgün çapı gibi fizyolojik özelliklerinin daha zayıf olması *ex vitro* ortamda köklenme yüzdelerini de düşürmektedir. Benzer bir çalışma Meiners ve arkadaşları tarafından (2007) *V. corymbosum* ve *V. vitis-idaea* çeşitleri üzerine yapılmış, kültür ortamlarından elde edilen fidelerle doğal ortamlardan elde edilen sürgünlerin köklenme yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Kültür ortamlarından elde edilen fidelerin doğal ortamlardan elde edilen sürgünlerden Ozarkblue çeşidi için % 64,3, Red Pearl çeşidi için ise % 68,3 daha yüksek olduğu belirtilmektedir. *Ex vitro* ortamlardaki köklenme oranları çalışılan türe göre de farklılıklar göstermektedir. Meiners ve

arkadaşlarının (2007) sonuçları *ex vitro* çalışmalardan elde edilen verileri desteklemektedir.

*Vaccinium* türlerinin *ex vitro* ortamlarda köklendirilmesine dair araştırmalarda herhangi bir oksin uygulamasının gerekli olmadığı belirtilse de (Gonzalez vd., 2000) düşük oksin ön muamelesinin köklenme yüzdesini artırdığına dair aksi bir görüş de bildirilmiştir (Debnath, 2004). Literatür incelendiğinde *Vaccinium* türlerinin *ex vitro* ortamlarda köklendirilmesi için farklı konsantrasyonlarda IBA'nın kullanıldığı görülmektedir (Debnath ve Mcrae, 2001; Debnath, 2003; Pereira, 2006; Nestby vd., 2011). *Vaccinium* türleri ve farklı türler üzerine özellikle yumuşak odun çeliklerinden alınan sürgünlerin *ex vitro* ortamda köklendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar da ise daha çok yüksek konsantrasyonlarda IBA (1000-6000 mg/L) kullanılmaktadır (Ercişli vd., 2003; Majeed vd., 2009). Bu tez çalışmasından elde edilen ve *ex vitro* köklendirme verileri de literatür bilgileri ile uyumludur.

## 5. SONUÇLAR

1. Sürgün oluşturma çalışmaları sırasında kullanılan üç farklı temel besi ortamı arasından zeatin/IBA kombinasyonunu içeren WPM temel besi ortamının her iki tür için en yüksek sürgün oluşturma oranlarını ve boy uzunluklarını verdiği belirlenmiştir.

2. En uygun sterilizasyon süresinin belirlenmesinde denenen sterilizasyon süreleri arasından *V. myrtillus* için 20 dk uygulamasının, *V. uliginosum* için ise 15 dk uygulamasının en uygun yüzey sterilizasyon süreleri olduğu belirlenmiştir.

3. En uygun sukroz miktarının belirlenmesi için yapılan çalışmalar sonucunda, her iki tür içinde % 2 (w/v) sukroz uygulamasının tüm parametreler açısından en yüksek değerleri verdiği bulunmuştur.

4. En uygun pH'nın belirlenmesinde karşılaştırma yapılan değerler arasından *V. myrtillus* için 4,5-5,0 pH aralığının, *V. uliginosum* için ise 4,0-4,5 pH aralığının bu iki türün sürgün çoğaltımında en uygun pH aralıkları olduğu belirlenmiştir.

5. Sürgün geliştirme çalışmaları sırasında sabit oksin varlığında uygulanan zeatin konsantrasyonları arasından 2,0 mg/L uygulamasının her iki tür içinde tüm parametrelerde en yüksek sonuçları vermiştir. Yine zeatin uygulamalarının sabit oksin varlığında uygulanan 2iP ve TDZ uygulamalarından da tüm parametreler açısından daha yüksek değerler verdiği sonucu elde edilmiştir.

6. 2iP konsantrasyonlarının sabit oksin varlığında uygulamalarından ise daha düşük konsantrasyonların her iki tür için de daha yüksek sonuçlar verdiği belirlenmiştir. 2iP uygulamaları zeatin uygulamalarından elde edilen sonuçlardan düşük değerler vermiştir. Bu yüzden bu BBD'nin *Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında uygun olmadığı sonucu elde edilmiştir.

7. Sabit oksin varlığında uygulanan TDZ konsantrasyonları arasında *V. myrtillus* için düşük TDZ konsantrasyonlarının daha yüksek değerler verdiği sonucu elde edilmiştir. *V. myrtillus* için artan TDZ konsantrasyonlarının tüm parametre değerlerinde düşüslere neden olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. *V. uliginosum* için ise kardeşlenme ve nod sayısı açısından daha yüksek TDZ konsantrasyonlarının sürgün boyu açısından ise daha düşük TDZ konsantrasyonlarının daha yüksek değerler verdiği sonucu elde edilmiştir. Yine her iki tür

için TDZ uygulamalarından elde edilen sonuçların zeatin uygulamalarından elde edilen sonuçlardan daha düşük olması nedeni ile TDZ'nin *Vaccinium* türlerinin doku kültürü çalışmalarında uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

8. Sabit oksin varlığın da değişken sitokinin denemelerinden elde edilen en yüksek kardeşlenme sayısı, sürgün boyu ve nod sayıları verileri analiz edildiğinde önemli farklar olduğu belirlenmiştir. *V. myrtillus* için zeatin/IBA uygulamasının 2iP/IBA uygulamasından sırası ile 2,92 kat, % 20,02 ve % 1,06, TDZ/IBA uygulamasından ise sırası ile 1,83 kat, % 20,65 ve % 14,95 daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Aynı değerler *V. uliginosum* için hesaplandığında zeatin/IBA uygulamasının 2iP/IBA uygulamasından sırası ile 0,85 kat, % 9,26 ve % 9,61, TDZ/IBA uygulamasından sırası ile 0,70 kat, % 19,36 ve % 13,88 daha verimli olduğu belirlenmiştir.

9. Sürgün geliştirme çalışmaları için sabit zeatin değişken IBA konsantrasyonları uygulamaları sonucunda 1,0/0,2 mg/L zeatin/IBA uygulamasının her iki türün sürgün gelişmesinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

10. Sabit zeatin değişken IAA konsantrasyonları uygulamaları sonucunda ise her iki tür için kardeşlenme sayısı açısından 1,0/0,1 mg/L zeatin/IAA uygulamasının diğer parametreler açısından ise 1,0/0,4 mg/L zeatin/IAA uygulamasının en yüksek sonuçları verdiği belirlenmiştir. Tüm bu sonuçlar *Vaccinium* türlerinin sürgün geliştirme çalışmaları için IBA'nın IAA'dan daha etkili olduğunu göstermiştir.

11. Sürgün gelişmesini hızlandırmak için sabit zeatin/IBA kombinasyonuna uygulanan değişken GA<sub>3</sub> konsantrasyonları arasından 0,2 mg/L GA<sub>3</sub>'ün her iki tür içinde en uygun konsantrasyon olduğu belirlenmiş ve GA<sub>3</sub> uygulanmayan zeatin/IBA kombinasyonlarına oranla tüm parametrelerde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Ancak GA<sub>3</sub> uygulanan ortamlardan elde edilen sürgünlerin, uygulanmayan ortamlardan elde edilenlere göre daha zayıf ve sağlıklı olması GA<sub>3</sub> uygulamalarının *Vaccinium* türlerinin doku kültürleri için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

12. *In vitro* ortamda köklendirme çalışmaları sırasında uygulanan IBA konsantrasyonları arasından 0,5 mg/L konsantrasyonunun *V. myrtillus* için en ideal olduğu belirlenirken, *V. uliginosum* için ise 2,0 mg/L IBA uygulamasının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

13. Köklenme oranlarını ve değerlerini artırmak için uygulanan IBA/AC denemelerinde ise her iki tür içinde 0,5/1,0 mg/L IBA/AC uygulamasının daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

14. Yine köklenme denemelerinde uygulanan IAA konsantrasyonları arasından en etkili sonuçlar her iki tür içinde düşük IAA konsantrasyonlarında belirlenmiştir. Ancak elde edilen değerlerin IBA uygulamalarından elde edilen değerlerden düşük olması nedeni ile IAA'nın *Vaccinium* türlerinin köklendirme çalışmaları için uygun olmadığı tespit edilmiştir.

15. IAA/AC uygulamalarında ise *V. myrtillus* için 1,0/1,0 mg/L IAA/AC uygulamasının köklenmede daha etkili olduğu sonucu elde edildi. *V. uliginosum* için ise 0,25/1,0 mg/L IAA/AC uygulamasının daha etkili olduğu belirlendi. AC uygulanan IAA ortamların uygulanmayan ortamlardan daha yüksek değerler verdiği sonucu elde edilse de bu değerlerin IBA/AC uygulamalarından elde edilen değerlerden daha düşük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

16. *In vitro* ortamda uygulanan köklendirme çalışmalarında uygulanan NAA konsantrasyonlarının her iki tür içinde uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

17. NAA/AC uygulamalarında ise yalnızca *V. myrtillus* için 0,5/1,0 mg/L NAA/AC kombinasyonu anlamlı bir sonuç verirken, elde edilen bu değerlerinde IBA uygulamalarından elde edilen değerlerden çok düşük olması nedeni ile NAA/AC uygulamalarının da bu türlerinin köklendirilmesinde uygun olmadığı sonucu elde edilmiştir.

18. *Ex vitro* köklendirme çalışmaları sonucunda ise yüksek IBA konsantrasyonlarının (2000 mg/L) her iki tür içinde tüm parametreler açısından daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir.

## 6. ÖNERİLER

Ülkemizde doğal olarak yetişen ve ekonomik değer taşıyan *Vaccinium* türlerinin üretimleri konusunda henüz tam olarak istenilen seviyeye gelinememiştir. Ticari amaçlı kurulan *Vaccinium* bahçelerinde kullanılan türlerin yurt dışı kaynaklı olması bunun en büyük göstergesidir.

Yapılan çalışmadan elde edilen veriler bundan sonra ülkemizde doğal olarak yetişen *Vaccinium* türleri için yapılacak çalışmalar için temel oluşturacaktır. Bu türlerin doku kültürlerinde üretim potansiyellerinin ortaya konulmasının ardından gelecekte yapılacak çalışmalar ile daha üstün hatların oluşturulması sağlanabilir. Yine bu türler üzerine gelecekte yapılacak olan doku kültürleri çalışmalarında aynı büyüme düzenleyicilerinin farklı konsantrasyon ve kombinasyonları ve diğer büyüme düzenleyicilerinin etkileri de araştırılabilir. Doku kültürleriyle elde edilen fidelerin doğal ortamlarda yetişen fidelerle meyve ve yaprak içeriklerinin biyolojik aktif bileşenler açısından karşılaştırmalı analizleri çıkarılabilir ve içeriklerindeki etken maddelerin artırımına yönelik çalışmalar (stres uygulamaları) yapılabilir. Yurt dışından çok yüksek fiyatlarla gelen *Vaccinium* fidanları yerine, yörede doğal olarak yetişen *Vaccinium* fidanları üretilerek çiftçiye sunulabilir, böylelikle ticari amaçlı üretim bahçeleri çok daha hızlı ve ucuza kurulabilir.

## 7. KAYNAKLAR

- Abolins, M., Liepniece, M. ve Gurtaja, L., 2003. Propagation of Highbush Blueberries by Softwood Cuttings in Latvia, CAB Abstr., 20033195729.
- Ağaoğlu, Y., S., 1986. Üzümsü Meyveler, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay.: 984, Ders Kitabı, 290. Ankara.
- Ahuja, M., R., 1986. Application of Biotechnology to Forest Tree Species and Problems Involved, *Holzwirtschaft*, 154, 187-199.
- Ahuja, M., R., 1986b. Aspen, Techniques and Applications, New York, 4.
- Akbulut, S., Özkan, Z., C. ve Cetin, Y., 2011. An Investigation on Flora and Medicinal Plants of Hamsiköy Region. 2nd Int. Non-Wood Forest Products Symp. 8-10 Sept., 2011, Isparta Turkey, Proceeding Book: 295-304.
- Anderson, W., C., 1984. A Revised Tissue Culture Medium For Shoot Multiplication of *Rhododendron*, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 109, 343-347.
- Auge, R., Beauchesne, G., Boccon-Gibon, J., Decourtye, L., Digat, B., Jalouzot, R., Minier, R., Morand, J.Cl., Reynoird, J.P., Strullu, D.G., ve Vidalie, H., 1995. *In vitro* Culture and Its Applications in Horticulture, Science Publisher, Lebanon USA, 231.
- Austin, M., E., 1994. Rabbiteye Blueberries, Development, Production and Marketing, AGSCIENCE Inc., Florida, USA.160.
- Ayaz, F., A., Ayaz, S., Gruz, J., Novak, O. ve Strnad, M., 2005. Separation, Characterization and Quantitation of Phenolic Acids in a little-known Blueberry (*Vaccinium arctostaphylos* L.) Fruit by HPLC-MS, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 8116-8122.
- Ayaz, F.A., Kadioğlu, A., Acar, C. ve Turna, I., 2001. Effect of Fruit Maturation on Sugar and Organic Acid Composition in Two Blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* and *V. myrtillus*) Native to Turkey, *New Zealand J. of Crop and Hort. Sci.*, 29, 137-141.
- Baykal, H., Yaldız, G., ve Yüksek, T., 2011. The Medicinal and Aromatic Plants Distribution of Rize Flora. 2nd Int. Non-Wood Forest Products Symp, Sept., Isparta Turkey, Proceeding Book: 283-294.
- Baytop, A., 1978. Solanum L. In: Davis PH (eds.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 6, 437-443. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.



- Baytop, T., 1997. "Türkçe Bitki Adları Sözlüğü" (A Dictionary of Vernacular Names of Wild Plants of Turkey), Publication of Turkish Language Society, 512, Ankara-Turkey.
- Bhojwani, S., S. ve Razdan, M., K., 1983. Plant Tissue Culture Theory and Practice, Elsevier Science Publishers B.V., Netherlands.
- Billings, S.G., Chin, C.K. ve Jelenkovic, G. 1988. Regeneration of Blueberry Plantlets from Leaf Segments, *HortScience*, 23, 763-766.
- Callow, P., Haghighi, K., Giroux, M. ve Hancock, J., 1989. *In vitro* Shoot Regeneration on Leaf Tissue from Micropropagated Highbush Blueberry. *HortScience*, 24, 373-375.
- Cao, X., Fordham, I., Douglass, L., ve Hammerschlag, F., 2003. Sucrose Level Influences Micropropagation and Gene Delivery into Leaves from *in vitro* Propagated Highbush Blueberry Shoots, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 75, 255-259.
- Chalupa, V., 1987. European Hardwoods, Cell and Tissue Culture in Forestry, 3, The Netherlands.
- Vijaya Chitra, D., S. ve Padmaja, G., 2005. Shoot Regeneration via Direct Organogenesis from *In vitro* Derived Leaves of Mulberry Using Thidiazuron and 6-Benzylaminopurine, *Scientia Horticulturae*, 106, 593-602.
- Chips, H., Lawton, G. ve Gutmann, R., 2010. The Lowdown on, October, 1-6.
- Chu, W., Cheung, S., C., M., Lau, R., A., W. ve Benzie, I., F., F., 2011. Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects, 2nd edition. Chapter 4. Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.), 55-72.
- Clapa, D., Fira, A. ve Vescan, L., A., 2012. Aspects Regarding the *In Vitro* Culture and *Ex Vitro* Rooting in *Vaccinium macrocarpon* Cultivar 'Pilgrim', *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 69, 226-234.
- Cline, B. ve Fernandez, G., 1998. Suggestions for Establishing a Blueberry Planting in Western North Carolina. NCSU, College of Agriculture & Life Sciences. Coop. Ext. Serv., Hort. Inf. Leaflet 201.
- Cristoni, A., ve Magistretti, M.J. 1987. Antiulcer and healing activities of *Vaccinium myrtillus* anthocyanosides, *Farmaco [Pratica]*, 42, 29-43.
- Cüce, M., Bektaş, E. ve Sökmen, A., 2013. Micropropagation of *Vaccinium arctostaphylos* L. via lateral-bud culture, *Turk. J. Agric. For.* 37, 40-44.
- Cüce, M. ve Sökmen A., 2015. Micropropagation of *Vaccinium myrtillus* L. (Bilberry) naturally growing in the Turkish Flora, *Turk. J. Biol.*, 39, 233-240.

- Çelik, H., 2003. Bazı Yüksek Çalı Yaban mersini Çeşitlerinin Rize'deki Performanslarının Saptanması Üzerine Araştırmalar-I, Ulusal Kivi ve Üzümü Meyveler Sempozyumu, Ekim, Ordu.
- Çelik, H., 2005. Yaban mersini Yetiştiriciliği, Hasat yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul.
- Çelik, H., 2006a. Yaban Mersini (likapa), <http://www.uzumsu.com/dosyalar/likapa-sistmtk-botany-kült.pdf>, 25.12.2005.
- Çelik, H., 2006b. Karadeniz Bölgesindeki Asitli Topraklar için Mükemmel bir Meyve, Likapa (yaban mersini), Çiftçi Dünyası, Of Ziraat Odası Yayınları, 2, 3-7.
- Çelik, H., 2008. Maviyemiş (Yabanmersini-Likapa)Yetiştiriciliği El Kitabı, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi "Artvin'de Yabanmersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitim Projesi",63
- Çelik, H., 2009. The Performance of Some Northern Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Varieties in North Eastern Part of Anatolia, Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 24, 141-146
- Çelik, H., 2012a. Maviyemiş Yetiştiriciliği, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Çiftçi Eğitim Serisi Yayın No: 73, 66.
- Çelik, H., 2012b. Yüksek Boylu Maviyemiş (Highbush Blueberry) Yetiştiriciliği, Gifimey Mesleki Yayınlar Serisi-III, Pp: 152.
- Çelik, H., 2012c. Türkiye'deki Yaban mersini Terim Karmaşasının Çözümü, Kültürü Yapılan ve Yapılmayan *Vaccinium* Türleri, IV. Ulusal Üzümü Meyveler Semp, Ekim, Antalya, Bildiriler Kitabı, 137-149.
- Çetiner, S., 1992. Mikro Çoğaltma Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği, Ç.Ü. Basımevi, Adana, 151.
- Davis, P., H., 1978. Flora of Turkey and the East Aegean Island, 6, Univ. Press, Edinburg, 89.
- Debnath, S.,C. ve McRae K., B., 2001a. An Efficient *In vitro* Shoot Propagation of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) by Axillary Bud Proliferation, In Vitro & Cell Developmental Biology -Plant, 37, 243–249.
- Debnath, S., C., 2003. Improved Shoot Organogenesis from Hypocotyl Segments of Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.), In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 39, 490–495.
- Debnath, S., C., 2005a. Effects of Carbon Source and Concentration on Development of Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) Shoots Cultivated *In vitro* from Nodal Explants, In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 41, 145–150.
- Debnath, S., C., 2006. Propagation and Cultivation of *Vaccinium* Species and Less Known Small Fruits / *Vaccinium* Çintı Sugu Un Mazāk Zināmo Augļaugu, 22–29.

- Debnath, S., C., 2007c. Influence of Indole-3-Butyric Acid and Propagation Method on Growth and Development of *In vitro* and *Ex vitro* Derived Lowbush Blueberry Plants. Plant Growth Regulation, 5, 245–253.
- Debnath, S., C., 2008b. Zeatin-Induced One-Step *In vitro* Cloning Affects the Vegetative Growth of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) Micropropagules over Stem Cuttings, Plant Cell Tiss. Org. Cult. 93, 231-240.
- Debnath, S., C., 2011b. Adventitious Shoot Regeneration in a Bioreactor System and EST-PCR Based Clonal Fidelity in Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.), Scientia Horticulturae, 128, 124–130.
- Debnath, S., C., ve Mcrae, K., B., 2001b. *In vitro* Culture of Lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.), Small Fruits Review, 1, 1–19.
- Debnath, S., C., Vyas, P., Goyali, J., C., ve Igamberdiev, A., U., 2012. Morphological and Molecular Analyses in Micropropagated Berry Plants Acclimatized under *Ex vitro* Condition, Canadian Journal of Plant Science, 92, 1065–1073.
- Debnath, S., C., 2009a. A Two-Step Procedure for Adventitious Shoot Regeneration on Excised Leaves of Lowbush Blueberry, In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 45, 122–128.
- Debnath, S., C., 2004. *In vitro* Culture of Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.), Small Fruits Reviews, 3, 393-408.
- Debnath, S., C., 2006. Propagation of *Vaccinium In vitro*: A Review, International Journal of Fruit Science, 6, 47–71.
- Dinçer, D., 2010. *Crataegus pontica* C. Koch Verh. ve *Crataegus meyeri* Pojark.'in bazı Doku Kültürü Teknikleri ile Üretimi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- DiZhou, G., HanDong, G., MeiYing, G., JunYi, Z. ve YunTian, J., 2009. *In vitro* Culture and Plant Regeneration System of *Vaccinium uliginosum*, Forest Research, Beijing, 22, 226-229.
- Draper, A., D. ve Chandler, C., K., 1986. Accelerating Highbush Blueberry Selection Evaluation by Early Propagation, J. Amer. Hort. Sci., 111, 301-303.
- Eccher, T. ve Noè, N., 1989. Comparison between 2iP and zeatin in the micropropagation of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*), Acta Hort., 241, 185-190.
- Eck, P., Gough, R., E., Hall, I., V. ve Spiers, J., M., 1990. Blueberry Management. In: Galletta, G.J. and Himelrick, D.G. (eds) Small Fruit Crop Management. Prentice Hall, New Jersey, 273-333.
- Ehlenfeldt, M., K. ve Prior, R., L., 2001. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Phenolic and Anthocyanin Concentrations in Fruit and Leaf Tissues of Highbush Blueberry, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 2222-2227.

- El-Shiekh, A., Wildung, D., K., Luby, J., J., Sargent, K., L. ve Read, P., E., 1996. Long Term Effects of Propagation by Tissue Culture or Soft-wood Single Node Cutting on Growth Habit, Yield and Berry Weight of 'Northblue' Blueberry, J. Am. Soc. Hortic. Sci., 12, 339-342.
- Erbay, A., Hanife, A., İ. ve Genç, E., 2010. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğündeki Odun Dışı Orman Ürünlerinin Gözdesi; *Vaccinium arctostaphylos* L. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 3, 1126-1133.
- Ercişli, S., Eşitgen, A., Cangi, R. ve Sahin, F., 2003. Adventitious Root Formation of Kiwi fruit in Relation to Sampling Date IBA and *Agrobacterium rubi* İnoculation, Plant Growth Regulation, 41, 133-137.
- Evans, D., A. ve Sharp, W., R., 1983. Single Gene Mutations In Tomato Plants Regenerated From Tissue Culture, Science, 221, 941-951.
- FAO, 2011. Statistical Database, Available: <http://www.fao.org>
- Feshani, A., M., Koushari, S., M. ve Mohammadi, S., 2011. *Vaccinium arctostaphylos*, a common herbal medicine in Iran: Molecular and biochemical study of its antidiabetic effects on alloxan-diabetic Wistar rats, J. of Ethnofarmacology, 133, 67- 74.
- Fidan, M., S., Komut, O., Öz, M. ve Yaşar, M., 2011. The Medicinal Herbs in Gümüşhane Flora and Applicable Fields. 2nd Int. Non- Wood Forest Products Symp, Sept., Isparta Turkey, Proceeding Book: 219- 228.
- Fira, A., Clapa, D. ve Badescu, C., 2008. Aspects Regarding the *In vitro* Propagation of Highbush Blueberry Cultivar Bluecrop, Horticulture, 65, 104-109.
- Gajdošová, A., Ostrolucká, M., G., Libiaková, G., Ondrušková, E. ve Šimala, D., 2006. Microclonal Propagation of *Vaccinium* sp. and *Rubus* sp. and Detection of Genetic Variability in Culture *In vitro*, J. Fruit Ornam. Plant Res., 14, 103-119.
- Gajdošová, A., Ostrolucká, M., G., Libiaková, G. ve Ondrušková, E., 2007. Protocol for Micropropagation of *Vaccinium vitis-idaea* L. In: Jain, S.M. and Häggman, H. (eds), *Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits*, Dordrecht, Springer, 457-464
- Galle, F., C., 1987. *Azaleas*, Portland, OR: Timber Press.
- Galletta, G., J., 1975. Blueberries and Cranberries, 154-196. In: Janick, J. and Moore, J.N. (eds). *Advances in Fruit Breeding*, Purdue Univ. Press, West Lafayette, IN.
- Genç, A., 1999. Sığıla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.)'nin Doku Kültürü Tekniği ile Üretilmesi, Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Entitüsü Müdürlüğü Teknik Bülten, Orm. Bak. Yay No:99, Müdürlük Yay No:14, İzmir, 41 s.

- Gonzalez, M., V., Lopez, M., Valdes, A., E. ve Ordas, R., J., 2000. Micropropagation of Three Berry Fruit Species Using Nodal Segments from Field-grown Plants, Ann. Appl. Biol., 13, 73-78.
- Gough, R., E., 1994a. The Highbush Blueberry and Its Management, Food Product Pres. 272.
- Gough, R., E., 1994b. The Highbush Blueberry and Its Management, Haworth press, New York.
- Gough, R., E., 1996. Blueberries, North and South. In: Small Fruits In The Home garden (Eds., Gough, R.E. and Poling, E.B), The Haworth Pres Inc. 71-106.
- Gönülşen, N., 1987. Bitki Doku Kùltürleri Yöntemleri ve Uygulama Alanları, T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No:78, Menemen-İzmir.
- Guang-jie, Z., Zhan-bin, W. ve Dan, W., 2008. *In vitro* Propagation and *Ex vitro* Rooting of Blueberry Plantlets, Plant Tissue Cult. & Biotech., 18, 187-195.
- Güder, A., Engin, M., S., Yolcu, M. ve Gür, M., 2013. Effect of Processing Temperature on The Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Vaccinium arctostaphylos* Fruit and Their Jam, Journal of Food Processing and Preservation, 38, 1696-1704.
- Gümüş, C., Ölmez, Z., Ölmez, G., H. ve Kalender, Ç., 2009. Artvin’de Yaban Mersini (*Vaccinium* sp. Likapa) Yetiştiriciliği Eğitimi Konulu AB Projesinin Tanıtımı ve Projenin Yürütülmesinde Karşılaşılan Güçlükler ve Sorunlar, II. Ormancılıkta Sosyo-ekonomik Sorunlar Kongresi, Şubat, ISPARTA, Bildiriler Kitabı, 81-88.
- Günaydın, M. 2009. Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki *Vaccinium* sp. L. (Ericaceae) (Likapa) yetiştiriciliği, Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü, Rize.
- Haffner, K. ve Remberg, S., F., 2006. Antioksidant-rich Berries: Plant Food for Beter Health, ISHS Chronica Hort., 46, 19-20.
- Han, K., Hu, H., Li, S., Xv, H., Lin, H. ve Zhang, Q., 2013. Micropropagation of *Vaccinium bracteatum* Thunb., African Journal of Biotechnology, 12, 695–701.
- Harbage, J., F. ve Stimart, D., P., 1987. Adventitious Shoot Regeneration from *In vitro* Subcultured Callus of Rhododendron Exbury Hybrids, HortScience, 22, 1324-1325.
- Hartman, H., T. ve Kester, D., E., 1983. Plant Propagation: Principles and Practices. (4th ed.). Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA.
- Himelrick, D., G., Powell, A., A. ve Konsantrasyonier, W., A., 2002. Commercial Blueberry Production Guide for Alabam, Alabama A&M And Auburn Universities, Alabama Cooperative Extension System, ANR-904.

- Himelrick, D.G. 1999. Blueberries and Brambles the Past 100 Years, American Fruit Grower, 119, 40-41.
- Hjalmarsson, I. ve Ortiz, R., 2001. Lingonberry: Botany and Horticulture, Horticultural Reviews, 27, 79-123.
- Hosier, M., A., Flatebo, G. ve Read, P., E. 1985. *In vitro* Propagation of Lingonberry, HortScience, 20, 384-385.
- Howell, A., B., 2009. Update on Health Benefits of Cranberry and Blueberry, Acta Horticulturae, 810, 779-784.
- Hruskoci, J., D., ve Read, P., E., 1993. *In vitro* Shoot Regeneration from Internode Segments and Internode-derived Callus of Blueberry (*Vaccinium* Spp.), Acta Hort., 346, 125-130.
- Isutsa, D., K., Pritts, M., P. ve Mudge, K., W., 1994. Rapid Propagation of Blueberry Plants Using *Ex Vitro* Rooting and Controlled Acclimatization of Micropropagules, HortScience, 29, 1124-1126.
- Jaakola, L., Tolvanen, A., Laine, K., ve Hohtola, A., 2001. Effect of N6-Isopentenyladenine Concentration on Growth Initiation *In vitro* and Rooting of Bilberry and Lingonberry Microshoots, Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 66, 73-77.
- Jaakola, L., 2009. Fruit Development in *Vaccinium* Species. In P. Aleksandrs, M. Abolins, P. Stypinski et al. (eds), *Latvian Journal of Agronomy*, Jelgava, Latvia, 38-43.
- Jain, S., M. ve Häggman, H., 2007. Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits, ISBN 978-1-4020-6351-0.
- Kalt, W. ve Dufour, D., 1997. Health Functionality of Blueberries, HortTechnology, 7, 216-221.
- Kalt, W., McDonald, J., E., Ricker, R., D. ve Lu, X., 1999. Anthocyanin Content and Profile within and Among Blueberry Species, Can. J. Plant Sci., 79, 617-623.
- Kamei, H., Kojima, T., Hasegawa, M., Koide, T., Umeda, T., Yukawa, T. ve Terabe, K., 1995. Suppression of Tumor Cell Growth by Anthocyanins *In vitro*, Cancer invest., 13, 590-594.
- Kampuse, S., Šnē, E., Šterne, D. ve Krasnova, I., 2009. Chemical Composition of Highbush Blueberry Cultivars. In: Adamovics et al., (eds). *Vaccinium* spp. and Less Known Small Fruit: Challenges and Risks, *Latvian Journal of Agronomy*, Jelgava, 53-58.
- Karaer, F. ve Adak, Y., 2006. Türkiye Florasında Üzüksü Meyve Olarak Kullanılan Taksonların Yayılış Alanları ve Ekolojik Özellikleri, II. Ulusal Üzüksü Meyveler Sempozyumu, Eylül, Tokat, Bildiriler Kitabı, 141-144.

- Kaya, Z., 1988. Doku Kültürünün Orman Ağaçları Islah Çalışmalarındaki Yeri, Orman Müh. Dergisi, 25, 12-19.
- Koide, T., Kamei, H. Hashimoto, Y., Kojima, T. ve Hasegawa, M., 1996. Antitumor effect of Hydrolyzed Anthocyanin from Grape Rinds and Red Rice, Cancer Biother. Radiopharm., 11, 273-277.
- Koron, D., Oblak, M. ve Devetak, N., 1988. Influence of Various Substrat and Natural and Synthetical Hormones on the Propagation of Certain Blueberry Cultivar, Hort. Abst., 58, 20-31.
- Krewer, G. ve Cline, B., 2006. Blueberry Propagation Suggestion, Internet: [www.smallfruits.org/Blueberries/](http://www.smallfruits.org/Blueberries/).
- Kramer, J., H., 2004. Anthocyanosides of *Vaccinium myrtillus* (bilberry) for Night Vision - a Systematic Review of Place-bo-Controlled Trials, Surv. Ophthalmol., 49, 618.
- Kulevanova, S. ve Stefkov, Gj., 2004. Medicinal and Aromatic Plants. Manual and Monographs for Collectors According to the Principles of Organic Production, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy, 170.
- Kunitake, H., Nakashima, T., Mori, K. ve Tanaka, M., 1997. Normalization of asparagus somatic embryogenesis using a maltose-containing medium, Journal of Plant Physiology, 150, 458-461.
- Lätti, A., K., Riihinen, K., R. ve Kainulainen, P., S., 2008. Analysis of Anthocyanin Variation in Wild Populations of Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finland, J. Agric. Food. Chem., 56, 190-196.
- Lemos, E., E., P. ve Blake, J., 1996. Micropropagation of Juvenile and Adult *Annona squamosa*, Plant Cell Tissue and Organ Culture, 46, 77-79.
- Litwińczuk, W. ve Wadas, M., 2008. Auxin-dependent Development and Habituation of Highbush Blueberry (*Vaccinium × covilleianum* But. et Pl.) “Herbert” *In vitro* Shoot cultures, Scientia Horticulturae, 119, 41-48.
- Litwińczuk, W., 2013. Micropropagation of *Vaccinium* sp. by *In Vitro* Axillary Shoot Proliferation Methods, Mol. Biol., 11013, 63-76.
- Litwinczuk, W., Szczerba, G. ve Wrona, D., 2005. Field Performance of Highbush Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. ‘Herbert’ Propagated by Cuttings and Tissue Culture, Scientia Hort., 106, 162-169.
- Liu, C., Callow, P., Rowland, L., J., Hancock, J., F. ve Song, G., Q., 2010. Adventitious Shoot Regeneration from Leaf Explants of Southern Highbush Blueberry Cultivars, Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 103, 137–144.
- Lloyd, G. ve McCown, B., 1980. Commercially Feasible Micropropagation of Mountain Laurel (*Kalmia latifolia*) by Use of Shoot Tip Culture, Comb. Proc. Intl. Plant Prop. Soc., 30, 421-427.

- Luby, J., J., Ballington, J., R., Draper, A., D., Pliszka, K. ve Austin, M., E., 1990. Blueberries and Cranberries (*Vaccinium*). In: J.N. Moore and J.R. Ballington (eds). Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops, *Acta Horticulturae* 290, 391-456.
- Macdonald, B., 1999. Practical Woody Plant Propagation for Nursery Growers, Timber Press, Oregon, 665.
- Majeed, M., Khan, M., A. ve Mughal, A., H., 2009. Vegetative propagation of *Aesculus indica* through stem cuttings treated with plant growth regulators, *Journal of Forestry Research*, 20, 171-173.
- Marcotrigiano, M. ve McGlew, S., 1991. A two-stage micropropagation system for cranberries, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 116, 911-916.
- Marcotrigiano, M., McGlew, S., P., Hackett, G. ve Chawla, B., 1996. Shoot Regeneration from Tissue-Cultured Leaves of the Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*), *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 44, 195-199.
- MEGEP, 2013. Üzümsü meyve yetiştiriciliği 2. Tarım Teknolojileri, ANKARA. p. 55.
- Meiners, J., Schwab, M. ve Szankowski, I., 2007. Efficient *In vitro* Regeneration Systems for *Vaccinium* Species, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 89, 169-176.
- Morrison, S., Smagula, J., M. ve Litten, W., 2000. Morphology, Growth, and Rhizome Development of *Vaccinium angustifolium* Ait. Seedlings, Rooted Softwood Cuttings, and Micropropagated Plantlets, *HortScience*, 35, 738-741.
- Moze, S., Polak, T., Gasperlin, L., Koron, D., Vanzo, A., Poklar Urih, N. ve Abram, V., 2011. Phenolics in Slovenian bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.), *J. Agric. Food. Chem.*, 59, 6998-7004.
- Munoz, C., Soto, R. ve Valenzuela, J., 1993. Effect of Chemical and Physical Potting Media Characteristics on Growth of Container-grown Rabbiteye Blueberries, *Vaccinium* Culture, *Acta Horticulturae*, 346, 162-167.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures, *Physiol. Plant.*, 15, 473-497.
- Nestby, R., Percival, D. ve Martinussen, I., 2011. The European Blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and the Potential for Cultivation, A review, *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 5, 5-16.
- Novelli, S., 2003. Development in Berry Production and Use, *Agri-Food Can. Bi-weekly Bul.* 16 (21).
- Ostrolucká, M., G., Gajdošová, A. ve Libiaková, G., 2002. Influence of Zeatin on Microclonal Propagation of *Vaccinium corymbosum* L., *Propagation of Ornamental Plants*, 2, 14-18.



- Ostrolucká, M., G., Libiaková, G. ve Ondrušková, A., 2004. *In vitro* Propagation of *Vaccinium* species, Acta Universitatis Latviensis, Biology, 676, 207-212.
- Ostrolucká, M., Gajdošová, A., Ondrušková, E., Latečková, M., ve Libiaková, G., 2010. Effect of Medium pH on Axillary Shoot Proliferation of Selected *Vaccinium vitis-idaea* L. Cultivars, Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 52, 92-96.
- Ostrolucká, M., G., Gajdošová, A., Libiaková, G., Hrubíková, K. ve Bežo, M., 2007. Protocol for Micropropagation of Selected *Vaccinium* spp. In: S.M. Jain, ve H. Häggman. (eds), *Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits*. Dordrecht, Springer, 441-455.
- Paprštein, F. ve Sedlák, J., 2015. *In vitro* Multiplication of Lingonberry – Short Communication, HortScience, 42, 102-106.
- Pereira, M., J., 2006. Conservation of *Vaccinium cylindraceum* Smith (Ericaceae) by Micropropagation Using Seedling Nodal Explants, In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 42, 65-68.
- Prior, R., L., Cao, G., H., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G. ve Mainland, C., M., 1998. Antioxidant Capacity as Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* species, J. Agric. Food Chem., 46, 2686-2693.
- Pritts, M., P. ve Hancock, J., F., 1992. Highbush Blueberry Production Guide. Northeast Regional Agricultural Guide. Northeast Regional Agricultural Services, NRAES-55, Inhaca, NY: 200.
- Reed, B., M. ve Abdelnour-Esquivel, A., 1991. The Use of Zeatin to Initiate *In vitro* Cultures of *Vaccinium* Species and Cultivars, HortScience, 26, 1320-1322.
- Rosłon, W., Osińska, E., Pióro-Jabrucka, E. ve Grabowska, A., 2011. Morphological and Chemical Variability of Wild Populations of Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.), Polish J. of Environ. Stud., 20, 237-243.
- Rowland, L., J. ve Ogden, E., L., 1992. Use of a Cytokinin Conjugate for Efficient Shoot Regeneration from Leaf Sections of Highbush Blueberry, Hortscience, 27, 1127-1129.
- Rui, L., Ping, W., Qing-qi, G. ve Zhen-yu, W., 2011. Anthocyanin Composition and Content of the *Vaccinium uliginosum* Berry, Food Chemistry, 125, 116-120.
- Ružić, D., Vujović, T., Libiakova, G., Cerović, R. ve Gajdošova, A., 2012. Micropropagation *In vitro* of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.), Journal of Berry Research, 2, 97-103.
- Schulte, N. ve Hancock, J., 1983. Propagation Highbush Blueberries, Michigan State Univ., Cooperative Ext. Serv., Bulletin E-1680.

- Scorza, R., W., Welker, V. ve Dunn, L., J., 1984. The Effects of Gly- phosate, Auxin and Cytokinin combinations on *In vitro* Development of Cranberry Nodes, HortScience, 19, 66-68.
- Sedlák, J. ve Paprštein, F., 2009. Micropropagation of Highbush Blueberry Cultivars, Latvian Journal of Agronomy, 12, 108-113.
- Sedlák, J. ve Paprštein, F., 2011. Micropropagation of Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) through Shoot Tip Cultures–Short communication, Horticultural Science-UZEI, 38, 159-162.
- Serres, R., A., Pan, S., McCown, B., H. ve Stang, E., J., 1994. Micropropagation of Several Lingonberry Cultivars, Fruit Var. J., 48, 7-14.
- Seyis, E., 2011. Ayı Üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.)’nün Çelikle Üretilmesi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 61.
- Shibli, R., A. ve Smith, M., A., L., 1996. Direct Shoot Regeneration from *Vaccinium pahalae* (Ohelo) and *V. myrtillus* (Bilberry) Leaf Explants, HortScience, 31, 1225-1228.
- Smolarz, K. ve Chlebowska, D., 1998. Growth Vigour and Yielding of Highbush Blueberry cv. Bluecrop Propagated from Semi-woody Cuttings and *in vitro*, Hort. Abstr., 68, 7544.
- Srivastava, P., S. ve Steinbaver, A., 1981. Regeneration Of Birch Plants Catkin Tissue Cultures, Plant Science Letters, 22.
- Stark, R., Hall, I., V. ve Hendrickson, P., A., 1978. The Partridgeberry of Newfoundland, Canadex (Hortic. Crops) 230. 1.
- Stefkova, G., Hristovskib, S., Stanoevac, J., P., Stefovaca, M., Melovskib, L. ve Kulevanova, S., 2014. Resource Assessment and Economic Potential of Bilberries (*Vaccinium myrtillus* and *Vaccinium uliginosum*) on Osogovo Mtn., R. Macedonia, Industrial Crops and Products, 61, 145-150.
- Strik, B., Fisher, G., Hart, J., Ingham, R., Kaufman, D., Penhallegon, R., Pscheidt, J., William, R., Brun, C., Ahmedullah, M., Antonelli, A., Askham, L., Bristow, P., Havens, D., Scheer, B., Shanks, C. ve Barney, D., 1993. Highbush Blueberry Production Guide, Oregon State University, Department of Extension and Experiment Station Communication, PNW215.
- Şimşek, Y., 1989. Vejetatif Üretimdeki Son Gelişmeler ve Doku Kültürü, O.A.E. Yayınları, Dergi Serisi, 35, 69, 30-46.
- Taherpour, A., and A. Taherpour. 2011. Effect Investigation of Aqueous Cranberry (*Vaccinium arctostaphylos* L.) Extract in accompanied with Antibiotics on Urinary Tract Infections (UTI) created by *Escherichia coli* *In vitro*. Dr. Ahmad Nikibakhsh (Ed.). ISBN: 978-953-307-393-4.

- Taiz, L. ve Zeiger, E., 2002. Plant Physiology, Annals of Botany, Chapter 21, 495.
- Trehane, J., 2004. Blueberries, Cranberries and other vacciniiums, Timber Press, Cambridge, 256.
- Turner, D. ve Muir, K., 1985. The Handbook of Soft Fruit Growing, London, Croom Helm. 181.
- Türkben, C., Barut, E. ve İncedayı, B., 2008. Investigations on Population of Blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Uludag (Mount Olympus) in Bursa, Turkey, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21, 41-44.
- Uzun, A. ve Palabaş Uzun, S., 2011. Medicinal and Aromatic Plant Taxa of Altındere Valley. 2nd Int. Non-Wood Forest Products Symp. Sept., Isparta Turkey, Proceeding Book: 269-282,
- Üçler, A., Ö., 1994. Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) ve Kafkas Ihlamuru (*Tilia rubra* DC.)'nun Doku Kültürü Teknikleri ile Üretilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Vidalie, H., 1986. *In vitro* Culture and Its Applications In Horticulture, Economic Botany, 51, 92-93.
- Wang, H., Nair, M., G., Starsburg, M., Chang, Y., C., Booren, A., M., Gray, J., I., ve DeWitt, D., L. 1999. Antioxidant and Antiinflammatory Activity of Anthocyanins and Their Aglycon, Cyanidin, from Tart Cherries, Nat. J. Prod., 62, 294-296.
- Williamson, J. ve Lyrene, P., 1998. Blueberry Gardener's Guide, Univ. Of Florida, Cooperative Ext. Service, Circular 1192.
- Withworth, J., 2003. Blueberry Production For The Home Garden, OSU, Extension Facts, F-6248.
- Wolfe, D., E., Eck, P. ve Chin, C., K., 1984. Evaluation of Seven Media for Micro Propagation of Highbush Blueberry, Hort. Abst., 54, 3289.
- Yeoman, M., M. ve Forche, E., 1980. Cell Proliferation and Growth In Callus Cultures, Intl. Rev. Cytol. Suppl., 11, 1-24.
- Yue, X. ve Xu, Z., 2008. Changes of Anthocyanins, Anthocyanidins, and Antioxidant Activity in Bilberry Extract during Dry Heating, Journal of Food Science, 73, 494-499.
- Zhao, X., Zhan, L. ve Zou, X., 2011. *In vitro* High-frequency Regeneration of Half-Highbush "Northland" Blueberry, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 39, 51-59.

## ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Giresun'un Şebinkarahisar ilçesine bağlı Toplukonak Köyü'nde doğdu. İlkokul üçüncü sınıfa kadar Toplukonak Köyü Yeteroğlu İlköğretim okulunda okudu. İlkokul 4. ve 5. sınıfı Şebinkarahisar Yavuz Selim İlköğretim Okulu'nda tamamladı. Orta ve lise öğrenimini ÖHHT Anadolu Lisesi'nde tamaladıktan sonra 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazandı ve 2009 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı ve 2012 yılında bu bölümden mezun oldu. Yine aynı yıl doktora eğitimine başladı ve doktora öğrenimini de 2016 tamamladı. T.C. Sanayi Bakanlığı Teknogirişim Sermayesi Desteği ile 2009 yılında başlayan ve 2010 yılında sona eren ve ve daha sonra KOSGEB destekli yürütülen "Türkiye florasında doğal olarak yetişen üç salep bitkisi (*Orchis sancta*, *Serapias vomeracea* ve *Dactylorhizza osmanica*) türünden hücre kültürleriyle ve mikroçoğaltım yoluyla salep üretimi" adlı projede yardımcı araştırmacı olarak görev yaptı. Ayrıca 2011 yılında Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenen "Türkiye florasında yabancı olarak yetişen dört farklı mavi yemiş (likaba, ligarba) türünün hücre kültürü ve mikroçoğaltım yoluyla ekonomiye kazandırılması" adlı projede yürütücü, 2009 yılında KTÜ-BAP birimi tarafından desteklenen "Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen İki Farklı *Vaccinium* L. (Yaban Mersini, Ligarba) Türünün Mikroçoğaltımı ve Sentetik Tohum Üretimi" adlı projede yardımcı araştırmacı olarak görev yaptı. 2015 yılında TÜBİTAK tarafından desteklenen "Ekin Bambul Böceği, *Ansoplia* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae)'den Dünyada İlk Kez Tespit Edilen Bir Neogregarin Patojeninin İleri Karakterizasyonu ve Böceğin Popülasyonlarındaki Dağılımı" adlı projede bursiyer olarak çalıştı.

Uluslararası bilimsel dergilerde 5 adet yayınlanmış makalesi bulunmaktadır. İngilizce bilmektedir ve bekindir.