

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(DOKTORA TEZİ)**

**BİR AKVARYUM BİTKİSİ OLAN *CRYPTOCORYNE*  
*WENDTII*' NİN *IN VITRO* KOŞULLARDA KLONAL  
ÇOĞALTIMI**

**Sündüs ÜNAL**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aynur GÜREL**

**Biyoteknoloji Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu : 614.02.07**

**Sunuş Tarihi : 09.01.2013**

**Bornova-İZMİR  
2013**



Sündüs ÜNAL tarafından doktora tezi olarak sunulan “Bir Akvaryum Bitkisi Olan *Cryptocoryne wendtii*’nin *In vitro* Koşullarda Klonal Çoğaltımı” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve .....tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**İmza**

**Jüri Başkanı** : .....  
**Raportör Üye** : .....  
**Üye** : .....  
**Üye** : .....  
**Üye** : .....



## ÖZET

### BİR AKVARYUM BİTKİSİ OLAN *CRYPTOCORYNE WENDTII*' NİN

### *IN VITRO* KOŞULLARDA KLONAL ÇOĞALTIMI

ÜNAL, Sündüs

Doktora Tezi, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aynur GÜREL

Ocak 2013, 84 sayfa

Bu tezde, önemli bir akvaryum bitkisi olan *Cryptocoryne wendtii*'nin klasik üretim teknikleriyle çoğaltılmasında karşılaşılan zorluklardan dolayı, *C. wendtii* bitkisine ait sürgün uç eksplantlarının kullanılarak *in vitro* koşullarda mikroçoğaltımları için en uygun prosedür geliştirilmiştir. Bu amaçla 6-Benziladenin (BA) ve Indol-3-butirik asit (IBA)'nın farklı konsantrasyonlarını içeren 11 farklı kombinasyonda Murashige and Skoog (MS) besin ortamı kullanılmıştır.

Birinci alt kültür sonunda (40 gün sonra) 4 mg/L BA ve 1 mg/L IBA içeren MS besin ortamında eksplant başına düşen sürgün sayısı 7.2 adet (çoğaltım oranı: 7.2) olarak belirlenirken, ikinci alt kültür sonunda (40 gün sonra) ise toplam sürgün sayısı 725 adet (çoğaltım oranı: 51.8) olarak saptanmıştır. Köklenme yüzdesi ise 1 mg/L IBA içeren MS besin ortamında %95.3 olarak saptanmıştır. Aynı besin ortamı kompozisyonunda en uzun sürgün oluşumu gözlenmiştir (4.4 cm). Kùltürler, 4000 lux aydınlatma altında, 12 saat aydınlık/12 saat karanlık fotoperiyotta ve 26±1°C sıcaklıkta tutulmuşlardır.

Aklimatizasyon için en uygun koşulların tetrazon balıklı ve dere kumu içeren potların bulunduğu akvaryum ortamında sağlandığı ve bütün bitkilerin % 100 canlılık gösterdikleri belirlenmiştir.

Bu araştırma kapsamında, *Cryptocoryne wendtii* bitkisi için en uygun mikroçoğaltım yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bu çalışma, tetrazon balıklı akvaryum koşullarında aklimatizasyonun sağlanması bakımından öncü araştırma niteliğinde olmuştur.

**Anahtar sözcükler:** *C. wendtii*, klonal çoğaltım, çoklu sürgün, tetrazon balık, akvaryum, aklimatizasyon

**ABSTRACT**

***IN VITRO* CLONAL PROPAGATION OF  
AN AQUARIUM PLANT  
*CRYPTOCORYNE WENDTII***

ÜNAL, Sündüs

Ph.D. in Biotechnology Department.

Supervisor: Prof. Dr. Aynur GÜREL

January 2013, 84 pages

In this thesis, an efficient protocol was developed by using shoot tip explants due to *in vitro* micropropagation of an important aquarium plant *Cryptocoryne wendtii*'s production difficulty in conventional methods. For this purpose, the explants were cultured on 11 various of Murashige and Skoog (MS) composition supplemented with different concentrations Benzyladenine (BA) and Indole-3- butyric acid (IBA).

When the maximum shoot number per explant was determined as 7.2 (propagation rate: 7.2) on MS medium supplemented with 1 mg/L IBA+4 mg/L BA after first subculture (40 days), the total shoot number is obtained as 725 ( propagation rate: 51.8) after second subculture (40 days). The rooting percentage was determined as 95.3% on MS medium supplemented with 1 mg/L IBA. The longest shoots were observed in the same media composition (4.4 cm). This research culture conditions is 12 h day/ 12 h dark photoperiod with 4000 lux and 21°C

The most effective procedure for acclimitization was determined as a pot containing river sand aquarium with tetrazon fishes and all of the plants was showed 100 % survival rate.

In this research, the most convenient clonal micropropagation method for *Cryptocoryne wendtii* was developed. This thesis has been a leader research in terms of acclimatization with using aquarium tetrazon fishes.

**Keywords:** *Cryptocoryne wendtii*, clonal propagation, multiple shoot, tetrazon fish, aquarium, acclimatization

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmam süresince bana her türlü destek ve yardım sağlayan tez danışmanım Prof. Dr. Aynur Gürel'e tezimin adaptasyon çalışmaları kısmında katkıda bulunan ve yardımlarını esirgemeyen Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü Yetiştiricilik Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Gürel Türkmen'e, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü'nden Yard. Doç. Dr. Bülent Yağmur'a teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca her zaman yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.



**İÇİNDEKİLER**Sayfa

ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	.vii
TEŞEKKÜR .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xv
ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM).....	xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM).....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM).....	xviii
ŞEKİLLER DİZİNİ (DEVAM).....	xi x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xx
ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM) .....	xxi
ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM) .....	xxii
ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM) .....	xxiii
ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM) .....	xxiv
ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM) .....	xxv
ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAM) .....	xxvi

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Su Bitkilerinin Tanımı ve Özellikleri.....	1
1.2.Su Bitkilerinin Kullanım Alanları.....	2
1.3. Akvaryumda Kullanılan Su Bitkilerinin Önemi ve Bitki Doku Kültürü Teknikleri ile Çoğaltılma Gerekçesi .....	5
1.4. Botanik Özellikleri.....	8
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ.....	9
2.1. <i>Cryptocoryne wendtii</i> Türlerinde Doku Kültürleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	9
2.2. Diğer Sucul Bitki Türlerinde Doku Kültürleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar.....	12
33. MATERYAL VE METOT .....	15
3.1. Materyal .....	15
3.2 Metot .....	15
3.2.1 Besin ortamlarının hazırlanması.....	16
3.2.2 Eksplantların hazırlanması ve kültür ortamına alınması .....	20

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

3.2.2 Eksplantların hazırlanması ve kültür ortamına alınması.....	20
3.2.3 Aklimatizasyon çalışmaları için akvaryum ortamlarının ve eksplantların hazırlanması.....	20
3.2.4 <i>In vitro</i> kültür koşulları .....	25
3.2.5 Akvaryum koşulları .....	25
3.2.6 Denemenin kurulması ve verilerin değerlendirilmesi .....	25
4. BULGULAR .....	26
4.1 <i>In Vitro</i> Ortamda Kültüre Alınmış Olan Eksplantlarda Sürgün Oluşum Durumları.....	26
4.2. <i>In Vitro</i> Ortamda Kültüre Alınmış Olan Eksplantların Oluşturdukları Sürgün Uzunlukları.....	32
4.3. <i>In Vitro</i> Ortamda Kültüre Alınan Eksplantlarda Köklenme Durumları. ....	35
4.4. Balıksız Akvaryum Ortamına Aktarılmış Olan Bitkilerin Büyüme Durumları .....	39
4.5. Balıklı Akvaryum Ortamına Aktarılmış Olan Bitkilerin	

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
Büyüme Durumları.....	43
4.6. CO <sub>2</sub> , Havalandırma ve 15:15:15+ Havalandırma Uygulanan Akvaryum	
Ortamlarında Kültüre Alınan Bitkilerin Büyüme Durumları.....	64
4.7. Su Analizleri.....	70
5.TARTIŞMA VE SONUÇ .....	75
6.ÖNERİLER.....	80
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	81
ÖZGEÇMİŞ .....	84

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.2.1. (a) Papirüs bitkisinden yapılmış kağıt.....	2
1.2.1. (b) Papirüs bitkisinden bir görünüm.....	2
1.2.2 Atık su arıtımında kullanılan su sümbülü <i>Eichornia</i> <i>crassipes</i> .....	3
1.2.3. Akvaryumda en yaygın kullanılan akvaryum bitkilerinden bazıları.....	4
(a) <i>Anubias barteri</i> (b) <i>Aponegeton ulvaceus</i> (c) <i>Cryptocoryne beckettii</i> .....	4
1.3. Akvaryum ortamında bulunan su bitkileri .....	5
1.4. <i>Cryptocoryne wendtii</i> bitkisinden farklı görünümler .....	8
3.1. Çalışmada materyalin temin edildiği stoklardan bir görünüm .....	15
3.2.3. Akvaryum ortamında bulunan tetrazon balıkları.....	21
3.2.4. Çeşitli substratların bulunduğu balıklı akvaryumlarda kültüre alınmış bitkiler ve tetrazon balığı (a) Kalsit (b) Dere kumu (c) Zeolit (d) Midye kırığı içeren potlara dikilmiş bitkiler.....	22
3.2.5. Farklı uygulamalar yapılmış olan akvaryumlara alınan bitkiler (a) havalandırma (b) ve (c) CO <sub>2</sub> (d) 15:15:15+ havalandırma uygulanan akvaryumlar.....	24

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.1.1. Farklı dozlarda BA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantlarda görülen sürgün oluşumları (a) 0 mg/L (b) 2 mg/L (c) 4 mg/L BA.....	28
4.1.2. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı.....	29
4.1.3. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantlarda görülen sürgün oluşumları(a) 2 mg/L BA+ 1 mg/L IBA (b) 4mg/L BA+ 1 mg/L IBA(c) 6mg/L BA+ 1 mg/L IBA.....	31
4.1.4. Farklı dozlarda BA ve BA+IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların, eksplant başına oluşturdukları sürgün sayısı.....	31
4.2.1. Farklı dozlarda IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantlarda görülen sürgün oluşumları (a) 0,5 mg/L (b) 1mg/L IBA içeren MS besin ortamında.....	33
4.3.1. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların, eksplant başına oluşturdukları kök sayısı.....	37

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.3.2. (a ) 0 mg/L (b) 1mg/L IBA MS içeren MS besin ortamlarında görülen kök oluşumları .....	38
4.4.1. Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumlarına göre oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları (cm).....	39
4.4.2. Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumlarına göre oluşturdukları ortalama kök sayısı (adet).....	41
4.4.3. Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumlarına göre oluşturdukları ortalama kök uzunlukları (cm) .....	42
4.4.4. havalandırma durumuna göre üçlü sürgünlerde görülen kök ve sürgün uzunlukları (a) 3 no'lu uygulama (b) 1 no'lu uygulama.....	42
4.5.1. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm).....	44
4.5.2. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farklarına ait varyans analiz sonuçları.....	45
4.5.3. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farklarına ait LSD gruplandırılması.....	45

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.5.4. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farkları (cm).....	47
4.5.5. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farkları (cm) .....	49
4.5.6. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki yaprak sayısı farkları (adet) .....	52
4.5.7. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkları (g) .....	54
4.5.8. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlıkları (g) .....	56
4.5.9. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıkları (g) .....	59
4.5.10. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlık yüzdeleri (%) .....	62
4.6.1. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm).....	65
sonraki kök uzunluk farkları (cm).....	67

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.6.2. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkları (cm).....	67
4.6.3. Bitkilerin akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonra, farklı uygulamalara göre sürgün ve kök uzunlukları (cm) (a) havalandırma (b) 15:15:15 (c) CO <sub>2</sub> uygulanan akvaryum.....	68
4.6.4. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök sayısı farkları (adet).....	69

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.2.1.1. Çalışmada kullanılan MS (Murashige ve Skoog,1962) besin ortamının içerdiği bileşikler ve miktarları.....	18
3.2.1.2. 1. Grup denemede kullanılan besin ortamlarının içerikleri.....	19
3.2.1.3. 2. Grup denemede kullanılan besin ortamlarının içerikleri.....	19
4.1.1. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları sürgün sayısı ve eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı.....	26
4.1.2. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	27
4.1.3. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı ile ilgili LSD gruplandırması.....	27
4.1.4. Farklı dozlarda BA ve BA+ IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı ve eksplant başına düşen sürgün sayısı (adet) .....	30

## ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.2.1. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları.....	32
4.2.2. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları ile ilgili varyans analizi sonuçları.....	33
4.2.3. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunluklarına ait LSD gruplandırması.....	34
4.2.4. Farklı dozlarda BA ve BA + IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları .....	34
4.3.1. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan ekplantların oluşturdukları ortalama kök sayısı.....	35
4.3.2. Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan ekplantların oluşturdukları ortalama kök sayılarına ait varyans analiz sonuçları.....	36

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.3.3.Farklı dozlarda BA ve BA+IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan ekplantların oluşturdukları ortalama kök sayılarına ait LSD gruplandırılması.....	37
4.4.1. Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumuna göre oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları.....	39
4.4.2. Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumuna göre oluşturdukları ortalama kök sayıları.....	40
4.4.3. Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumuna göre oluşturdukları ortalama kök uzunlukları .....	41
4.5.1. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm).....	43
4.5.2. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farklarına ait varyans analiz sonuçları.....	45
4.5.3. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farklarına ait LSD gruplandırması.....	45
4.5.4. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç	

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
ay sonraki aya uzunluk farkları (cm).....	46
4.5.5. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farklarına ait varyans analiz sonuçları.....	47
4.5.6. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farklarına ait LSD gruplandırması.....	48
4.5.7. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farkları (cm).....	48
4.5.8. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farkları ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	50
4.5.9. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farklarına ait LSD gruplandırılması.....	50
4.5.10. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki yaprak sayısı farkları (adet).....	51
4.5.11. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkları (g).....	53
4.5.12. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, başlangıç ile üç ay	

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Sonraki ağırlık farkı ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	55
4.5.13. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farklarına ait LSD gruplandırması .....	55
4.5.14. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, üç ay sonraki kuru ağırlıkları (g).....	56
4.5.15. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, üç ay sonraki kuru ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	57
4.5.16. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, üç ay sonraki kuru ağırlıkları ile ilgili LSD gruplandırması .....	57
4.5.17. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıkları (g).....	58
4.5.18. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	59
4.5.19. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıklarına ait LSD gruplandırılması.....	60

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.5.20. Akvaryum ortamına alınan köksüz bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	60
4.5.21. Akvaryum ortamına alınan köksüz bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıklarına ait LSD gruplandırılması.....	60
4.5.22. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki kuru ağırlık %'si.....	61
4.5.23. Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkı (cm).....	63
4.6.1. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm).....	64
4.6.2. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları ile ilgili varyans analiz sonuçları.....	65
4.6.3. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları ile ilgili LSD gruplandırması.....	66
4.6.4. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay	

**ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
sonraki kök uzunluk farkları (cm).....	66
4.6.5. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkları ile ilgili varyans analiz sonuçları .....	67
4.6.6. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farklarına ait LSD gruplandırması.....	68
4.6.7. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök sayısı farkları (adet).....	69
4.7.1. Balıklı akvaryumlardan her üç haftada bir alınan su örneklerinin analiz sonuçları.....	70
4.7.1. (devam) Balıklı akvaryumlardan her üç haftada bir alınan su örneklerinin analiz sonuçları.....	71
4.7.1. (devam) Balıklı akvaryumlardan her üç haftada bir alınan su örneklerinin analiz sonuçları.....	72
4.7.1. (devam) Balıklı akvaryumlardan her üç haftada bir alınan su örneklerinin analiz sonuçları.....	73

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Su Bitkilerinin Tanımı ve Özellikleri

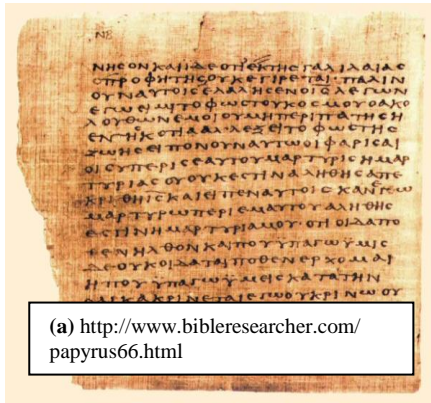
Su bitkileri, diğerk bir ifade ile Akvatik bitkiler, fotosentetik olarak aktif olan kısımlarını, yılın birkaç ayı veya bütün bir yıl üzerinde taşıyan, ya suyun tamamen içerisinde veya su yüzeyinde yaşayan formlara sahip tohumlu bitkiler olarak tanımlanır (Yapabandara and Ranasinghe, 2006).

Akvaryumlarda kullanılan su bitkileri, genelde kara bitkilerinin özelliklerini taşımakla birlikte, bazı yapısal özellikler açısından farklılık gösterirler. Bunların başında, kara bitkilerinin çürüme gösterdiği ıslak bir ortam olan su ortamında yaşamaları gelmektedir. Su bitkileri, genellikle suyun kaldırma gücü ile ortamda duruşlarını biçimlendirirken, sudan çıkartıldıklarında ise şekillerini kaybetmektedirler. Su bitkileri, tümüyle su içerisinde yaşamazlar. Örneğin; nilüferin su yüzeyinde bulunan çiçek ve yaprakları, tabana uzanan kordonumsu saplarla toprağa bağlanmaktadır. *Vallisneria*'nın tüm yaprakları su altındadır, ama çiçeği spiral bir sap ile yukarı yükselerek yüzeyde açmaktadır. *Lemna*, *Salvinia*, *Riccia*, *Pistia*, *Ceratopteris* gibi bitkiler ise suyun yüzeyinde yaşarlar ve tabana bağlı olmaksızın serbestçe yüzerler. Bu bitkilerin su içerisine sarkıttıkları kökleri bulunmaktadır (Cirik vd., 2005).

Su bitkilerini kara bitkilerinden ayıran diğerk bir özellik de besin tuzlarını alışı şekilleridir. Su bitkileri toprakta yeteri kadar besinin bulunmadığı durumlarda, yaprakları ile sudaki besinleri alabilme özelliğine de sahiptirler. Su bitkileri, kara bitkilerinden farklı olarak fotosentez için gerekli olan karbondioksiti havadan değil, bu gazı içerisinde çözünmüş halde bulunduran sudan almaktadırlar (Cirik vd., 2005).

## 1.2. Su Bitkilerinin Kullanım Alanları

Eski çağlardan bu yana sucul bitkiler katkı ve destek maddesi olarak kullanılmıştır. Mısırlılar, sucul bir bitki olan Papirüsü kağıt hamuru kaynağı olarak kullanmışlardır (Şekil 1.2.1). Dünyanın ılıman ve tropikal bölgelerinde *Phragmites* genusuna bağlı türler; farklı toplumlar tarafından, çit yapımında, damların örtülmesinde ve ayrıca enstrüman yapımında kullanılmışlardır. Daha ileri zamanlarda da Avrupa’da yapı malzemesi olarak değerlendirilmişlerdir. Bu bitkilerden elde edilen lifler; kağıt, mukavva, selofan ve benzeri ürünlerin ana maddesini oluşturmakla birlikte, izolasyon malzemesi olan fiber tahta gibi kaba ürünlerin yapımında da kullanılmaktadırlar (Cirik vd., 2005).



Şekil 1.2.1. (a) Papirüs bitkisinden yapılmış olan kağıt (b) Papirüs bitkisinden bir görünüm.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde sucul bitkilerin taze yaprakları insan gıdası olarak da tüketilmektedir. A.B.D.’de düzenli olarak kullanılan ve salatalarda tüketilen su bitkilerinden birisi de su teresidir. Su bitkileri, kanalizasyon veya atıksu arıtma sistemlerinin sıvı atıklarından besinlerin arındırılmasında kullanılmaktadır. Bu sistemlerin sıvı atıkları; fosfor, azot ve diğer bitki besinlerini içerir. Atık sulardan bu besinlerin uzaklaştırılması arıtmaya yönelik bir işlemdir. Bitkiler, sadece gerekli besin elementlerini değil, diğer elementleri hatta fenol gibi organik kirleticileri de absorbe ederler (Cirik vd., 2005).

Bitki seçiminde öncelikli konu absorpsiyon kapasiteleri ve verimliliklerinden ziyade, kolay hasat edilebilirlikleridir. Bu yüzden serbest yüzen ve emergent bitkiler tercih edilirler. Emergent türler *Scirpus* ve *Phragmites* genuslarının farklı türleridir. Serbest yüzenler ise emergent türlere göre çok kolay hasat edilme avantajına sahiptirler. Serbest yüzenlere örnek olarak *Eichhornia crassipes* verilebilir ve bitki Şekil 1.2.2' de görülmektedir (Cirik vd., 2005).

Bir su bitkisi olan ve akvaryumlarda değerlendirilen *Ludwiga* türleri, kanallarda ve göllerde bulunan suyun temizlenmesinde ve filtrasyonunda kullanılırlar. *Ludwiga* cinsine ait türlerden bazıları, bal arıları için bir polen kaynağı olarak, bal arılarının beslenmesinde ve akvaryumlarda süs bitkisi olarak kullanımlarının yanı sıra tıbbi bitki olarak önemlidirler (Öztürk vd., 2004).



<http://www.forumdas.net/bitkiler-dunyasi/su-sumbulu>



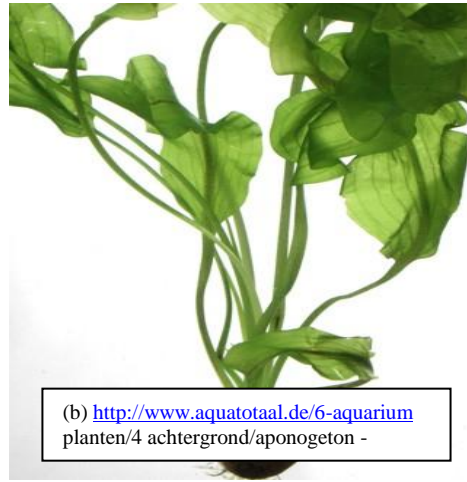
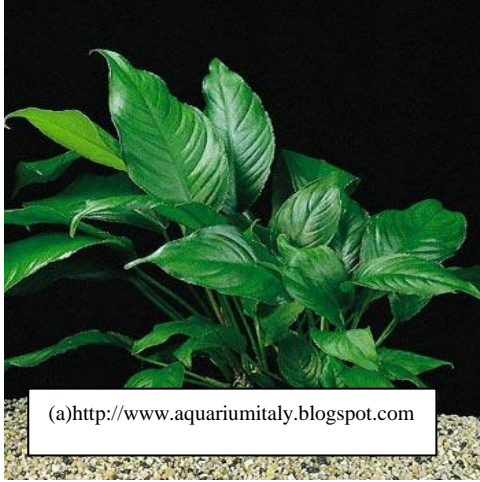
<http://www.forumdas.net/bitkiler-dunyasi/su-sumbulu>

Şekil 1.2.2. Atık su arıtımında kullanılan su sümbülü *Eichhornia crassipes*

*Lysimachia* bitkisinin çok fazla sayıda türü tıbbi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu bitkilerden elde edilen toplam flavonların antikanserijen etkili olabilecekleri kanıtlanmıştır (Zheng et al., 2009).

*Bacopa monniera*'nın nevroz ve anksiyete'de etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca antipiretik, analjezik, antiinflamatuvar aktiviteye de sahiptirler. Astım, romatizma ve lepra hastalığının tedavisinde, yılan sokmasında ve egzema rahatsızlıklarında da kullanılmaktadır. Diüretik ve kardiyotonik etkiye sahip olduğu da saptanmıştır (Tiwari et al., 2001).

Modern akvaryumlarda kullanılan ve en popüler olan akvaryum süs bitkileri olarak; *Anubias*, *Cryptocoryne*, *Echinodorus*, *Aponogeton*, *Hydrilla*, *Myriophyllum*, *Hygrophyla*, *Bacopa*, *Cabomba*, *Lagenandra*, *Vallisneria*, *Nymphaea* sayılabilir. (Yapabandara and Ranasinghe, 2006). En yaygın kullanılanlardan bazıları Şekil 1.2.3’de görülmektedir.



**Şekil 1.2.3.** Akvaryumda en yaygın kullanılan akvaryum bitkilerinden bazıları (a) *Anubias barteri* (b) *Aponegeton ulvaceus* (c) *Cryptocoryne beckettii* (d) *Echinodorus bleher*

### 1.3. Akvaryumda Kullanılan Su Bitkilerinin Önemi ve Bitki Doku Kültürü Teknikleri İle Çoğaltılma Gerekçesi

Akvaryumda kullanılan su bitkileri, fotosentez aktivitesi ile oksijen oluşturarak suyun oksijenlenmesini sağlarlar (Şekil 1.3). Akvatik sistemdeki organik parçalanma olayında aerob bakteri ve funguslar için gerekli olan oksijen üretiminin gerçekleşmesinin yanı sıra, ortam bazikleştirilmek suretiyle patojen bakterilerin uzaklaşması sağlanmaktadır (Cirik vd., 2005).



**Şekil 1. 3.** Akvaryum ortamında bulunan su bitkileri

Ülkemizde şu an yoğun olarak yetiştiriciliği yapılmayan akvaryum bitkilerinin büyük bir kısmı Uzak Doğu'dan tedarik edilmektedir. Avrupa ülkelerinde, 1996 yılından bu yana geçen süreçte, akvaryum bitkileri üzerinde gerçekleştirilen yetiştirme çalışmaları sonucunda Singapur, Malezya, Sri Lanka, Tayland, Malezya, Madagaskar, Avustralya ve hatta bir Avrupa ülkesi olan Macaristan'dan yapılan ithalatlarda azalmalar olduğu bildirilmiştir (Hekimoğlu, 2006).

Avrupa ülkelerinde yapılan yetiştiricilikte tamamen bilgisayar kontrollü olan üretim tesislerinde üretilen üstün kalitedeki bitkiler kolay pazar bulmaktadır. Almanya, Hollanda ve Danimarka'daki su kaynaklarına yakın yerlerde kurulan seralarda önemli miktarlarda akvaryum bitkisi yetiştirilmektedir. Hollanda'daki üretim tesislerinde 240 bitki türü yetiştirilerek piyasaya sunulmaktadır (Hekimoğlu, 2006).

Dünya'da 600'e yakın akvaryum bitki türünün akvaryum ve peyzaj havuzlarında yetiştiriciliği yapılırken, ülkemizde ise bu bitkilerin 7-8 türü dışında hiçbirinin yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Bu durum, döviz israfının yanı sıra, istenilen dönemlerde talep edilen miktarlarda bitkinin temin edilememesi, ithal edilenlerin de yabancı hastalık etmenleriyle birlikte ülkemize girmeleri, havayolu taşımacılığı ve gümrükleme işlemleri yüzünden fiyatların artışı, gelen bitkilerin sağlıklı olmayışı, bitkiye yönelik özel dağıtım ağının bulunmaması gibi olumsuzlukları yaratmakta ve sürekli bitki teminini olanaksız kılmaktadır (Çorbacıoğlu ve Gürel, 2007).

Birçok akvaryum bitkisi, tohum üretmedikleri için, doğal vejetatif yollarla çoğaltılırlar. Bu yolla üretilen bitkiler de endüstrinin taleplerini yeterince karşılayamamaktadır. Bitki doku kültürleri, akvaryum bitkilerinin çoğaltılması için uygun tekniklerdir (Yapabandara and Ranasinghe, 2006).

Bitki doku kültürü teknikleri; aseptik koşullarda, yapay bir besin ortamında, bütün bir bitki, hücre (meristematik hücreler, süspansiyon veya kallus hücreleri), doku (bitkinin çeşitli kısımları=eksplant) veya organ (kök v.b) gibi bitki kısımlarından yeni doku, bitki veya bitkisel ürünlerin (metabolitler gibi) üretilmesini kapsamaktadırlar. Bu teknikler, yeni çeşit geliştirmek ve mevcut çeşitlerde varyabilite oluşturmak amacıyla uygulanabilecekleri gibi, kaybolmakta olan türlerin korunmasında da kullanılırlar. Bitkilerden alınan çeşitli eksplantların *in vitro* ortamlarda ve uygun koşullar altında farklı organlara ya da bitkiciklere rejenerasyonları mümkün olabilmektedir (Babaoğlu vd., 2001).

Vejetatif yöntemlerle üretimleri oldukça yavaş olan su bitkilerinin doku kültürü teknikleri ile çoğaltımları, diğer klasik yöntemlere göre oldukça hızlı gerçekleşmektedir.

Ayrıca doku kültürü ile üretilen bitkilerin diğer yöntemlere göre; hastalıklardan arı, sağlıklı ve patojenlerden arındırılmış olması, kısa zamanda kitlesel üretimlerinin yapılması ve klasik yöntemlere göre kültür süresinin daha kısa olması, üstün genotiplerin seçilerek üretilmesi, üretilen bitkilerin fenotipik ve genotipik bakımdan birbirinin aynısı olması, üretimi zor olan ve yok olma tehlikesi içerisinde olan bazı türlerin daha hızlı çoğaltılmaları, birim zamanda daha fazla ürün ve mevsimsel dönemlerden bağımsız üretim olanakları gibi çeşitli üstünlükleri bulunmaktadır (Babaoğlu vd., 2001).

Bu çalışma ile, ticari öneme sahip bir akvaryum bitkisi olan *Cryptocoryne wendtii*'nin normal üretim teknikleriyle çoğaltılmasında karşılaşılan zorluklardan dolayı, sürgün uç eksplantları kullanılarak *in vitro* koşullarda farklı besin ortamlarında klonal çoğaltımlarının sağlanması ile birlikte balıklı ve balıksız akvaryum ortamlarında bitkilerin aklimatizasyonlarının yapılması amaçlanmıştır.

#### 1.4. Botanik Özellikleri

*Cryptocoryne wendtii*, Güneydoğu Asya kökenli bir bitkidir (Şekil., 1.4). Yaprakları 6-10 cm uzunluktadır. pH isteği 5,5-8, sıcaklık isteği 21-30<sup>0</sup>C arasında değişmektedir ([http://www.akvaryum.com/cryptocoryne\\_wendtii\\_'tropica'\\_bitkir\\_27417\\_0.asp](http://www.akvaryum.com/cryptocoryne_wendtii_'tropica'_bitkir_27417_0.asp).) (Erişim tarihi: 08.10.2012). *Cryptocoryne*, akvatik monokotiledon bitkilerin 50-60 türünü kapsayan ve *Araceae* familyasına ait olan *Cryptocoryne* cinsi oldukça önemli ticari türlerden bazılarını içermektedir. Tohumla üretimi oldukça sınırlı olan bu bitkinin rizomla üretimi oldukça yavaş olmaktadır (Kane et al., 1999).

*Cryptocoryne* türlerinin çoğu, Güneydoğu Asya kökenli olmakla birlikte, su içerisinde ya da suyun üst kısmında yetişirler. Oldukça popüler olan akvaryum bitkileridir. *Cryptocoryne wendtii*, çok yıllık otsu, rizomlu ve amfibik (karada ve suda yaşayan) özelliğindedir. Yaprak renginin yeşilden kahverengiye kadar değişim göstermesi piyasada oldukça talep edilen bir özelliktir (Stanly et al., 2011).

Rizomla çoğaltımın yavaş oluşu, tohumla üretimin yeterli olmayışı gibi elverişsiz koşullar yüzünden, *Cryptocoryne* türlerinin çoğu yok olma tehlikesi altındadır (Stanly et al., 2011).



Şekil 1.4. *Cryptocoryne wendtii* bitkisinden farklı görünüm

## 2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

### 2.1. *Cryptocoryne wendtii* Türlerinde Doku Kültürleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

*C. wendtii* ve *C. becketti* bitkilerinin sürgün uç eksplantları, 0.5 mg/L BA ve 0.2 mg/L IBA ilave edilmiş likit MS besin ortamlarında, iki hafta süre ile kültüre alındıktan sonra, agar-jelli MS besin ortamına aktarılmışlardır. Likit kültürlerde, her iki türde de sürgün çoğaltma ortamlarında oluşan sürgün sayısı, agarlı ortamlara göre daha yüksek bulunmuştur. *C. becketti* bitkisinde eksplant başına düşen sürgün sayısı 8.8 adet, *C. wendtii* bitkisinde ise 9.4 adet olarak belirlenmiştir. Sürgün uzunlukları agarlı ve likit ortamlarda önemli farklılıklar göstermiştir (Stanly et al., 2011).

Stanly ve ark. (2011), aklimatizasyon için bitkileri sekiz hafta süre ile kültüre alınmış olan 3-4 cm sürgün uzunluklarına sahip, 3-5 adet yapraklı ve kök sayısı 4-6 adet olan *C. wendtii* ve *C. becketti* bitkilerini akan çeşme suyu altında yıkadıktan sonra, (1:1) oranında organik toprak ve kum karışımı içeren plastik potlara aktarmışlardır. Bitkicikler, %80-90 nisbi nem ve  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  gündüz ısı ve  $24\pm 2^{\circ}\text{C}$  gece ısına maruz bırakılmışlardır. Aklimatizasyon koşullarına alındıktan dört hafta sonra, canlılık oranları % 96 ve %100 olan *C. wendtii* ve *C. becketti* bitkilerinin sürgün uzunlukları 9-12 cm' e ulaşmıştır. Her iki türün agar-jel ve likit içeren besin ortamlarında *in vitro* çoğaltılmış bitkiciklerinin morfolojik yapıları incelenmiş, yapraklarda herhangi bir morfolojik anormallik görülmemiştir. *In vitro* çoğaltılmış bitkiciklerinin iletim demetlerinde ve mezofil hücrelerinde herhangi bir anormallik görülmemiştir. Aklimatizasyonu yapılmış bitkilerin %95'inden fazlası herhangi bir morfolojik anormallik olmaksızın, güçlü bir biçimde gelişmiştir (Stanly et al., 2011).

Yapılmış olan bir çalışmada; *Cryptocoryne beckettii* ve *Cryptocoryne bogneri* bitkilerinin mikroçoğaltımı için en etkin protokol geliştirilmiştir. *Cryptocoryne beckettii* ve *Cryptocoryne bogneri* bitkisinin rizomları %3 sukroz

içeren MS besin ortamında kültüre alınmış ve bu ortamda rejenere olan sürgünler, çoklu sürgün teşviki için 5, 8, 10 mg/L BAP ve 0.1 mg/L indol-3-asetik asit hormon kombinasyonlarını içeren MS besin ortamında kültüre alınmışlardır (Herath et al., 2008).

Herhangi bir büyüme düzenleyicisi içermeyen MS besin ortamında *C. beckettii* ve *C. bogneri* bitkilerinde her sürgün eksplantı başına düşen ortalama sürgün sayısı en az *C. beckettii* bitkisinde 10.4 adet, *C. bogneri* bitkisinde ise 4.2 adet olarak bulunmuştur. BAP veya IAA hormonlarının kullanımı besin ortamında tek başına etkili olmazken BAP ve IAA'nın birlikte kullanımı sürgün sayısını önemli bir biçimde artırmıştır. *C. beckettii* bitkisinde 5 mg/L BAP ve 0.1 mg/L IAA içeren MS besin ortamında her sürgün eksplantı başına düşen ortalama sürgün sayısı en fazla 43.0 adet olarak belirlenmiştir. *C. bogneri* bitkisi için 5.0 mg/L BAP ile 0.1 mg/L IAA içeren ortamda ve 8.0 mg /L BAP ile 0.1 mg/L IAA içeren ortamda ise en yüksek ortalama sürgün sayıları sırasıyla 51.8 adet ve 50.4 adet olarak bulunmuştur (Herath et al., 2008).

Aynı çalışmada köklenmenin teşviki ve sürgün büyümesi için, iki çeşit temel ortam denenmiş, bitki büyüme düzenleyicisi olarak 0.1, 0.2 mg/L  $\alpha$ - naftalin asetik asit (NAA) içeren ve herhangi bir büyüme düzenleyicisi ihtiva etmeyen A ortamına 2 mm boyutlarında kum: aktif karbon: toprak ilave edilmiş, bitki başına düşen ortalama kök sayısı en fazla, *C. beckettii* bitkisinde 8.4 adet, *C. bogneri* bitkisinde ise 7.8 adet olarak bulunmuştur. Toprak içerikli besin ortamı, agarlı ortama nazaran kök ve sürgün gelişimi üzerine her iki türde de önemli ölçüde etkili olmuştur. Her iki türün köklendirilmiş bitkilerinin aklimatizasyonları, 2:1 oranında kil:kum karışımında yapılmış, *C. beckettii* % 90, *C. bogneri* bitkisi % 100 oranlarında canlılıklarını sürdürmüşlerdir (Herath et al., 2008).

Yapılmış olan başka bir çalışmada; *Echinodorus cordifolius* ve *C. wendtii* bitkilerinde aseptik koşullar altında, aksileri sürgün büyümesi ve çoklu sürgün oluşumları incelenmiştir. *C. wendtii* bitkisinin rizom segmentleri 11-133  $\mu$ M BA ve 13.4  $\mu$ M NAA içeren MS (Murashige ve Skoog, 1962) besin ortamında kültüre alınarak sürgün oluşumu teşvik edilmiştir. En fazla sürgün oluşumu, 44

$\mu\text{M}$  BA ve 13.4  $\mu\text{M}$  NAA içeren MS (Murashige ve Skoog, 1962) besin ortamında görülmüştür (Ake et al., 2007).

*Echinodorus cordifolius* bitkisinin rizom segmentleri NAA'nın 0, 2.6, 26.8  $\mu\text{M}$  dozları ile N-izopenteniladenin (2-iP)'nin 0, 2.4 ve 24.4  $\mu\text{M}$  dozlarında kültüre alınmışlardır. 2iP'nin 24.4  $\mu\text{M}$  dozda kullanımı ile birlikte 2.6  $\mu\text{M}$  dozda NAA kombinasyonunu içeren besin ortamında eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı artma göstermiş ve 3.5 adet olarak belirlenmiştir. (Ake et al., 2007). *E. cordifolius* sürgünleri kültüre aldıktan 28 gün sonra, rizom segmentlerinden ayrılarak 2.6  $\mu\text{M}$  NAA ve 24.4  $\mu\text{M}$  iP içeren besin ortamında altkültürlemelere alınmışlardır (Ake et al., 2007).

İki alt kültürleme sonrasında *E. cordifolius* bitkisinin rizom segmentleri yaklaşık 8 sürgün oluşturmuştur. Her iki türde de çoklu sürgünler, buldukları besin ortamlarından alınarak hormon içermeyen MS besin ortamlarında bir hafta süre ile bekletilmişlerdir. Hormon içeren MS besin ortamından alınarak hormonsuz ortama aktarılan sürgünlerin büyümeleri oldukça yavaş olmuştur (Ake et al., 2007).

*E. cordifolius* bitkisinin 12 adet sürgünü *C. wendtii* bitkisinin ise 15 sürgünü 0.5  $\mu\text{M}$  ve 1  $\mu\text{M}$  indol bütirik asit (IBA) içeren  $\frac{1}{2}$  MS likit besin ortamında kültüre alınarak bir gün bekletildikten sonra, % 2 şeker içeren IBA içermeyen likit MS besin ortamına aktarılmış ve 21 gün sonra köklenme kaydedilmiştir. Steril köklü bitkicikler, bir hafta steril çeşme suyunda bekletildikten sonra kil, humus ve kum (2:1:1/2) içeren potlara dikilmiş, 24<sup>0</sup>C'de ve % 80 nisbi nem bulunan büyüme odasına alınmışlardır (Ake et al., 2007).

Yapılan başka bir çalışmada, *Cryptocoryne wendtii* De Wit. bitkisinde *in vitro* koşulların oluşturulması, aksilari (eksensel) sürgün büyümesi ve oluşan bitkicikler için aklimatizasyon koşulları belirlenmiştir. Yüzey sterilizasyonu yapılmış sürgün uçları, 0.56 mM myo-inositol, 1.2  $\mu\text{M}$  tiamin-HCL ve 87.6 mM sukroz ile 2.2  $\mu\text{M}$  BA, 0.57  $\mu\text{M}$  indol-3-asetik asit (IAA) ve %8 agar içeren temel MS besin ortamında kültüre alınmışlardır (Kane et al., 1999).

(0-25  $\mu\text{M}$ ) BA ve (0-10  $\mu\text{M}$ ) IAA içeren temel besin ortamında, tekli nod eksplantları, kültüre alındıktan 28 gün sonra aksileri sürgün büyümesi incelenmiş, maksimum aksileri sürgün büyümesinin yedi kat artmış olduğu ve yalnızca BA ihtiva eden besin ortamında ortaya çıktığı belirlenmiştir (Kane, 1999).

Aynı çalışmada mikroçoğaltımı yapılmış olan köklü bitkiler, 72 bölmeli (3.8 cm genişlikte \* 6.0 cm derinlikte) “Metro-mix 500” toprak karışımı içeren saksılara aktarılmışlardır. Bitkicikler, saksılara yerleştirilirken, sera içerisinde  $425 \mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$  aydınlatmayı ve 27/24°C gündüz/gece sıcaklığını sağlamak üzere, gerekli ayarlamalar yapılmış ve 10 dakikada bir 3 sn aralıklı olarak nem verilmiştir. Sera ortamına aktarıldıktan iki hafta sonra, aralıklı nem verilen ortamdaki uzaklaştırılarak, her biri 20N-14P-4K sıvı gübre içeren, drenajsız saksılara aktarılmışlardır. Aklimatizasyon, transplantasyondan sekiz hafta sonra değerlendirilmiş, köklü çeliklerde %100 başarının elde edildiği ve satışa hazır bitkilerin üretildiği ifade edilmiştir (Kane et al., 1999).

## 2.2. Diğer Sucul Bitki Türlerinde Doku Kültürleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

*Lysimachia christinae*, *Lysimachia rubinervis* ve *Lysimachia nummularia* ‘Aurea’ türlerinde yaprak ve sürgün uç eksplantları kullanılarak, rejenerasyon potansiyeli incelenmiştir. 6-Benzilaminopürin (BAP) ve  $\alpha$ -naftenasetikasit (NAA) ilave edilmiş Murashige ve Skoog (MS) besin ortamlarının, organogenez oluşumu üzerine etkisi incelenmiştir (Zheng et al., 2009).

Besin ortamında, kallus oluşumu görülmeden doğrudan sürgün rejenerasyonu elde edilmiştir. 3.0 mg/L BAP ve 0.1 mg/L NAA içeren MS besin ortamında *L. christinae* bitkisinde, en yüksek sürgün rejenerasyon oranları elde edilmiş ve eksplant başına düşen sürgün sayıları, sürgün uçlarından %100 ve 12.25 adet, yaprak eksplantlarından, %100 ve 13.01 adet olarak belirlenmiştir (Zheng et al., 2009).

*L. rubinervis* için sürgün teşvik oranı ve eksplant başına düşen sürgün sayısı 0.1 mg/L NAA ve 3.0-5.0 mg/L BAP içeren MS ortamında %100 ve 16.87-17.20 adet olarak elde edilmiştir. *L. nummularia* ‘Aurea’ bitkisinde, eksplant başına düşen sürgün rejenerasyon oranı 1.0 mg/L BAP ve 0.1 mg/L NAA içeren MS besin ortamında yaprak eksplantından elde edilmiş, eksplant başına sürgün

sayısı %100 ve 12.73 adet olarak belirlenmiştir. Bütün sürgünler, 0.1 mg/L NAA içeren ½ MS besin ortamında köklendirilmişlerdir (Zheng et al., 2009)

*Ludwiga repens* bitkisinin 1., 2., 3. ve 4. aksilari tomurcukları ve apikal meristemleri çeşitli konsantrasyonlarda 6- benzil aminopürin (BAP), thidiazuron (TDZ) ve NAA ihtiva eden Murashigie ve Skoog (MS) besin ortamında mikro çoğaltım amacıyla kültüre alınmışlardır. Mikro çoğaltım açısından en fazla başarı 0.05 mg dm<sup>-3</sup> TDZ ve 0.1 mg dm<sup>-3</sup> NAA içeren MS besin ortamından elde edilmiştir (Öztürk vd., 2004).

Tıbbi öneme sahip olan *Bacopa monniera* (L.) Wettst. bitkisinde, kitlesel *in vitro* çoğaltım sistemleri geliştirilmiştir. Farklı oranlarda sitokinin içeren besin ortamlarında kültüre alınan, nod, internod ve yaprak eksplantlarının çoklu sürgün açısından teşvik edilme durumları incelenmiştir. Dört farklı sitokinin (6-benziladenin, thidiazuron, kinetin ve 2-isopenteniladenin) denenmiş olmakla birlikte, 6.8 µM thidiazuron ve 8.9 µM 6-benziladenin'in diğer uygulamalara nazaran çoklu sürgün oluşumunda oldukça etkili oldukları saptanmıştır (Tiwari et al., 2001).

Optimum adventif sürgün teşviki, 6.8 µM thidiazuron içeren ortamda ortaya çıkmakla birlikte, inkübasyondan bir hafta sonra, yaprak eksplantlarından ortalama 93 adet sürgün elde edilmiştir. Yaprak eksplantlarının 2.2 µM benziladenin içeren besin ortamlarında alt kültürlemelerinin yapılması ile, adventif sürgünlerin sayısı 3. altkültür sonunda 129.1 adet olarak açığa çıkmıştır. Sürgün çoğaltım yüzdesi, %100 olarak bulunmuş ve 3 altkültürleme boyunca eksplant başına düşen sürgün sayısı, oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir.

Bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen MS besin ortamında, *in vitro* çoğaltılmış olan sürgünler, 4.9 µM IBA içeren besin ortamında daha iyi köklenme göstermişlerdir (Tiwari et al., 2001).

Başka bir çalışmada ise; *Anubias barteri* var. *undulata* bitkisinin *in vitro* hızlı çoğaltımı için en uygun prosedür geliştirilmiştir. Aktif olarak büyüyen lateral sürgünlerin çok küçük uçları eksplant olarak ele alınmışlardır. Aseptik kültürler oluşturulurken fungusit ve antibiyotik kullanılmıştır. %3'lük sukroz, % 0.8'lik agar, 10 mg/L tiamin HCl, 10 mg/L pridoksin, 5 mg/L nikotinik asit, 2 mg/L glisin, 100 mg/L i-inositol, 0.3 mg/L BA, 0.01 mg/L thidiazuron ve 0.1 mg/L NAA içeren besin ortamında sürgün çoğaltılması hızlandırılmıştır. Köklendirilmiş olan sürgünler, sera veya akvaryum ortamına aktarılmışlardır. Her ay, sürgün büyümesi stabil bir biçimde beş kat artmıştır. Bitkiler, kültür ortamına alındıktan yedi ay sonra, eksplant başına  $10^6$  bitki elde edilmiştir (Huang et al., 1994).

BA (Benzil adenin) ve TDZ (Thidiazuron) benzeri herhangi bir sitokinin içermeyen MS besin ortamında ve geniş kültür kaplarında (100 ml besin ortamı içeren 500 ml'lik erlenmayerlerde) sürgünler köklendirilmişlerdir. Sitokininsiz besin ortamında köklendirilmiş olan sürgün kümeleri köklendirme işleminden iki ay sonra, 2:2:1 oranında yosun: vermikulit: perlit karışımı içeren potlara dikilerek akvaryum ortamına aktarılmış veya üzeri şeffaf polietilen plastikle örtülerek sera içerisinde muhafaza edilmişlerdir. Aktarılmış olan bütün bitkiler, canlılıklarını korumuşlar ve güçlü bir biçimde büyümüşlerdir (Huang et al., 1994).

### 3.MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü bünyesinde *in vitro* koşullarda oluşturulan steril donör stoklardan temin edilen *Cryptocoryne wendtii* bitkisi kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışmada materyalin temin edildiği stoklardan bir görünüm

Tekerrürlerin oluşturulması için gerekli olan donör stokların altkültürlemeleri yapılmıştır. Stoklar çoğaltıldıktan sonra, çoklu sürgün oluşumu ve mikroçoğaltım için daha uygun bir prosedürün oluşturulması farklı besin ortamları ve bitki büyüme düzenleyicileri kullanılmıştır. Araştırmada ele alınan besin ortamlarının bileşimi Çizelge 3.2.1.1.'de verilmiştir.

#### 3.2. Metot

Eksplant olarak, Ege Üniversitesi Biyomühendislik Bölümünde steril koşullarda oluşturulmuş stoklardan alınan *Cryptocoryne wendtii* bitkisine ait sürgün uçları kullanılmıştır. Eksplantlar, farklı hormon kombinasyonlarına ait MS (Murashige and Skoog, 1962) besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Çoklu sürgün oluşumları sağlandıktan 40 gün sonra 2. altkültürlemeleri yapılmıştır.

Sürgün uzunlukları ile sürgün sayıları arttırılmaya çalışılmış, sürgün büyümesinin ve köklenmenin en fazla olduğu ortamlar belirlenmeye çalışılmıştır.

En uygun sürgün geliştirme ve köklendirme ortamı saptandıktan sonra, adaptasyon çalışmalarına geçilmiştir. Aklimatizasyon çalışmalarında *in vitro* ortamlarda çoğaltılmış olan köklü ve köksüz bitkicikler kullanılmıştır. Adaptasyon çalışmaları, balıklı ve balıksız akvaryum ortamlarında farklı biçimlerde yapılmıştır. Bitkicikler, teker teker ayrıldıktan sonra çeşme suyunun altında yıkanarak agarları temizlendikten sonra akvaryum ortamlarına aktarılmışlardır. Besin ortamlarının hazırlanması, *in vitro* ortamda eksplantların kültüre alınması, çoğaltılması ve *in vitro* çoğaltılmış olan bitkilerin aklimatizasyonlarının sağlanması için yapılan çalışmalar ile ilgili yöntemler aşağıda ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

### **3.2.1. Besin ortamlarının hazırlanması**

Araştırmada, çoklu sürgün oluşumu, sürgün uzunluklarının arttırılması ve köklenmenin sağlanabilmesi için, mineral maddeler, vitaminler, bitki büyüme düzenleyicileri ve agar ihtiva eden MS (Murashige ve Skoog, 1962) besin ortamları kullanılmıştır.

En uygun mikroçoğaltım prosedürünün belirlenmesi amacıyla, iki farklı deneme yapılmıştır. Mikroçoğaltım için; öncelikle çoklu sürgün oluşumlarının sağlanması, bitki uzunluklarının artırılması ve köklenmelerin oluşması için toplam 11 farklı besin ortamı kullanılmıştır. İçerikleri Çizelge 3.2.1.1.'de gösterilen MS besin ortamlarında sukroz ve bitki büyüme düzenleyicilerinin farklı konsantrasyonları ve kombinasyonları denenmiştir.

1. Grup olarak adlandırılan denemede; çoklu sürgün oluşumlarının sağlanması, en uzun sürgün oluşumunun belirlenmesi ve en fazla kök oluşumunun sağlanması amacıyla 7 farklı besin ortamı kullanılmıştır. MS besin ortamının sukroz, agar ve bitki büyüme düzenleyicileri içerikleri Çizelge 3.2.1.2'de verilmiştir.

2. Grup olarak adlandırılan denemede ise; çeşitli büyüme düzenleyicileri ve 30 g/L sukroz ile 7 g/L agar içeren MS besin ortamı kullanılmıştır. Yarı katı bu besin ortamlarının, içerikleri Çizelge 3.2.1.3' de verilmiştir. 2. Grup olarak adlandırılan deneme, çoklu sürgün oluşumları ile birlikte en uzun sürgün gelişiminin aynı besin ortamında sağlanması amacıyla yapılmıştır. 2. Grup denemede kullanılmış olan bitki büyüme düzenleyicilerinin içerikleri, ilk yapılan denemeden elde edilen veriler doğrultusunda belirlenmiştir. Kültüre alınan 1. ve 2. grup denemede her bir besin ortamı ve her bir tekrür için 14' er eksplant kullanılmıştır.

Sürgün oluşumunda, gelişiminde ve köklenmesinde kullanılan yarı katı besin ortamlarının hazırlanmak üzere, önceden oluşturulmuş stok çözeltilerden, 1 litre besin ortamı için gerekli olan miktarlar ve büyüme düzenleyicileri behere aktarılmıştır. Gereken miktarda sukroz eklendikten sonra ortam, destile su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Sukroz iyice çözüldükten sonra seyreltilmiş NaOH (sodyum hidroksit) ve HCl (hidrojen klorür) kullanılarak pH= 5,8'e ayarlanmıştır. 7 g/L agar ilave edildikten sonra devamlı karıştırılarak berraklaşmaya kadar kaynatılan ortamlar, sıcak olarak cam kültür kaplarına, her biri yaklaşık 25'er mL olmak üzere dökülmüştür. Ağızları kapatılan kavanozlar, otoklavda 121°C' de 15 dakika süreyle steril edilmişlerdir.

**Çizelge 3.2.1.1.** Çalışmada kullanılan MS (Murashige and Skoog,1962) besin ortamının içerdiği bileşikler ve miktarları

<b>Bileşikler</b>	<b>Miktarlar (mg/L)</b>
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650
KNO <sub>3</sub>	1900
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370
MnSO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O	
MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22,3
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8,6
CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0.025
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6,2
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.25
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440
KI	0.83
CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0.025
myo-Inositol	100
Tris(Tris)Na <sub>2</sub> EDTA	37,3
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27,8
Nikotinic asit	0.5
Pridoksin-HCl	0.5
Thiamin-HCl	0.1
Glisin	2.0

**Çizelge 3.2.1.2.** 1. Grup denemede kullanılan besin ortamlarının içerikleri

	Besin ortamları	Kullanılan sukroz miktarı	Bitki büyüme düzenleyicileri
1	MS	30 g/L	–
2	MS	30g/L	0,5 mg /L BA
3	MS	30g/L	1 mg/L BA
4	MS	30g/L	2 mg/L BA
5	MS	30 g/L	4 mg/L BA
6	MS	30g/L	0,5 mg/L IBA
7	MS	30g/L	1 mg/L IBA

**Çizelge 3.2.1.3.** 2. Grup denemede kullanılan besin ortamlarının içerikleri

	Besin ortamları	Kullanılan sukroz miktarı	Bitki büyüme düzenleyicileri
1	MS	30 g/L	2 mg /L BA
2	MS	30 g/L	4 mg /L BA
3	MS	30 g/L	6 mg/L BA
4	MS	30 g/L	2 mg /L BA + 1mg/L IBA
5	MS	30 g/L	4 mg /L BA+ 1mg/L IBA
6	MS	30 g/L	6 mg/L BA+ 1mg/L IBA

### 3.2.2. Eksplantların hazırlanması ve kültür ortamına alınması

*In vitro* koşullarda çoğaltılmış olan stoklardan alınan ve steril fayans üzerinde kökleri ve yaprakları kesilerek uzaklaştırılmış, 0.5-1 cm' lik sürgün uçları kültüre aktarılmışlardır. Dikime hazır hale getirilen eksplantlar, Çizelge 3.2.1.1, Çizelge 3.2.1.2 ve Çizelge 3.2.1.1 'de gösterilen besin ortamlarını içeren kültür kaplarına, her bir kültür kabı içerisinde bir eksplant bulunacak şekilde kültüre alınmışlardır.

Kültürler, aydınlık koşullarda bırakılarak gelişimleri incelenmiştir.

### 3.2.3. Aklimatizasyon çalışmaları için akvaryum ortamlarının ve eksplantların hazırlanması

En uygun adaptasyon çalışmasının belirlenmesi için üç farklı adaptasyon çalışması yapılmıştır.

Yapılan ilk çalışmada, havalandırmanın bitki büyümesi üzerine etkisinin incelenmesi ile birlikte bitkilerin adaptasyonlarının sağlanması için 50 cm genişliğinde, 25 cm yüksekliğinde ve 17 cm derinliğinde tek bir akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumda kullanılan kumlar, 100 ml NaOCl ilave edilmiş 10 L hacmindeki çeşme suyunda 5 dakika bekletilerek yıkanmıştır. Akvaryumun içerisine yerleştirilen kumun üst yüzey kısmına yakın yere havalandırma borusu, akvaryumun üst kısmına ise bir floresan lambası yerleştirilmiştir. Araştırmada üç farklı dikim yapılmıştır: Havalandırma borusunun üst kısmına serilen kumun içerisine dikilen bitkiler (1 no'lu uygulama), akvaryumun en arka kısmına dikilen bitkiler (2 no'lu uygulama) ve orta kısmına dikilen bitkiler (3 no'lu uygulama) olmak üzere üç farklı dikim uygulanmıştır. Akvaryumun en arka kısmında kalan bitkiler en az havalandırma oranına, havalandırma borusunun üzerine dikilen bitkiler en fazla havalandırma oranına sahip olmuşlardır. Havalandırma oranına göre bitkilerin sürgün uzunlukları, kök uzunlukları ve kök sayıları belirlenmiştir.

*In vitro* koşullarda çoğaltılmış olan stoklardan alınan çoklu sürgünler, köksüz olarak üçlü sürgünler halinde ayrılarak, agarları yıkandıktan sonra

akvaryum ortamına dikime hazır hale getirilmişlerdir. Her bir uygulama için 9'ar adet üçlü sürgünler kullanılmıştır. Deneme üç tekrarlı olarak tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Bitkiler, akvaryum ortamına aktarıldıktan 30 gün sonra gözlemleri yapılmıştır.

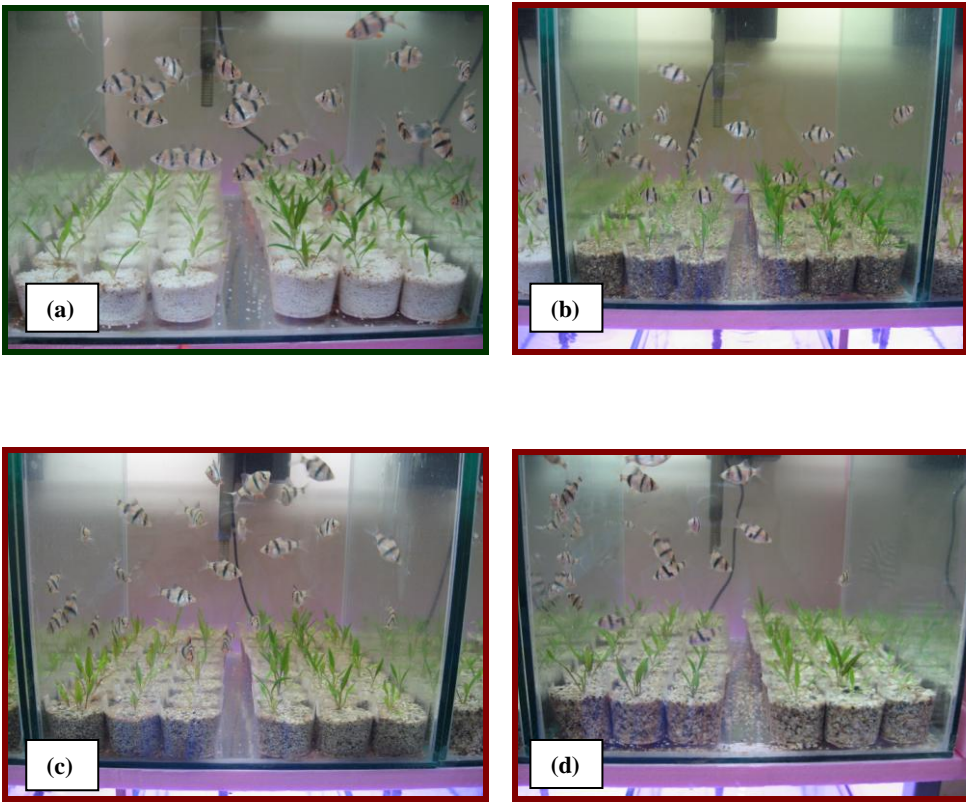
Yapılan ikinci çalışmada, tetrazon (*Puntius tetrazona*) akvaryum balıkları kullanılarak doğal ortam sağlanmış ve bitkiler için farklı substratlar kullanılmıştır. *Cryptocoryne wendtii* bitkilerinin dikimleri için kalsit, dere kumu, zeolit ve midye kırığı olmak üzere dört farklı substrat kullanılmıştır. Tetrazon balıklarının anavatanı Güney Doğu Asya'dır (Şekil 3.2.3). Çok hareketli balıklardır akvaryumdaki diğer balıklara rahatsızlık verebilirler. Dört yıl kadar yaşarlar, dişileri biraz daha şişkin erkeklerin burunları kırmızıdır. En fazla büyüdüğü boy 7 cm'dir ([http://www.akvaryum.com/puntius\\_tetrazona\\_\(tetrazon\)\\_tatlisu7\\_281.asp](http://www.akvaryum.com/puntius_tetrazona_(tetrazon)_tatlisu7_281.asp)) (Erişim tarihi: 10.12.2012). Çalışmamızda hem etçil, hemde otçul beslenme tipine sahip olan ve her akvaryum başına 30 kadar balık, *ad libitum* (serbest olarak yiyebildiği kadar yemleme yapılması) beslenmeye tabi tutulmuştur.



Şekil 3.2.3. Akvaryum ortamında bulunan tetrazon balıkları

*In vitro* koşullarda çoğaltılmış olan çoklu sürgünler, çeşme suyu altında agarları yıkanarak temizlendikten sonra birer bitkicik şeklinde ayrılarak, köklü ve köksüz olmak üzere önceden hazırlanmış olan ve içerisinde substratların bulunduğu plastik potlara dikilerek, akvaryum ortamında kültüre alınmışlardır. Köklü olarak alınan bitkiler, kökleri yaklaşık bir cm olacak şekilde kesilerek, dikimleri yapılmıştır. Bitkilerin, substratlara dikimleri yapılmadan önce ağırlıkları alınarak, sürgün uzunlukları, aya uzunlukları, aya genişlikleri, kök uzunlukları, yaprak sayıları tespit edildikten sonra bu parametreler akvaryum ortamına alındıktan üç ay sonra tekrar belirlenerek aradaki fark ortaya konmuştur.

Çeşme suyunun altında yıkanarak agarları temizlenmiş olan bitkicikler, peçete üzerinde nemleri alındıktan sonra tartımları yapılmıştır. Adaptasyon çalışmasında önden arkaya doğru 35 cm genişlikte, 35 cm yükseklikte, soldan sağa doğru 50 cm uzunlukta 50 L'lik dört adet akvaryum kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan her bir akvaryum için farklı substrat kullanılmıştır (Şekil 3.2.4).



**Şekil 3.2.4.** Çeşitli substratların bulunduğu balıklı akvaryumlarda kültüre alınmış bitkiler ve tetrazon balığı (a) Kalsit (b) Dere kumu (c) Zeolit (d) Midye kırığı içeren potlara dikilmiş bitkiler

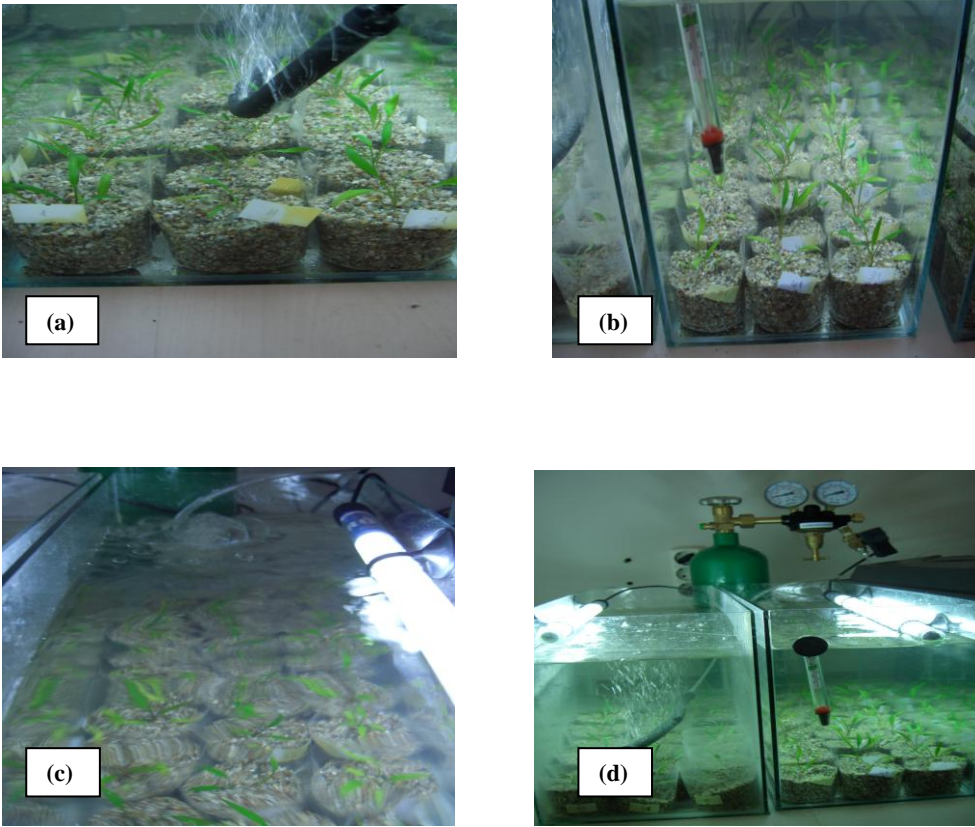
Her bir akvaryumda 30 adet köklü ve 30 adet köksüz olmak üzere toplam 60 bitkicik kullanılmıştır. Araştırma, her bir tekerrürde 10 adet bitkicik olmak üzere 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Balıklı akvaryum denemeleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü Yetiştiricilik Anabilim Dalı'ndan Doç. Dr. Gürel Türkmen'in katkılarıyla yapılmıştır.

Akvaryum sularının iki haftada bir 1/3'lük kısmı değiştirilerek taze çeşme suyu ilave edilmiştir. Her iki haftada bir akvaryum suyunun değiştirilmesinden önce su analizleri yapılmıştır. Su analizleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümünde Yrd. Doç. Dr. Bülent Yağmur tarafından yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.7.1 ve Çizelge 4.7.2'de verilmiştir. Akvaryumda gün ışığı veren flouresan lamba kullanılmıştır. Saatte 200 L debi ile çalışan havalandırma ve şelale tipi filtreler kullanılmıştır. pH, cam elektrodlu pH metre ile (Merck, 1973); elektriksel iletkenlik, EC metre ile (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954) ölçülmüştür. Katyonlardan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$ , alev fotometrede okunan absorbans verileri standart çözeltilerle hazırlanan kurveye uyarlanarak (Jackson, 1958); kalsiyum+magnezyum ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) erichrom T siyahı indikatörü kullanılarak ve 0,01 N EDTA ile titre edilerek (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954); anyonlardan  $\text{Cl}^-$ , potasyumbikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) indikatörü varlığında 0,05 N  $\text{AgNO}_3$  ile titre edilerek (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954); karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) analizinde fenol fitaleyn, hidrokarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) analizinde metil oranj indikatörü kullanılarak ve 0,1 N HCl ile titre edilerek belirlenmiştir (Merck, 1973). Akvaryumdaki bitkiler, yaklaşık üç ay sonra gözlemleri ve yaş ağırlık tartımları yapıldıktan sonra,  $55^0 \text{ C}$ 'de pastör fırınında 24 saat süre ile kurutularak, kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Yapılan üçüncü çalışmada ise, bitkilerin aklimatizasyonlarını sağlamak, bitki büyümesi üzerine  $\text{CO}_2$ , havalandırma ve havalandırma+15:15:15'in etkisini belirlemek amacıyla farklı bir deneme kurulmuştur. Bu denemede 50 cm genişliğinde, 25 cm yüksekliğinde ve 17 cm derinliğinde üç adet akvaryum kullanılmıştır. Akvaryumda kullanılan kumlar, NaOCl ilave edilmiş çeşme suyu ile yıkanmıştır.

Bu çalışmada, *Cryptocoryne wendtii* bitkilerinin potlara dikimleri için, substrat olarak zeolit kullanılmıştır. *In vitro* koşullarda çoğaltılmış olan çoklu sürgünler çeşme suyu altında agarları yıkandıktan sonra birer bitkicik şeklinde ayrılarak önceden hazırlanmış olan zeolit içeren plastik potlara dikilerek akvaryum ortamlarında kültüre alınmışlardır. Köklü olarak alınan bitkiler, kökleri yaklaşık bir cm olacak şekilde kesilerek, dikimleri yapılmıştır.

Her bir akvaryum için 30 adet köklü olmak üzere toplam 90 bitkicik kullanılmıştır. Deneme, her bir tekerrürde 10 adet bitkicik olmak üzere 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur. Çalışmada, üç adet akvaryum kullanılmış, ilk akvaryuma yalnızca havalandırma, ikincisine bir CO<sub>2</sub> sistemi yerleştirilmiş, üçüncü akvaryuma ise havalandırma sistemi yerleştirilmesi ile birlikte 15:15:15 gübresi 0,25 mg/L olacak şekilde uygulanmıştır. Bu denemede, bitkilerin kültüre alındıkları akvaryum düzenekleri Şekil 3.2.5' de görülmektedir.



**Şekil 3.2.5.** Farklı uygulamalar yapılmış olan akvaryumlara alınan bitkiler (a) Havalandırma (b) ve (c) CO<sub>2</sub> (d) 15:15:15+ havalandırma uygulanan akvaryumlar

### **3.2.4 *İn vitro* kültür koşulları**

Tüm kültürler, flouresan ışığında 4000 lux aydınlatma altında, 12 saat aydınlık 12 saat karanlık fotoperiyotta ve  $26\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta tutulmuşlardır.

### **3.2.5. Akvaryum koşulları**

Balıklı akvaryumlar, flouresan ışığında (Sylvania) 6500 K gün ışığı aydınlatma altında, 12 saat aydınlık 12 saat karanlık periyotta ve  $26\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta tutulmuşlardır.

Balıksız akvaryumlar, 10 W (watt) flouresan ışığı altında, 12 saat aydınlık 12 saat karanlık periyotta ve  $26\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta tutulmuşlardır.

### **3.2.6. Denemenin kurulması ve verilerin değerlendirilmesi**

Araştırmada *in vitro* denemeler, üç tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Akvaryum denemelerinde ise kullanılan her bir akvaryum bir tekerrür olarak kabul edilerek, standart boyutlarda olan akvaryumların laboratuvar içindeki yerleşimlerinden kaynaklanabilecek olası bir varyasyonu elemine etmek amacıyla, istatistiki analizler tesadüf blokları deneme desenine göre tek faktörlü olarak yapılmıştır (Açıkgöz, 2004).

## 4. BULGULAR

### 4.1. *In Vitro* Besin Ortamlarında Kültüre Alınan Eksplantlarda Sürgün Oluşum Durumları

Yapılmış olan 1. Grup denemede 7 farklı besin ortamı kullanılmıştır. Besin ortamlarının içerikleri Çizelge 3.1' de verilmiştir. Araştırmada, eksplantlar kültüre alındıktan yaklaşık 40 gün sonra sürgün oluşumlarının başladığı gözlenmiştir. Kültüre alınan eksplantlarda, eksplantların kültüre alındıktan 40 gün sonra oluşturmuş oldukları ortalama sürgün sayıları Çizelge 4.1.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.1.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları sürgün sayısı ve eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı\*

Besin ortamı	Bitki büyüme düzenleyicileri		Oluşan sürgün sayıları (Adet)				Toplam sürgün sayıları (Adet)	Eksplant başına düşen sürgün sayısı (Adet)
			T1	T2	T3	Ort.		
MS	Kontrol (mg/L)	-	20	18	18	18.6 c	56	1.3
	BA (mg/L)	0.5	50	36	41	42.3 b	127	3.0
		1	34	44	50	42.6 b	128	3.0
		2	73	81	74	76 a	228	5.4
		4	65	68	104	79 a	237	<b>5.6</b>
	IBA (mg/L)	0.5	19	32	32	27.6 bc	83	1.9
		1	29	34	33	32 bc	96	2.2

\* Eksplant sayısı tekrerr başına 14 adettir.

Sürgün uç eksplantlarının oluşturdukları sürgün sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları incelendiğinde uygulanan 7 farklı besin ortamının sürgün sayısı üzerine istatistiksel olarak %1 önem düzeyinde bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.1.2).

Yani besin ortamından ileri gelen farklılık sürgün sayısı özelliğini %99 olasılıkla etkilemektedir. Ortalamaları gruplandırmak amacıyla yapılan LSD analizi sonuçları Çizelge 4.1.3'de sunulmuştur.

**Çizelge 4.1.2.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F Tablo değeri (%5)	F Tablo değeri (%1)
Besin ortamı	6	9872,571	1645,429	17,182**	2,850	4,460
Hata	14	1340,667	95,762			
Genel	20	11213,238	560,662			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

**Çizelge 4.1.3.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı ile ilgili LSD gruplandırması \*

Besin ortamı	Tekerrür ortalamaları	Gruplandırmalar
4 mg/L BA	79,0	a
2 mg/L BA	76,0	a
1 mg/L BA	42,6	b
0,5 mg/L BA	42,3	b
1 mg/L IBA	32,0	bc
0,5 mg/L IBA	27,6	bc
Kontrol	18,6	c

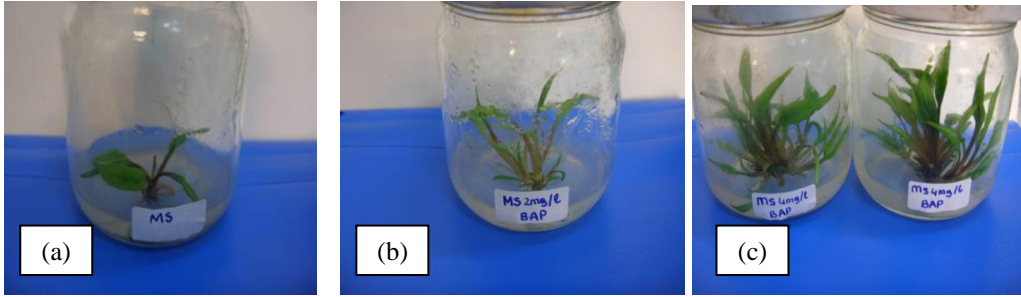
\*Testte Kullanılan LSD değeri 23,784' dir.

İstatistiki analizler sonucunda, 4 mg/L BA ve 2 mg/L BA içeren MS besin ortamlarının sürgün sayısını en fazla arttıran ortamlar oldukları ve aralarında istatistiksel düzeyde bir fark bulunmadığı görülmektedir. İkinci olarak bunları 1 mg/L BA ve 0,5 mg/L BA ortamları takip etmektedir.

Sürgün sayısı özelliği bakımından hiçbir hormon uygulamasının yapılmadığı kontrol ortamı en düşük performansı göstermiş yani beklendiği gibi bu özelliği etkilememiştir. IBA (Indol-3-Butirik asit) içeren ortamlar açısından sürgün sayısı karakteri incelendiğinde bu ortamların ikisinin de kontrol grubuna yakın bir ara grupta yer aldıkları ve bu karakter üzerine çok önemli bir etkilerinin olmadığı anlaşılmaktadır.

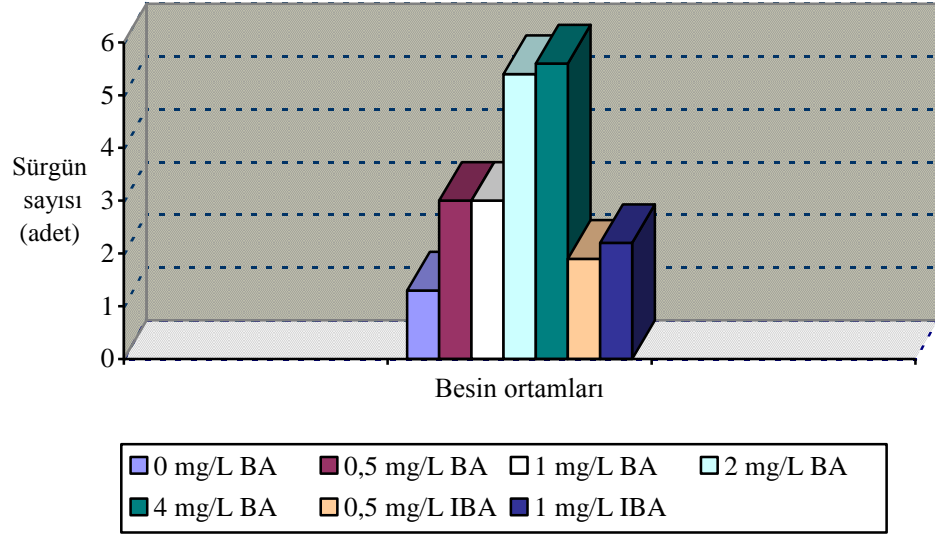
Eksplant başına düşen sürgün sayısı, en fazla 4 mg/L BA içeren besin ortamında 5.6 adet olarak saptanmıştır. 0.5 mg/L ve 1mg/L dozlarda BA içeren besin ortamlarında eksplant başına düşen sürgün sayısı bakımından herhangi bir fark görülmemiştir (Çizelge 4.1.1).

1 mg/L IBA (Indol-3-Bütirik asit) içeren MS besin ortamında eksplant başına düşen sürgün sayısı 2.2 adet, 0,5 mg/L oranında IBA (Indol-3-Bütirik asit) içeren besin ortamında eksplant başına sürgün sayısı 1.9 adet olarak belirlenmiştir. 2 mg/L BA içeren MS besin ortamı ile 4 mg/L BA içeren MS besin ortamı arasında eksplant başına düşen sürgün bakımından çok az bir fark görülmüştür (Çizelge 4.1.1) (Şekil 4.1.1) (Şekil 4.1.2).



**Şekil 4.1.1.** Farklı dozlarda BA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantlarda görülen sürgün oluşumları (a) 0 mg/L (b) 2 mg/L (c) 4 mg/L BA

Kullanılan besin ortamlarına göre eksplant başına sürgün sayısı



**Şekil 4.1.2.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı

1. Grup denemede, en fazla sürgün oluşumu 4 mg/L BA içeren MS besin ortamında saptanması nedeniyle bu sonuçlar doğrultusunda, 2. grup denemede MS besin ortamında BA tek başına ve IBA (Indol-3-Butirik asit) hormonu ile birlikte kombinasyonlu olarak kullanılmıştır.

2. Grup denemede, 6 farklı besin ortamında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları sürgün sayısı ve eksplant başına düşen sürgün sayısı Çizelge 4.1.4.'de verilmiştir. Her bir deneme için 14 eksplant kullanılmıştır.

**Çizelge 4.1.4.** Farklı dozlarda BA ve BA+IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı ve eksplant başına düşen sürgün sayısı

Besin Ortamı	Bitki büyüme düzenleyicileri		Oluşan ortalama sürgün sayısı (Adet)				Toplam sürgün sayısı (Adet)	Eksplant başına düşen sürgün sayısı (Adet)
			T1	T2	T3	Ort.		
MS	BA (mg/L)	2	85	84	60	76.3	229	5.4
		4	94	90	73	85.5	257	6.0
		6	81	102	73	85.3	256	<b>6.0</b>
MS	IBA 1mg/L + BA (mg/L)	2	90	104	65	86.3	259	6.1
		4	107	95	101	101	303	<b>7.2</b>
		6	114	97	86	99	297	7.1

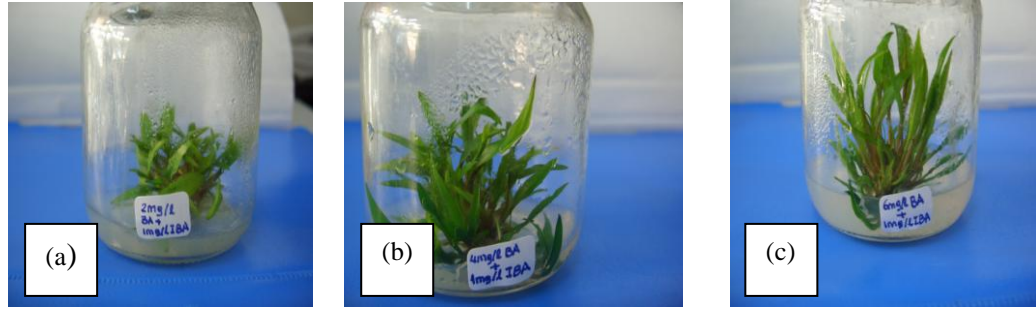
\*Her tekerrür için 14 eksplant kullanılmıştır.

Farklı dozlarda BA ve BA+IBA içeren besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı ile ilgili olarak yapılan varyans analizinde besin ortamlarında farklılık görülmemiştir (HKO:195,722; F: 1,337).

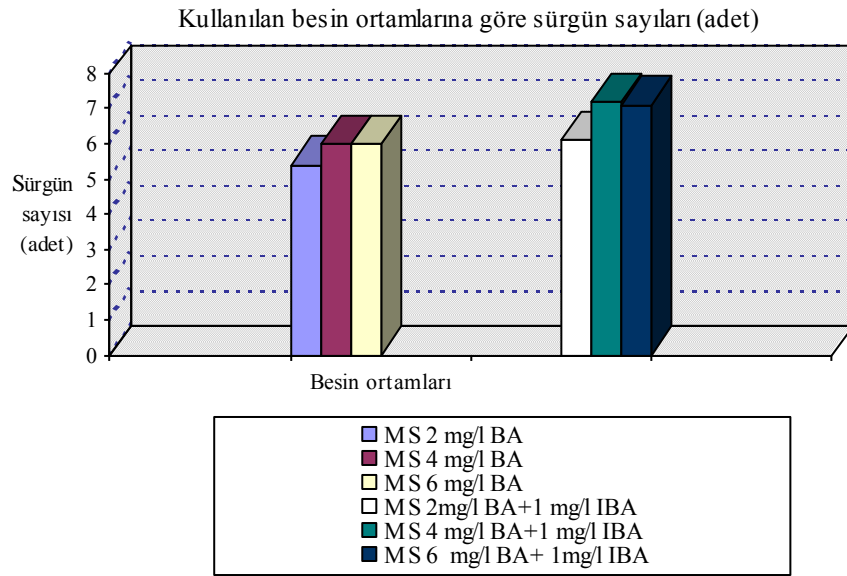
Farklı dozlarda BA ve BA+IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün sayısı bakımından, en çok 4 mg/L BA+ 1mg/L IBA içeren MS besin ortamında 101 adet bunu takiben, 6 mg/L BA+ 1mg/L IBA içeren besin ortamında ise 99 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1.4).

4 mg/L BA ve 6 mg/L dozlarında BA içeren besin ortamlarında oluşan sürgün sayısı bakımından herhangi bir fark görülmemiştir. 2 mg/L BA+ 1mg/L IBA, 4 mg/L BA+ 1mg/L IBA, 6 mg/L BA+ 1mg/L IBA içeren besin ortamında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları sürgünler Şekil 4.1.3'de görülmektedir. 1. Alt kültür sonunda (40 gün sonra) 4 mg/L BA ve 1 mg/L IBA içeren MS besin ortamında eksplant başına düşen sürgün sayısı 7.2 adet (çoğaltım oranı: 7.2)

olarak belirlenirken, 2. alt kültür sonunda (40 gün sonra) ise toplam sürgün sayısı 725 adet (çoğaltım oranı: 51.8) olarak saptanmıştır.



**Şekil 4.1.3.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantlarda görülen sürgün oluşumları (a) 2 mg/L BA+ 1 mg/L IBA (b) 4mg/L BA+ 1 mg/L IBA (c) 6mg/L BA+ 1 mg/L IBA



**Şekil 4.1.4.** Farklı dozlarda BA ve BA+IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların, eksplant başına oluşturdukları sürgün sayısı (adet)

#### 4.2. *In Vitro* Besin Ortamlarında Kültüre alınan Eksplantların Oluşturdukları Sürgün Uzunlukları

1. Grup denemede, 7 farklı besin ortamında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları sürgün uzunlukları Çizelge 4.2.1.'de verilmiştir.

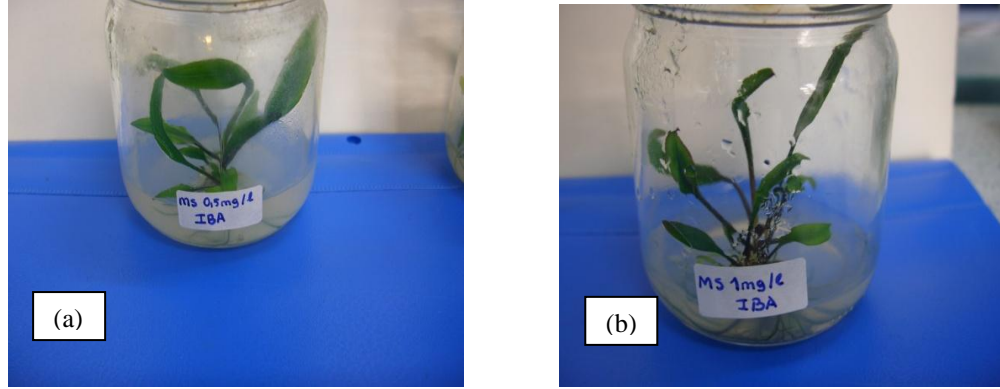
**Çizelge 4.2.1.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları

Besin ortamı	Bitki büyüme düzenleyicileri		Oluşan sürgün uzunlukları (cm)			
			T1	T2	T3	Ort.
MS	Kontrol (mg/L)	-	2.6	2.0	2.0	2.2 c
	BA (mg/L)	0.5	2.4	2.2	2.1	2.2 c
		1	2.7	2.8	2.7	2.7 bc
		2	3.2	3.2	2.7	2.9 b
		4	3.4	3.2	3.0	3.2 b
	IBA (mg/L)	0.5	4.0	4.3	4.1	4.1 a
		1	4.6	4.0	4.7	<b>4.4 a</b>

En uzun sürgün boyu 1 mg/L IBA (Indol-3-Butirik asit) içeren besin ortamında 4.4 cm, 0.5 mg/L IBA (Indol-3-Butirik asit) içeren besin ortamında 4.1 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.1) (Şekil 4.2.1).

Sürgün sayısı bakımından düşük performans sergileyen IBA içeren ortamların sürgün uzunluğu bakımından en iyi sonucu verdikleri ve aynı grupta yer aldıkları görülmektedir. Kontrol ve 0.5 mg/L BA içeren ortamların sürgün uzunluğunu artırıcı etkiye sahip olmayıp ve aynı istatistiksel grupta yer almaktadırlar (Çizelge 4.2.1).

Sürgün uzunlukları incelendiğinde, herhangi bir bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen MS besin ortamında ve 0.5 mg/L BA (6-Benzil adenin) içeren MS besin ortamında sürgün uzunlukları bakımından herhangi bir fark görülmemiştir.



**Şekil 4.2.1.** Farklı dozlarda IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantlarda görülen sürgün oluşumları (a) 0.5 mg/L IBA (b) 1 mg/L IBA içeren MS besin ortamında

Sürgün uzunluğu ile ilgili verilere ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.2.2’ de sunulmuştur.

**Çizelge 4.2.2.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunluklarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F Tablo değeri (%5)	F Tablo değeri (%1)
Besin ortamı	6	13,636	2,273	36,433**	2,850	4,460
Hata	14	0,873	0,062			
Genel	20	14,510	0,725			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunluklarına ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde, besin ortamlarının sürgün uzunluğu üzerine %1 önem düzeyinde etkilerinin olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.2.2).

Sürgün uzunluğu özelliği bakımından besin ortamlarının değerlendirildiği LSD gruplandırması Çizelge 4.2.3.'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.3.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunluklarına ait LSD gruplandırması

Besin ortamı	Tekerrür ortalamaları	Gruplandırmalar
1 mg/L IBA	4,4	a
0,5 mg/L IBA	4,1	a
4 mg/L BA	3,2	b
2 mg/L BA	2,9	b
1 mg/L BA	2,7	bc
0,5 mg/L BA	2,2	c
Kontrol	2,2	c

\* Testte Kullanılan LSD değeri 0,607'dir.

2. Grup denemede eksplantlar, 2, 4, 6 mg/L dozlarında BA (6-Benzyladenin) ve 2, 4, 6, mg/L BA (6- Benzyladenin) + 1mg/L IBA (Indol-3-Butirik Asit) hormon kombinasyonlarını içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları (cm) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.2.4' te verilmiştir. Kültüre aldıktan yaklaşık on gün sonra sürgün oluşumlarının başladığı saptanmıştır.

**Çizelge 4.2.4.** Farklı dozlarda BA ve BA + IBA hormon kombinasyonlarını içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları

Besin ortamı	Bitki büyüme düzenleyicileri		Oluşan sürgün uzunlukları (cm)			
			T1	T2	T3	Ort.
MS	BA mg/L (6- Benzyladenin)	2	2.7	2.4	2.2	2.5
		4	2.8	3.2	2.8	2.9
		6	3.5	3.1	3.1	<b>3.2</b>
	1 mg IBA+ BA ( mg/L)	2	2.7	2.5	3.1	2.7
		4	3.1	3.0	2.8	3.0
		6	2.8	3.0	3.4	<b>3.1</b>

Farklı dozlarda BA ve BA+IBA hormon kombinasyonlarını içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama sürgün uzunluklarına ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde, besin ortamlarının sürgün uzunluğu üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır (HKO:0,111;F:2,900).

### 4.3. *In vitro* Ortamda Kültüre Alınan Eksplantlarda Köklenme Durumları

1. Grup deneme sonucunda, kültüre alınan eksplantların oluşturdukları kök sayıları belirlenmiştir (Çizelge 4.3.1) (Şekil 4.3.1) (Şekil 4.3.2). Kültüre alınan eksplantlarda kültüre aldıktan yaklaşık on gün sonra köklenmelerin ve sürgün oluşumlarının başladığı görülmüştür.

**Çizelge 4.3.1.** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama kök sayısı

Besin ortamı	Bitki büyüme düzenleyicileri		Oluşan kök sayıları				Toplam kök sayısı	Eksplant başına kök sayısı (adet)	Köklenme Yüzdesi (%)
			T1	T2	T3	Ort.			
MS	Kontrol (mg/L)	-	86	70	69	75.0 ab	225	5.3	92.8
	BA (mg/L)	0.5	57	47	62	55.3 b	166	3.9	88.1
		1	8	26	19	17.6 c	53	1.2	42.8
		2	5	6	5	5.3 c	11	0.2	11.9
		4	-	-	-	-	-	-	-
	IBA (mg/L)	0.5	79	73	80	77.3 ab	232	5.5	92.8
		1	93	79	117	96.3 a	289	<b>6.8</b>	<b>95.3</b>

1. Grup denemede, farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama kök sayısı bakımından, 1mg/L IBA ihtiva eden MS besin ortamında 96.3 adet, 0.5 mg/L IBA içeren MS besin ortamında 77.3 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.1) (Şekil 4.3.1).

BA içeren MS besin ortamlarında ise kullanılan büyüme düzenleyicilerinin dozu arttıkça eksplant başına düşen kök sayısının azaldığı ve çoklu sürgün oluşuma çok uygun bulunan 4mg/L dozda BA içeren besin ortamında ise herhangi bir köklenme durumunun olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.3.1).

Köklenme yüzdeleri 1 mg/L IBA içeren ortamda %95.3 oranında, 0,5 mg/L IBA içeren besin ortamında ve herhangi bir büyüme düzenleyicisi içermeyen MS ortamında %92.8, 0.5 mg/L BA içeren besin ortamında %88.1, 1 mg/L BA içeren besin ortamında %42.8, 2 mg/L BA içeren besin ortamında ise; % 11.9 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3.1).

**Çizelge 4.3.2** Farklı dozlarda BA ve BA + IBA hormon kombinasyonlarını içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama kök sayılarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F Tablo değeri (%5)	F Tablo değeri (%1)
Besin ortamı	6	19399,167	3233,194	28.883**	3.090	5,070
Hata	11	1231,333	111,939			
Genel	17	20630,500	1213,559			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

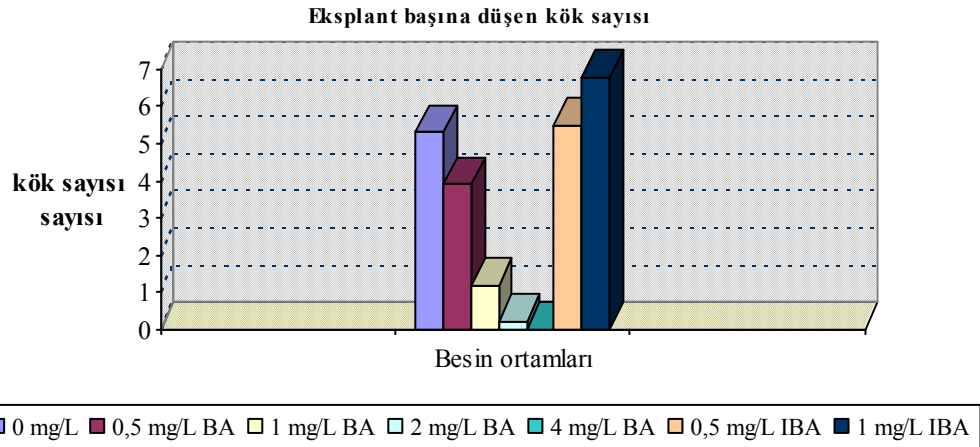
Farklı dozlarda BA ve IBA içeren besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama kök sayıları ile ilgili olarak yapılan varyans analizinde besin ortamlarında %1 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama kök sayısı bakımından en iyi sonucu 1 mg/L IBA içeren besin ortamının verdiği bulunmuştur (Çizelge 4.3.2) (Çizelge 4.3.3).

Farklı dozlarda BA ve BA+IBA hormon kombinasyonlarını içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama kök sayıları ile ilgili LSD sonuçları Çizelge 4.3.3’de sunulmuştur.

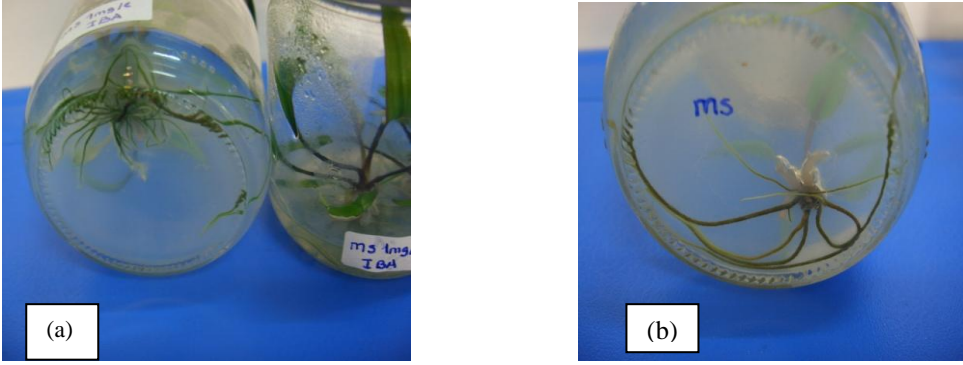
**Çizelge 4.3.3.** Farklı dozlarda BA ve BA+IBA içeren besin ortamlarında kültüre alınan eksplantların oluşturdukları ortalama kök sayılarına ait LSD gruplandırması.

Besin ortamı	Tekerrür ortalamaları	Gruplandırılmalar
1 mg/L IBA	96,3	a
0,5 mg/L IBA	77,3	ab
Kontrol	75,0	ab
0,5 mg/L BA	55,3	b
1 mg/L BA	17,6	c
2 mg/L BA	5,3	c
4 mg/L BA	0,0	-

LSD değeri=26.825'dir



**Şekil 4.3.1** Farklı dozlarda BA ve IBA içeren MS besin ortamlarında kültüre alınan ekplantların, eksplant başına oluşturdukları kök sayısı



**Şekil 4.3.2.** (a) 0 mg/L (b) 1mg/L IBA içeren MS besin ortamlarında görülen kök oluşumları

Kök sayısı karakterinin LSD gruplandırması incelendiğinde ise IBA uygulamaları yine ön plana çıkmakta ve en üstün uygulamanın IBA 1 mg/L besin ortamı olduğu anlaşılmaktadır. Kontrol ortamının bu karakteri hiç etkilemediği düşünüldüğünde 0,5 mg/L IBA içeren ortamın da kontrol ortamı ile aynı grupta olduğu yani kök sayısına herhangi bir etkisi olmadığı görülmektedir.

BA (6-Benzil-adenin) uygulamaları ise kök sayısını olumsuz yönde etkilemekte ve BA konsantrasyonu arttıkça kök sayısı olumsuz etkilenmektedir. Buradan hareketle analiz sonuçlarına göre kök sayısı karakteri bakımından en düşük performansı sergileyen ortamların 2 mg/L BA (6-Benzil-adenin) ve BA (6-Benzil-adenin) 4 mg/L ortamları olduğu söylenebilir.

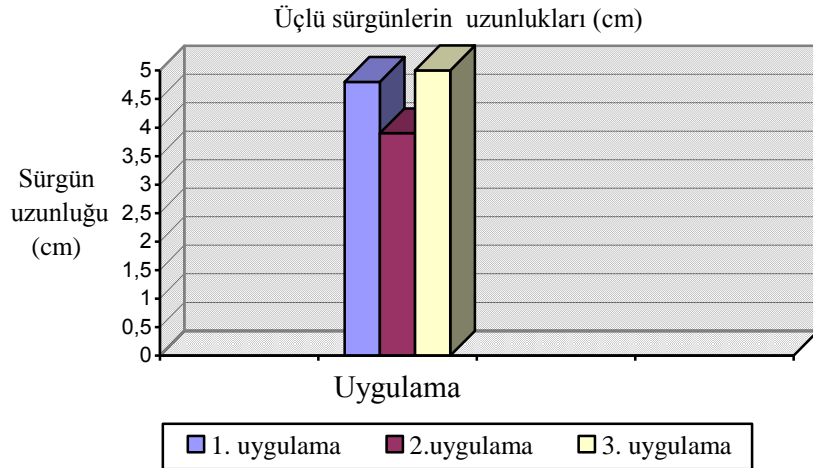
#### 4.4. Balıksız Akvaryum Ortamına Aktarılmış Olan Bitkilerin Büyüme Durumları

##### Sürgün uzunluğu (cm):

Köksüz olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan üçlü sürgünlerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan 30 gün sonraki sürgün uzunlukları havalandırma durumuna göre belirlenmiştir (Çizelge 4.4.1) (Şekil 4.4.1).

**Çizelge 4.4.1.** Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumlarına göre oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları

Uygulama (No)	Oluşan sürgün uzunlukları (cm)			
	T1	T2	T3	Ort.
<b>1</b>	5.0	5.0	4.3	4.8
<b>2</b>	4.1	4.5	3.1	3.9
<b>3</b>	5.1	4.8	5.1	<b>5.0</b>



**Şekil 4.4.1.** Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumlarına göre oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları (cm)

Üçlü sürgünlerin oluşturdukları ortalama sürgün uzunlukları, orta havalandırmalı 3 no'lu uygulamada 5.0 cm, en fazla havalandırmanın olduğu 1 no'lu uygulamada 4.8 cm, en az havalandırmanın olduğu 2 no'lu uygulamada ise 3.9 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4.1) (Şekil 4.4.1).

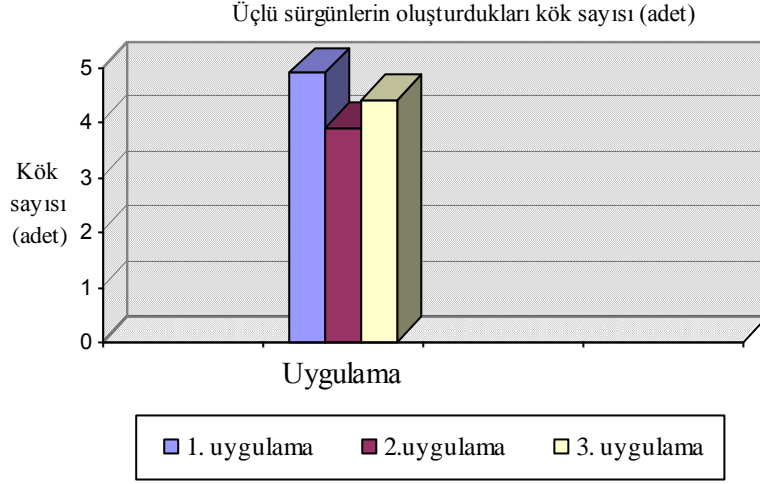
### **Kök sayısı (Adet):**

Köksüz olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan üçlü sürgünlerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan 30 gün sonraki kök sayıları havalandırma durumuna göre belirlenmiştir (Çizelge 4.4.2) (Şekil 4.4.2).

**Çizelge 4.4.2.** Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumuna göre oluşturdukları kök sayıları

Uygulama (no)	Oluşan kök sayıları (adet)			
	T1	T2	T3	Ort.
<b>1</b>	4.3	5.3	5.0	<b>4.9</b>
<b>2</b>	3.3	5.0	3.6	3.9
<b>3</b>	5.3	4.3	3.6	4.4

Üçlü sürgün başına düşen kök sayısı, en fazla havalandırmanın olduğu 1 no'lu uygulamada 4.9 adet, en az havalandırmanın olduğu 2 no'lu uygulamada 3.3 adet, orta havalandırmalı 3 no'lu uygulamada ise 4.4 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4.2) (Şekil 4.4.2).



**Şekil 4.4.2.** Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumlarına göre oluşturdukları ortalama kök sayısı (adet)

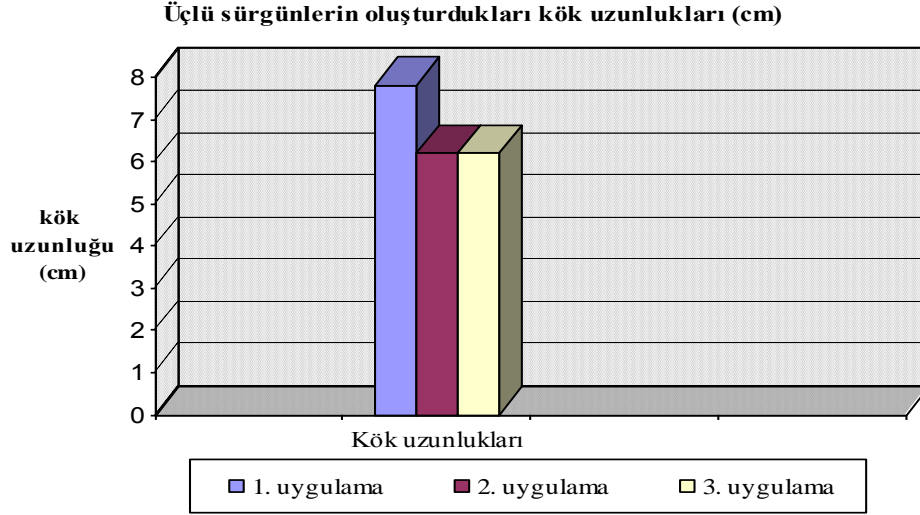
**Kök uzunluğu (cm):**

Köksüz olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan üçlü sürgünlerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan 30 gün sonraki kök uzunlukları havalandırma durumuna göre belirlenmiştir (Çizelge 4.4.3) (Şekil 4.4.3).

**Çizelge 4.4.3.** Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumuna göre oluşturdukları kök uzunlukları (cm)

Uygulama(no)	Oluşan kök uzunlukları (cm)			
	T1	T2	T3	Ort.
1	6.0	9.2	8.2	<b>7.8</b>
2	6.6	5.8	6.3	6.2
3	6.5	6.3	6.0	6.2

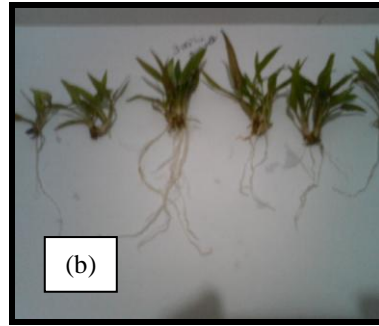
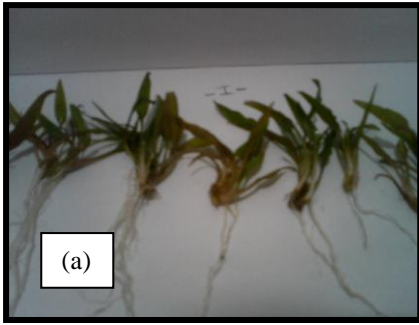
En fazla havalandırmanın olduğu 1 no'lu uygulamada 7.8 cm, en az havalandırmanın olduğu 2 no'lu uygulamada ve orta havalandırmalı 3 no'lu uygulamada ise 6.2 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4.3) (Şekil 4.4.3).



**Şekil 4.4.3.** Akvaryum ortamına alınan üçlü sürgünlerin havalandırma durumlarına göre oluşturdukları ortalama kök uzunlukları (cm)

Kök uzunlukları incelendiğinde, havalandırmanın bulunduğu yerdeki bitkilerin kök uzunluklarının diğerlerine oranla daha fazla olduğu saptanmıştır. 1 no' lu uygulamada kök uzunluğu 7.8 cm olarak belirlenmiştir.

Farklı havalandırma uygulamaları yapılan akvaryum ortamlarına aktarılan köklü bitkilerin, kök sayısı, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu üzerine istatistiksel olarak herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.



**Şekil 4.4.4** Havalandırma durumuna göre üçlü sürgünlerde görülen kök ve sürgün uzunlukları (a) 3 no'lu uygulama (b) 1 no'lu uygulama

#### 4.5. Balıklı Akvaryum Ortamına Aktarılmış Olan Bitkilerin Büyüme Durumları

##### Sürgün uzunluk farkı (cm):

Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarılmadan önceki ve aktarıldıktan üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları substrat tiplerine göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.5.1) (Şekil 4.5.1).

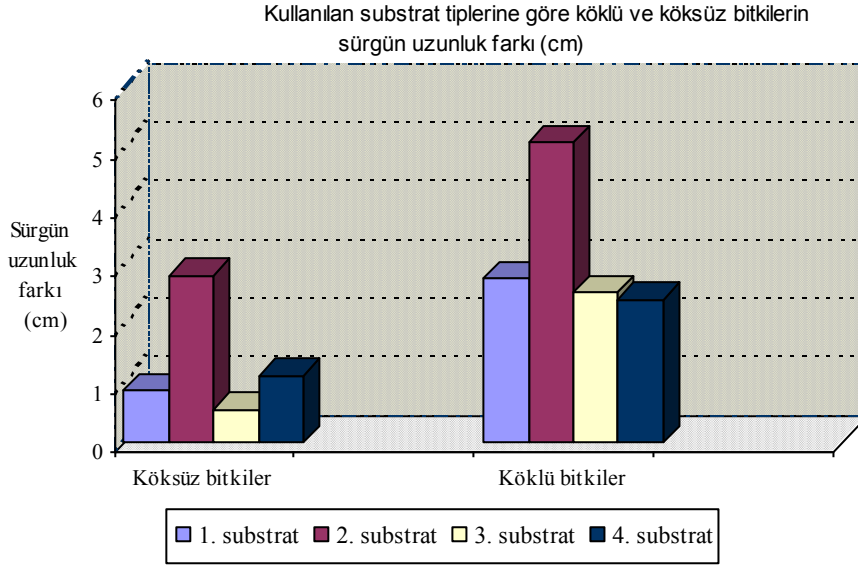
**Çizelge 4.5.1.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm)

<b>Köksüz bitkiler</b> Sürgün uzunluk farkı (cm)					<b>Köklü bitkiler</b> Sürgün uzunluk farkı (cm)			
<b>Kullanılan substrat</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
<b>1</b> (Kalsit)	1,02	1,11	0,53	0,89	1,67	3,56	3,15	2,79 ab
<b>2</b> (Dere kumu)	2,27	1,93	4,35	<b>2,85</b>	5,12	5,27	4,96	<b>5,11 a</b>
<b>3</b> (Zeolit)	0,48	0,7	0,59	0,56	2,43	3,24	1,98	2,55 c
<b>4</b> (Midye kırığı)	0,96	1,37	1,10	1,15	2,58	2,47	2,24	2,43 c

Köklü olarak balıklı akvaryum ortamına alınan bitkilerde sürgün uzunluk farkı ortalamaları, 2 no'lu substratta 5,11cm, 1 no'lu substratta 2,79cm, 3 no'lu substratta 2,55cm ve 4 no'lu substratta 2,43cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.1) (Şekil 4.5.1).

Köksüz olarak aktarılmış olan bitkilerin sürgün uzunlukları ise, 2 no'lu substratta 2,85 cm, 4 no'lu substratta 1,15 cm, 1 no'lu substratta 0,89 cm, 3 no'lu substratta ise 0,56 cm olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.1) (Şekil 4.5.1).

Araştırmamızda özellikle köklü bitkilerde sürgün uzunluğu açısından en iyi sonucu dere kumu substratının verdiği belirlenmiştir.



**Şekil 4.5.1.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm)

Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkı ile ilgili verilere ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.5.2’de sunulmuştur.

Farklı substratlar bulunduran balıklı akvaryum ortamlarına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunlukları farkına ait varyans analizinde substratlarda %1 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkiler için en uygun substratın (2 no’lu substrat) dere kumu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.2) (Çizelge 4.5.3).

**Çizelge 4.5.2.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farklarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F Tablo değeri (%5)	F Tablo değeri (%1)
Tekerrür	2	0.667	0.333	0.750	5.140	10.920
Substrat	3	14.333	4.778	10.750**	4.760	9.780
Hata	6	2.667	0.444			
Genel	11	17.667	1.606			

\*\*=  $\alpha$ :0,05 önemlilik düzeyi

\*=  $\alpha$ :0,01 önemlilik düzeyi

ns = Önemsiz

**Çizelge 4.5.3.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farklarına ait LSD gruplandırılması

Substrat	Ortalama
1	2,79 ab
2	5,11 a
3	2,55 c
4	2,43 c

\*Testte kullanılan LSD değeri 2,019'dur.

Farklı substratlar bulunduran, balıklı akvaryum ortamlarına alınan köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkına ilişkin varyans analiz sonuçlarında substratlarda herhangi bir farklılık görülmemiştir (HKO:0,421; F:4,796).

#### **Aya uzunluk farkı (cm):**

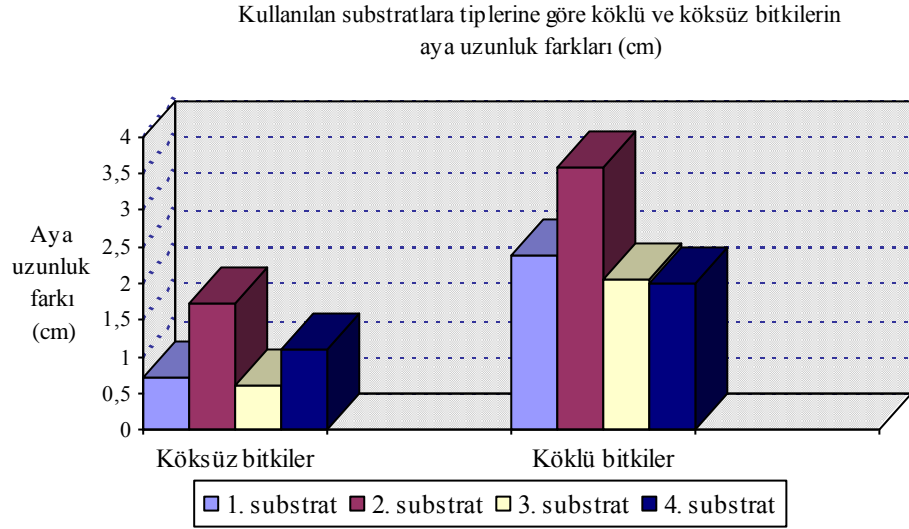
Köklü ve köksüz olarak akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarılmadan önceki ve akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki aya uzunluk farkları belirlenmiştir (Çizelge 4.5.4) (Şekil 4.5.4).

**Çizelge 4.5.4.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farkları (cm)

<b>Köksüz bitkiler</b> Aya uzunluk farkı (cm)					<b>Köklü bitkiler</b> Aya uzunluk farkı (cm)			
<b>Kullanılan Substrat</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
<b>1</b> <b>(Kalsit)</b>	0,79	0,91	0,49	0,73	2,29	2,65	2,18	2,38 b
<b>2</b> <b>(Dere kumu)</b>	2,02	1,67	1,48	1,72	3,43	3,73	3,58	<b>3,58 a</b>
<b>3</b> <b>(Zeolit)</b>	0,59	0,64	0,61	0,61	1,99	2,36	1,80	2,05 b
<b>4</b> <b>(Midye kırığı)</b>	1,09	1,18	1,07	1,11	2,22	1,93	1,89	2,01 b

Köklü olarak akvaryum ortamına alınan bitkilerin aya uzunluk farkı ortalamaları kültüre alınan bitkilerde, 2 no'lu substratta 3,58 cm, 1 no'lu substratta 2,38 cm, 3 no'lu substratta 2,05 cm, 4 no'lu substratta 2,01 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.4) (Şekil 4.5.4).

Köksüz olarak akvaryum ortamına aktarılan bitkilerde ise aya uzunluk farkı ortalamaları, 2 no'lu substratta 1,72 cm, 4 no'lu substratta 1,11 cm, 1 no'lu substratta 0,73 cm, 3 no'lu substratta 0,61 cm olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.4) (Şekil 4.5.4).



**Şekil 4.5.4.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farkları (cm)

Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farkı ile ilgili verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.5’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.5.5.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farklarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F Tablo Değeri (%5)	F Tablo Değeri (%1)
Tekerrür	2	0,500	0,250	1,800	5,140	10,920
Substrat	3	5,667	1,889	13,600**	4,760	9,780
Hata	6	0,833	0,139			
Genel	11	7,000	0,636			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

ns= Önemsiz

Farklı substratlar bulunduran, akvaryum ortamlarına alınan köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farkına ilişkin varyans analiz sonuçlarında substratlarda %1 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin aya uzunlukları bakımından en uygun

substratın (2 no'lu substrat) dere kumu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.5) (Çizelge 4.5.6).

**Çizelge 4.5.6.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farklarına ait LSD gruplandırılması

<b>Substrat</b>	<b>Ortalama</b>
1	2,38 <b>b</b>
2	3,58 <b>a</b>
3	2,05 <b>b</b>
4	2,01 <b>b</b>

\*Testte kullanılan LSD değeri 1,129'dur. HKO:0,139

Farklı substratlar bulunduran, akvaryum ortamlarına alınan köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farkına ilişkin varyans analiz sonuçlarında kullanılan substratların aya uzunluklarına etkisi bakımından herhangi bir farklılık görülmemiştir (HKO: 1,39;F:3,048).

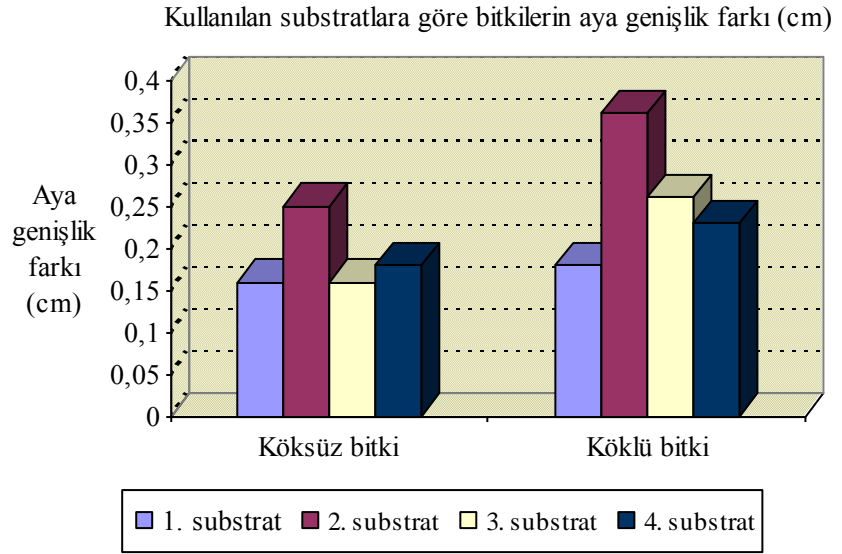
#### **Aya genişlik farkı (cm):**

Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarılmadan önceki ve akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki aya genişlik farkı belirlenmiştir (Çizelge 4.5.7) (Şekil 4.5.5).

**Çizelge 4.5.7.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farkı (cm)

<b>Köksüz bitkiler</b> Aya genişlikleri(cm)					<b>Köklü bitkiler</b> Aya genişlikleri(cm)			
<b>Kullanılan Substrat</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
<b>1</b> <b>(Kalsit)</b>	0,11	0,27	0,11	<b>0,16</b>	0,12	0,21	0,19	0,18 c
<b>2</b> <b>(Dere kumu)</b>	0,33	0,22	0,19	0,25	0,32	0,40	0,37	<b>0,36 a</b>
<b>3</b> <b>(Zeolit)</b>	0,16	0,14	0,19	<b>0,16</b>	0,21	0,37	0,21	0,26 ab
<b>4</b> <b>(Midye kırığı)</b>	0,17	0,23	0,14	0,18	0,27	0,22	0,19	0,23 c

Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerde aya genişlik farkı ortalamaları, 2 no'lu substratta 0,36 cm, 3 no'lu substratta 0,26 cm, 4 no'lu substratta 0,23 cm, 1 no'lu substratta 0,18 cm olarak bulunmuştur. Köksüz bitkilerde 2 no'lu substratta 0,25 cm, 4 no'lu substratta 0,18 cm, 1 ve 3 no'lu substratta ise 0,16 cm olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.7) (Şekil 4.5.5).



**Şekil 4.5.5.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farkı (cm)

Farklı substratlar bulunduran akvaryumlara aktarılan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farkı ile ilgili verilere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.8'de sunulmuştur.

**Çizelge 4.5.8.** Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farkı ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F Değeri	F Tablo Değeri (%5)	F Tablo Değeri (%1)
Tekerrür	2	0,011	0,005	2,009	5,140	10,920
Substrat	3	0,056	0,019	7,095*	4,760	9,780
Hata	6	0,016	0,003			
Genel	11	0,083	0,008			

\*=  $\alpha$ :0,05 önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha$ :0,01 önemlilik düzeyi

ns=Önemsiz

Farklı substratlar bulunduran akvaryum ortamlarına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya uzunluk farkına ait varyans analizinde substratlarda %5 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkiler için en uygun substratın (2 no'lu substrat) dere kumu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.8) (Çizelge 4.5.9).

**Çizelge 4.5.9.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki aya genişlik farklarına ait LSD gruplandırılması

Substrat	Ortalama
1	0,18 c
2	0,36 a
3	0,26 ab
4	0,23 c

HKO:0,003 LSD değeri:0,103

Farklı substratlar bulunduran akvaryumlara aktarılan köksüz bitkilerin aya genişlik farkı ile ilgili olarak yapılan varyans analizinde substrat tiplerinde farklılık görülmemiştir (HKO:0,004; F:1,062).

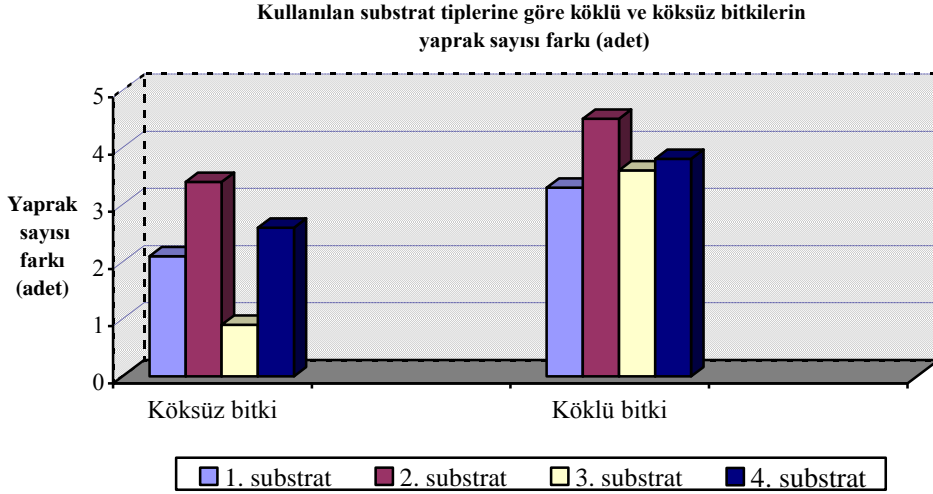
### **Yaprak sayısı farkı (adet):**

Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarılmadan önceki ve akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki yaprak sayısı farkı (adet) substrat tiplerine göre belirlenmiştir (Çizelge 4.5.10) (Şekil 4.5.6).

**Çizelge 4.5.10.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki yaprak sayısı farkları (adet)

<b>Köksüz bitkiler</b> Yaprak sayısı (adet)					<b>Köklü bitkiler</b> Yaprak sayısı (adet)			
<b>Kullanılan Substrat</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
<b>1 (Kalsit)</b>	2,3	2,6	1,6	2,1	3,9	3,3	2,8	3,3
<b>2 (Dere kumu)</b>	3,5	3,3	3,4	<b>3,4</b>	5,0	4,9	3,6	<b>4,5</b>
<b>3 (Zeolit)</b>	1,1	1,3	0,5	0,9	3,5	4,5	2,9	3,6
<b>4 (Midye kırığı)</b>	2,4	1,9	3,5	2,6	4,5	3,7	3,3	3,8

Köklü olarak akvaryum ortamına alınan bitkilerin ortalama yaprak sayısı farkları 2 no'lu substratta 4,5 adet, 4 no'lu substratta 3,8 adet, 3 no'lu substratta 3,6 adet, 1 no'lu substratta 3,3 adet olarak saptanmıştır. Köksüz olarak aktarılan bitkilerin ortalama yaprak sayısı farkları 2 no'lu substratta 3,4 adet, 4 no'lu substratta 2,6 adet, 1 no'lu substratta 2,1 adet, 3 no'lu substratta 0,9 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.10) (Şekil 4.5.6).



**Şekil 4.5.6.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki yaprak sayısı farkları (adet)

Balıklı akvaryum ortamına köksüz olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki yaprak sayısı farkı ile ilgili varyans analizinde substratlar arasında herhangi bir fark görülmemiştir (HKO:0,230; F:3,291).

Balıklı akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki yaprak sayısı ile ilgili varyans analizinde substratlar arasında herhangi bir fark görülmemiştir (HKO:0,639; F:4,522).

### **Ağırlık farkı (g):**

Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarılmadan önceki ve aktarıldıktan üç ay sonraki ağırlık farkları substrat tiplerine göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.5.11) (Şekil 4.5.7).

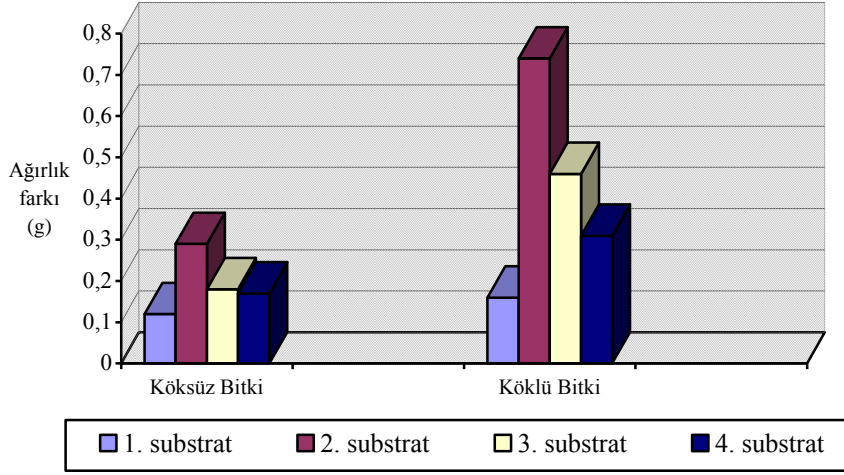
**Çizelge 4.5.11.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkları (g)

<b>Köksüz bitkiler</b> Ağırlık (g)					<b>Köklü bitkiler</b> Ağırlık (g)			
<b>Kullanılan substrat</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
<b>1 (Kalsit)</b>	0,18	0,82	0,13	0,12	0,18	0,18	0,13	0,16 c
<b>2 (Dere kumu)</b>	0,29	0,28	0,28	<b>0,29</b>	0,84	0,78	0,59	<b>0,74 a</b>
<b>3 (Zeolit)</b>	0,14	0,10	0,31	0,18	0,41	0,63	0,34	0,46 b
<b>4 (Midye kırığı)</b>	0,21	0,20	0,10	0,17	0,36	0,37	0,20	0,31 bc

Köklü olarak akvaryum ortamına alınan bitkilerin ağırlık farkı ortalamaları, 2 no'lu substrattta 0,74 g, 3 no'lu substratta 0,46 g, 4 no'lu substratta 0,31 g, 1 no'lu substratta 0,16g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.11) (Şekil 4.5.7).

Köksüz olarak akvaryum ortamına alınan bitkilerin ağırlık farkı ortalamaları ise, 2 no'lu substratta 0,29 g, 3 no'lu substratta 0,18 g, 4 no'lu substratta 0,17 g, 1 no'lu substratta 0,12 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.11) (Şekil 4.5.7).

Kullanılan substrat tiplerine göre köklü ve köksüz bitkilerin ağırlık farkı (g)



**Şekil 4.5.7.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkları (g)

Balıklı akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkı ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.12' de sunulmuştur.

Farklı substratlar bulunduran balıklı akvaryum ortamlarına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkına ait varyans analizinde substratlarda % 1 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Akvaryum ortamına köklü olarak bitkiler için en uygun substratın (2 no'lu substrat) dere kumu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.12) (Çizelge 4.5.13).

**Çizelge 4.5.12.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkı ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F tablo değeri (%5)	F tablo değeri (%1)
Tekerrür	2	0,067	0,033	6,044	5,140	10,920
Substrat	3	0,539	0,180	32,614 **	4,760	9,780
Hata	6	0,033	0,006			
Genel	11	0,639	0,058			

\*=  $\alpha$ :0,05 önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha$ :0,01 önemlilik düzeyi

□

**Çizelge 4.5.13.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farklarına ait LSD gruplandırılması

Substrat	Ortalama
1	0,16 c
2	0,74 a
3	0,46 b
4	0,31 bc

HKO:0,006 LSD değeri:0,225

Akvaryum ortamına köksüz olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki ağırlık farkları ile ilgili varyans analizinde substratlar arasında herhangi bir fark görülmemiştir (HKO:0,045; F:0,616).

### **Kuru ağırlık (g):**

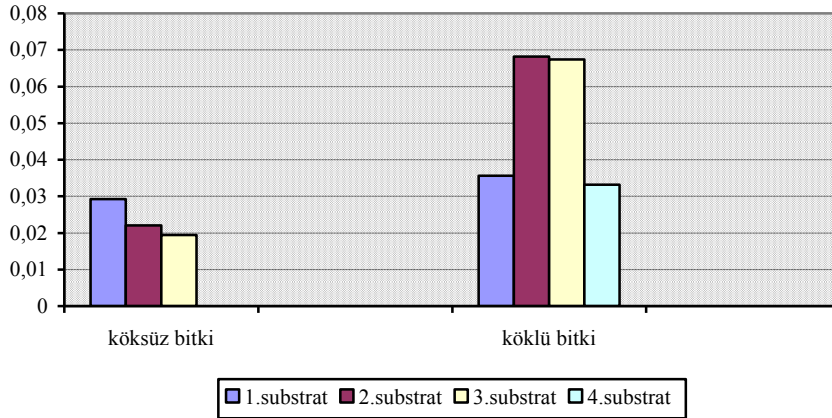
Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkiler, akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonra kurutularak ağırlıkları substrat tiplerine göre belirlenmiştir (Çizelge 4.5.14) (Şekil 4.5.8).

**Çizelge 4.5.14.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlıkları (g)

Köksüz bitkiler Kuru ağırlık (g)					Köklü bitkiler Kuru ağırlık (g)			
Kullanılan substrat	T1	T2	T3	Ort.	T1	T2	T3	Ort.
1 (Kalsit)	0,016	0,0259	0,0218	0,0213	0,0438	0,0348	0,0283	0,0356
2 (Dere kumu)	0,0282	0,0292	0,0300	0,0292	0,0760	0,0686	0,0601	<b>0,0682</b>
3 (Zeolit)	0,0263	0,0177	0,0222	0,0221	0,0506	0,0622	0,0894	0,0674
4 (Midye kırığı)	0,0216	0,0230	0,0137	0,0194	0,0417	0,0356	0,0223	0,0332

Köklü olarak balıklı akvaryum ortamına alınan bitkilerde kuru ağırlık ortalamaları, 2 no'lu substratta 0,0682 g, 3 no'lu substratta 0,0674 g, 1 no'lu substratta 0,0356 g, 4 no'lu substratta 0,0332 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.14) (Şekil 4.5.8).

Köksüz olarak aktarılmış olan bitkilerin kuru ağırlık ortalamaları ise, 2 no'lu substratta 0,0292 g, 3 no'lu substratta 0,0221 g, 1 no'lu substratta 0,0213 g, 4 no'lu substratta 0,0194 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.14) (Şekil 4.5.8).



**Şekil 4.5.8.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlıkları (g)

Balıklı akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlıkları ile ilgili verilere ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.5.15' de sunulmuştur.

Farklı substratlar bulunduran balıklı akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kuru ağırlık farkına ait varyans analizinde substratlarda %1 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkiler için en uygun substratın (2 no'lu substrat) dere kumu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.15) (Çizelge 4.5.16).

**Çizelge 4.5.15.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F tablo değeri (%5)	F tablo değeri (%1)
Tekerrür	2	0,000	0,000	0,054	5,140	10,920
Substrat	3	0,003	0,001	5,521*	4,760	9,780
Hata	6	0,001	0,000			
Genel	11	0,005	0,000			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

**Çizelge 4.5.16.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlıkları ile ilgili LSD gruplandırılması

Substrat	Ortalama
1	0,356 b
2	0,0682 a
3	0,0674 a
4	0,0332 b

HKO:0,00 LSD değeri:0,228

Farklı substratlar bulunduran balıklı akvaryum ortamına köksüz olarak alınan bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçlarında substratlar arasında fark çıkmamıştır (HKO: 0,00; F: 2,442).

**Yaş ağırlık (g):**

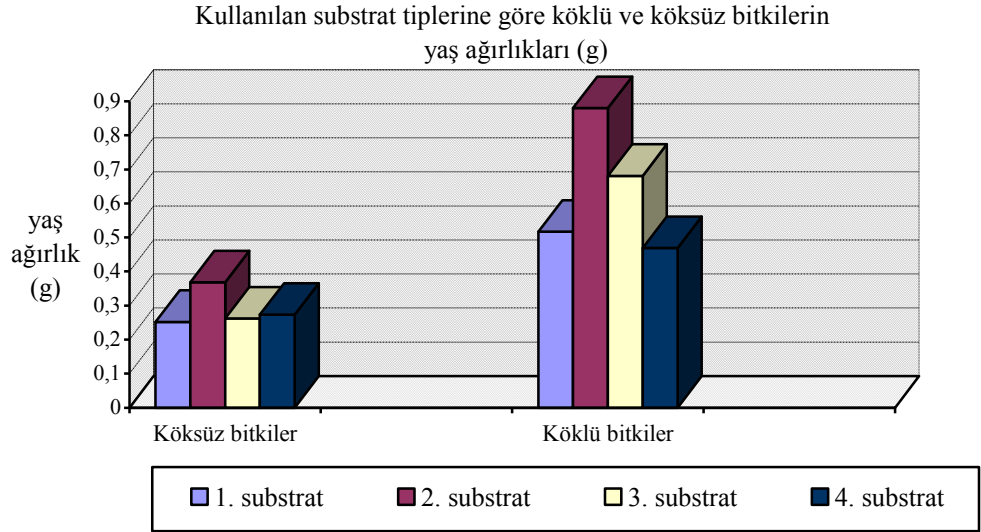
Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki yaş ağırlıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.5.17) (Şekil 4.5.9).

**Çizelge 4.5.17.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıkları (g)

Kullanılan substrat	Köksüz bitkiler Yaş ağırlık (g)				Köklü bitkiler Yaş ağırlık (g)			
	T1	T2	T3	Ort.	T1	T2	T3	Ort.
<b>1</b> <b>(Kalsit)</b>	0,275	0,266	0,216	0,252 b	0,511	0,582	0,46	0,517 c
<b>2</b> <b>(Dere kumu)</b>	0,389	0,351	0,364	<b>0,368 a</b>	0,99	0,914	0,753	<b>0,880 a</b>
<b>3</b> <b>(Zeolit)</b>	0,309	0,278	0,201	0,262 b	0,667	0,862	0,514	0,681ab
<b>4</b> <b>(Midye kırığı)</b>	0,326	0,305	0,189	0,273 b	0,566	0,528	0,313	0,469 c

Akvaryum ortamına köklü olarak aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki yaş ağırlıkları 2 no'lu substratta 0,88 g, 3 no'lu substratta 0,681 g, 1 no'lu substratta 0,517 g, 4 no'lu substratta 0,469 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.17) (Şekil 4.5.9).

Akvaryum ortamına köksüz olarak aktarılan bitkilerde 2 no'lu substratta 0,368 g, 4 no'lu substratta 0,273 g, 3 no'lu substratta 0,262 g ve 1 no'lu substratta 0,252 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.17) (Şekil 4.5.9).



**Şekil 4.5.9.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıkları (g)

Akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.18’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.5.18.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F tablo değeri (%5)	F tablo değeri (%1)
Tekerrür	2	0,102	0,051	9,200	5,140	10,920
Substrat	3	0,319	0,106	19,218**	4,760	9,780
Hata	6	0,033	0,006			
Genel	11	0,454	0,041			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

Farklı substratlar bulunduran balıklı akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analizinde substratlar arasında %1 önem düzeyinde fark görülmüştür. Akvaryum ortamına alınan köklü bitkiler için en uygun substratın (2 no’lu substrat) dere kumu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.18) (Çizelge 4.5.19).

**Çizelge 4.5.19.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıklarına ait LSD gruplandırılması

Substrat	Ortalama
1	0,517 c
2	0,880 a
3	0,681 ab
4	0,469 c

HKO:0,06 LSD değeri:0,225

Akvaryum ortamına köksüz olarak alınan bitkilerin, üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.20’de sunulmuştur.

Farklı substratlar bulunduran balıklı akvaryum ortamına alınan köksüz bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analizinde substratlarda % 5 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Akvaryum ortamına köksüz olarak alınan bitkiler için en uygun substratın (2 no’lu substrat) dere kumu olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5.20) (Çizelge 4.5.21).

**Çizelge 4.5.20.** Akvaryum ortamına alınan köksüz bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıkları ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F tablo değeri (%5)	F tablo değeri (%1)
Tekerrür	2	0,014	0,007	7,638	5,140	10,920
Substrat	3	0,026	0,009	9,142*	4,760	9,780
Hata	6	0,006	0,001			
Genel	11	0,045	0,004			

\*=  $\alpha$ :0,05 önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha$ :0,01 önemlilik düzeyi

**Çizelge 4.5.21.** Akvaryum ortamına alınan köksüz bitkilerin üç ay sonraki yaş ağırlıklarına ait LSD gruplandırılması

Substrat	Ortalama
1	0,252 b
2	0,368 a
3	0,262 b
4	0,273 b

HKO:0,01 LSD değeri:0,061

**Kuru ağırlık %'si:**

Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki kuru ağırlıklarının, akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki yaş ağırlıklarına oranı % olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.22) (Şekil 4.5.10).

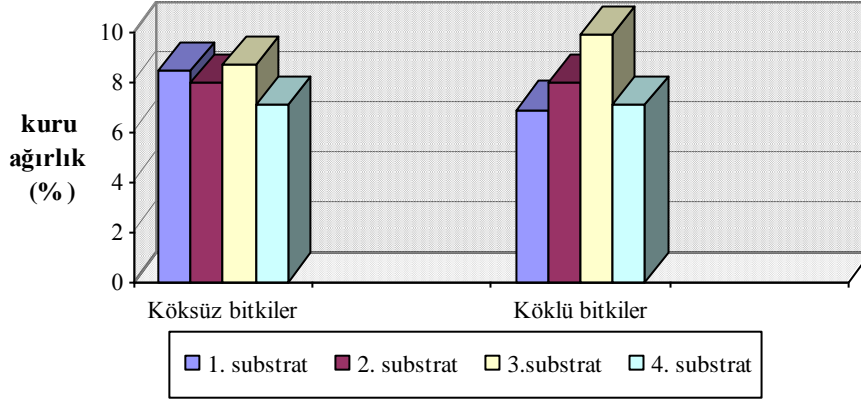
**Çizelge 4.5.22.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlık % si

<b>Köksüz bitkiler</b> Kuru ağırlık/yaş ağırlık *100 (g)					<b>Köklü bitkiler</b> Kuru ağırlık/ Yaş ağırlık *100 (g)			
<b>Kullanılan substrat</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
<b>1</b> <b>(Kalsit)</b>	5.81	9.73	10.9	8,45	8,5	5,9	6,15	6,88
<b>2</b> <b>(Dere kumu)</b>	7,2	8,31	8,24	7,93	7,67	8,24	7,9	7,93
<b>3</b> <b>(Zeolit)</b>	8,51	6,36	11,4	8,70	7,5	7,21	17,3	<b>10,6</b>
<b>4</b> <b>(Midye kırığı)</b>	6,62	7,54	7,24	7,10	7,36	6,74	7,1	7,07

Köklü olarak akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin kuru ağırlık yüzdeleri, 3 no'lu substratta % 10,6, 2 no'lu substratta % 7,93, 4 no'lu substratta %7,07, 1 no'lu substratta 6,88 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.22) (Şekil 4.5.10).

Köksüz olarak akvaryum ortamına alınan bitkilerde 3 no'lu substratta % 8,70, 1 no'lu substratta % 8,45, 2 no'lu substratta % 7,93, 1 no'lu substratta % 7,10 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.22) (Şekil 4.5.10).

### Bitkilerin kuru ağırlık yüzdeleri



Şekil 4.5.10 Kullanılan substratlara göre köklü ve köksüz bitkilerin kuru ağırlık yüzdeleri (%).

Farklı substratlar bulunduran, balıklı akvaryum ortamlarına alınan köklü bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlık % ile ilgili varyans analiz sonuçlarında substratlarda herhangi bir farklılık görülmemiştir (HKO: 9,319;F: 0,987).

Farklı substratlar bulunduran, balıklı akvaryum ortamlarına alınan köksüz bitkilerin üç ay sonraki kuru ağırlık % ile ilgili varyans analiz sonuçlarında substratlarda herhangi bir farklılık görülmemiştir (HKO:3,306; F:0,571).

**Kök uzunluk farkı (cm):**

Köklü ve köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarılmadan önceki ve aktarıldıktan üç ay sonraki kök uzunluk farkları substrat tiplerine göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.5.23).

**Çizelge. 4.5.23.** Akvaryum ortamına alınan köklü ve köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkı (cm)

<b>Köksüz bitkiler</b> Kök uzunluk farkı (cm)					<b>Köklü bitkiler</b> Kök uzunluk farkı (cm)			
<b>Kullanılan substrat</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
<b>1</b> (Kalsit)	12,0	11,8	11,0	11,6	11,4	11,0	10,1	10,9
<b>2</b> (Dere kumu)	10,8	11,4	10,3	10,8	12,8	12,4	12,0	12,4
<b>3</b> (Zeolit)	12,4	11,6	10,5	11,5	11,0	13,2	10,9	11,7
<b>4</b> (Midye kırığı)	11,2	12,8	8,06	10,7	11,3	13,8	12,9	<b>12,7</b>

Köklü olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, üç ay sonraki kök uzunluk farkı ortalamaları 4 no'lu substratta 12,7 cm, 2 no'lu substratta 12,4 cm, 3 no'lu substratta 11,7 cm, 1 no'lu substratta 10,9 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5.23).

Köksüz olarak balıklı akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin üç ay sonraki kök uzunluk farkı ortalamaları 1 no'lu substratta 11,6 cm, 3 no'lu substratta 11,5 cm, 2 no'lu substratta 10,8 cm, 4 no'lu substratta 10,7 cm olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.23).

Akvaryum ortamlarına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkına ilişkin varyans analiz sonuçlarında kullanılan substratların kök uzunluklarına etkisi bakımından herhangi bir farklılık görülmemiştir (HKO:0,801; F: 2,515).

Akvaryum ortamlarına aktarılan köksüz bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkına ilişkin varyans analiz sonuçlarında kullanılan substratların kök uzunluklarına etkisi bakımından herhangi bir farklılık görülmemiştir (HKO:0,990; F:0,646).

#### 4.6. CO<sub>2</sub>, Havalandırma ve 15:15:15+Havalandırma Uygulanan Akvaryum Ortamlarında Kültüre Alınan Bitkilerin Büyüme Durumları

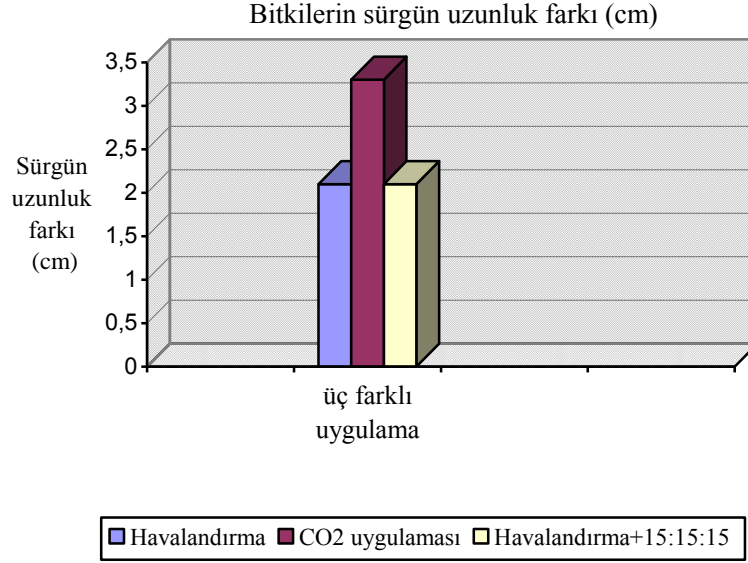
##### Sürgün uzunluk farkı (cm):

Köklü olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları, yapılan muamelelere göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6.1) (Şekil 4.6.1).

**Çizelge. 4.6.1.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm)

Yapılan muamele	Bitkilerin sürgün uzunluk farkı (cm)			
	T1	T2	T3	Ort.
Havalandırma	2,4	2,0	2,0	2,1 <b>b</b>
CO <sub>2</sub> içeren akvaryum	3,0	3,5	3,5	3,3 <b>a</b>
Havalandırma+15:15:15uygulaması	1,9	2,1	2,1	2,1 <b>b</b>

Köklü olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin sürgün uzunluk farkı ortalamaları, CO<sub>2</sub> uygulanan akvaryum ortamında 3,3cm, havalandırma uygulanan akvaryumda 2,1cm ve havalandırma+15:15:15 uygulanan akvaryumda ise 2,1cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6.1) (Şekil 4.6.1).



**Şekil 4.6.1.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları (cm)

Balıksız akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.2’de sunulmuştur.

**Çizelge 4.6.2.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları ile ilgili varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F Değeri	F Tablo değeri (%5)	F Tablo değeri (%1)
Tekerrür	2	0,02	0,01	0,14	6,94	18,00
Muamele	2	3,14	1,57	22,42**	6,94	18,00
Hata	4	0,28	0,07			
Genel	8	3,44	0,43			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

Balıksız akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki sürgün uzunlukları ile ilgili varyans analiz sonuçlarında, uygulamalarda (Havalandırma, CO<sub>2</sub> uygulanan akvaryum ve 15:15:15+havalandırma) %1 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Balıksız akvaryum ortamına alınan bitkilerin sürgün uzunluk farkı bakımından en iyi sonucu CO<sub>2</sub> uygulamasının verdiği görülmektedir (Çizelge 4.6.2) (Çizelge 4.6.3).

**Çizelge 4.6.3.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki sürgün uzunluk farkları ile ilgili LSD gruplandırması

<b>Uygulama</b>	<b>Ortalama</b>
CO <sub>2</sub> içeren akvaryum	3,3 <b>a</b>
Havalandırma	2,1 <b>b</b>
Havalandırma+15:15:15	2,1 <b>b</b>

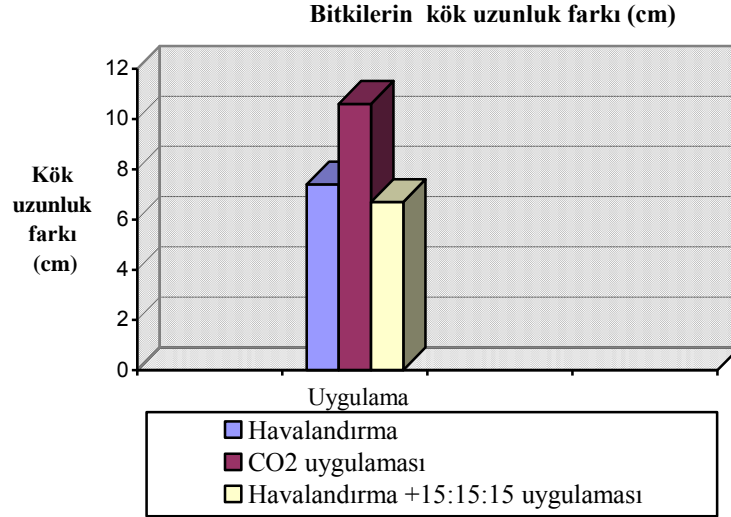
**Kök uzunluk farkı (cm):**

Köklü olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin üç ay sonraki kök uzunluk farkları, yapılan muamelelere göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6.4) (Şekil 4.6.2).

**Çizelge. 4.6.4.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkları (cm)

<b>Yapılan muamele</b>	<b>Bitkilerin kök uzunluk farkları (cm)</b>			
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>Ort.</b>
Havalandırma	7,5	6,9	7,8	7,4 b
CO <sub>2</sub> içeren akvaryum	10,8	10,9	10,2	10,6 a
Havalandırma+15:15:15 uygulaması	6,6	7,6	6,1	6,7 b

Köklü olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin kök uzunluk farkı, CO<sub>2</sub> uygulanan akvaryum ortamında 10,6 cm, havalandırma uygulanan akvaryumda 7,4 cm, havalandırma+15:15:15 uygulanan akvaryumda 6,7cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6.4) (Şekil 4.6.2).



**Şekil 4.6.2.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkları (cm)

Balıksız akvaryum ortamına köklü olarak alınan bitkilerin, akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonraki kök uzunlukları ile ilgili varyans analiz sonuçlarında, uygulamalarda (Havalandırma, CO<sub>2</sub> uygulanan akvaryum ve 15:15:15+havalandırma) %1 önem düzeyinde farklılık görülmüştür. Balıksız akvaryum ortamına alınan bitkilerin kök uzunluk farkı bakımından en iyi sonucu CO<sub>2</sub> uygulamasının verdiği görülmektedir (Çizelge 4.6.5) (Çizelge 4.6.6).

**Çizelge. 4.6.5.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farkları ile ilgili varyans analiz sonuçları

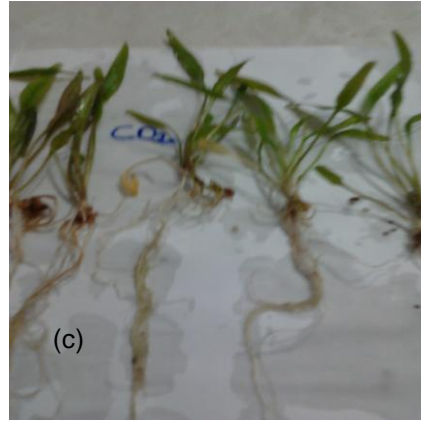
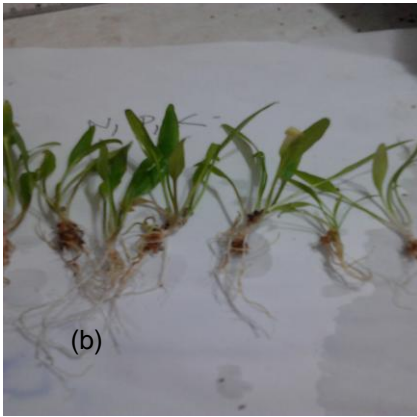
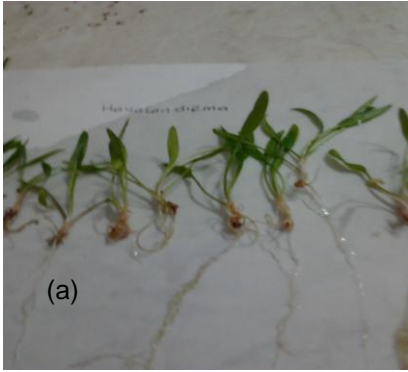
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Bulunan F değeri	F Tablo Değeri (%5)	F Tablo Değeri (%1)
Tekerrür	2	0,287	0,143	0,361	6,940	18,000
Muamele	2	25,807	12,903	35,529**	6,940	18,000
Hata	4	1,587	0,397			
Genel	8	27,680	3,460			

\*=  $\alpha:0,05$  önemlilik düzeyi

\*\*=  $\alpha:0,01$  önemlilik düzeyi

**Çizelge. 4.6.6.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök uzunluk farklarına ait LSD gruplandırması

<b>Muamele</b>	<b>Ortalama</b>
CO <sub>2</sub> uygulaması	10,6 <b>a</b>
Havalandırma	7,4 <b>b</b>
Havalandırma+15:15:15	6,7 <b>b</b>



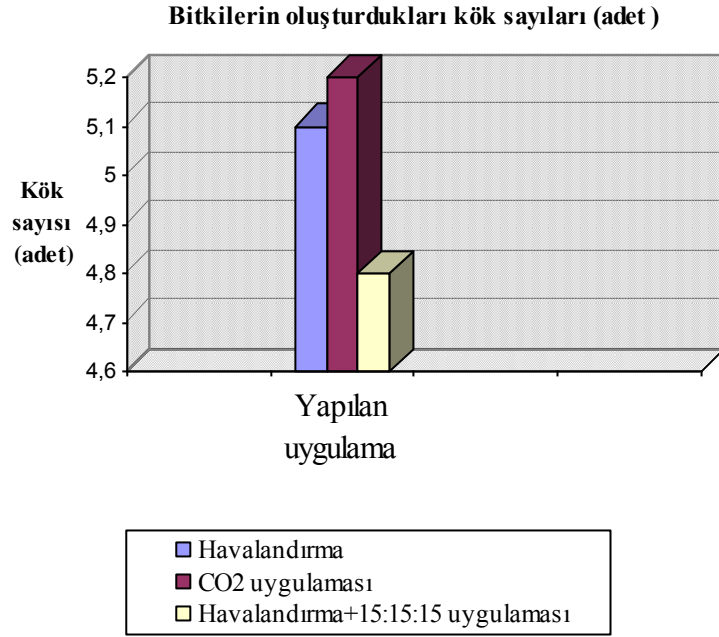
**Şekil 4.6.3.** Bitkilerin akvaryum ortamına aktarıldıktan üç ay sonra, farklı uygulamalara göre sürgün ve kök uzunlukları (a)Havalandırma (b)Havalandırma+15:15:15 (c)CO<sub>2</sub> uygulanan akvaryum

**Kök sayısı farkı (adet):**

Köklü olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin üç ay sonraki kök sayısı farkları, yapılan muamelelere göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6.7) (Şekil 4.6.4).

**Çizelge 4.6.7.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök sayısı farkları (adet)

Yapılan muamele	Bitkilerin kök sayıları (adet)			
	T1	T2	T3	Ort.
Havalandırma	5,0	4,9	5,4	5,1
CO <sub>2</sub> içeren akvaryum	5,3	5,3	5,2	5,2
Havalandırma+15:15:15	4,4	5,0	5,1	4,8



**Şekil 4.6.4.** Akvaryum ortamına alınan köklü bitkilerin başlangıç ile üç ay sonraki kök sayısı farkları (adet)

Köklü olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin kök sayısı farkı ortalamaları CO<sub>2</sub> uygulanan akvaryumda 5,2 adet, havalandırma uygulanan

akvaryumda 5,1 adet, havalandırma+15:15:15 uygulaması yapılan akvaryumda ise 4,8 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6.5) (Şekil 4.6.4).

Köklü olarak balıksız akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin kök sayıları farkı bakımından varyans analiz sonuçları değerlendirildiğinde yapılan uygulamaların (CO<sub>2</sub> uygulaması, havalandırma, havalandırma+15:15:15) birbirlerinden farklı olmadığı görülmektedir (HKO:0,067; F:2,150).

#### 4.7. Su Analizleri

Her iki haftada bir balıklı akvaryumlardan alınan su örneklerinin analizleri yapılarak, su kalitesi belirlenmiştir (Çizelge 4.7.1)

**Çizelge 4.7.1.** Balıklı akvaryumlardan her üç haftada bir alınan su örneklerinin analiz sonuçları

Yapılan Analizler	Simge	Birim	25.04.2011
			Başlangıç Suyu
pH		(25 °C'de)	7.54
Elektriki Geçirgenlik)		(ECX10 <sup>6</sup> ,µmhos/cm)	615
KATYONLAR		(me/lt)	
Sodyum	(Na <sup>+</sup> )	(me/lt)	1.20
Potasyum	(K <sup>+</sup> )	(me/lt)	0.05
Kalsiyum+Magnezyum	(Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> )	(me/lt)	4.90
Toplam Katyon		(me/lt)	6,15
ANYONLAR		(me/lt)	
Klor	(Cl <sup>-</sup> )	(me/lt)	1,10
Hidrokarbonat	(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	(me/lt)	5.00
Toplam Anyon		(me/lt)	6,10
SAR			0,76
Sulama suyu Sınıfı			C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>





**Çizelge 4.7.1. (devam)** Balıklı akvaryumlardan her üç haftada bir alınan su örneklerinin analiz sonuçları

Yapılan Analizler	Simge	Birim	04.07.2011				18.07.2011			
			Kalsit	Dere kumu	Zeolit	Midye	Kalsit	Dere kumu	Zeolit	Midye
pH		(25 °C'de)	6.34	6.47	6.50	7.70	6.24	6.93	7.26	7.23
Elektriki Geçirgenlik)		(ECX10 <sup>6</sup> , µmhos/cm)	724	704	728	709	748	720	740	720
KATYONLAR										
Sodyum	(Na <sup>+</sup> )	(me/l)	1.17	1.22	1.39	1.18	1.10	1.17	1.35	1.17
Potasyum	(K <sup>+</sup> )	(me/l)	0.15	0.13	0.56	0.08	0,08	0.10	0.49	0.08
Kalsiyum +Magnezyum	(Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> )	(me/l)	5,90	5.65	5.30	5,80	6,25	5.90	5.50	5,95
Toplam Katyon			7,22	7,00	7.25	7,06	7,43	7,17	7.34	7,20
ANYONLAR										
Klor	(Cl <sup>-</sup> )	(me/l)	1.98	1.98	1.48	1.60	1.98	1.20	1.60	1.74
Hidrokarbonat	(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	(me/l)	5.30	5.05	5,90	5.50	5,45	6.00	5,75	5.50
Toplam Anyon			7,28	7,03	7,38	7,10	7,43	7,20	7,35	7,24
SAR			0,68	0,73	0,85	0,69	0,62	0,68	0,82	0,68
Sulama suyu Sınıfı			C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

**Çizelge 4.7.1.(devam)** Balıklı akvaryumlardan her üç haftada bir alınan su örneklerinin analiz sonuçları

Yapılan Analizler	Simge	Birim	01.08.2011			
			Kalsit	D.Kumu	Zeolit	Midye
pH		(25 °C'de)	6.70	7.05	7.53	8.12
Elektriki Geçirgenlik)		(ECX10 <sup>6</sup> , µmhos/cm)	741	746	750	721
KATYONLAR						
Sodyum	(Na <sup>+</sup> )	(me/l)	1.60	1.65	1,50	1.45
Potasyum	(K <sup>+</sup> )	(me/l)	0,10	0,10	0,10	0,10
Kalsiyum+Magn ezyum	(Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup> )	(me/l)	5,80	5,65	5,95	5,65
Toplam Katyon			7,50	7,40	7,55	7,20
ANYONLAR						
Klor	(Cl <sup>-</sup> )	(me/l)	1,60	2,35	2,05	2,00
Hidrokarbonat	(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	(me/l)	5,85	5,10	5,40	5,25
Toplam Anyon			7,45	7,45	7,45	7,25
SAR			0,94	0,98	0,87	0,86
Sulama suyu Sınıfı			C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>

Su örneği C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sulama suyu sınıfı içerisinde yer almaktadır. Bu su örneği orta derecede yıkanmanın sağlandığı koşullarda tuzluluk kontrolü ve özel toprak idaresine gereksinim olmaksızın tuza orta derecede dayanıklı bitkilerde hiç sakınca göstermeden kullanılırlar, yalnız tuzluluğa karşı duyarlı bitkiler için düşük permeabiliteye sahip topraklarda yıkama gereksinimi olabilir. Bu sınıf sular değişebilir sodyumdan ileri gelebilecek herhangi bir zarar olmaksızın hemen hemen bütün topraklarda sulama suyu olarak kullanılabilir, toprağın fiziksel özellikleri üzerinde sodyumdan ileri gelebilecek kötü değişiklikler yaratmazlar.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü bünyesinde oluşturulmuş olan *in vitro* donör stoklardan alınan *Cryptocoryne wendtii* bitkisine ait eksplantlar, 11 farklı besin ortamında kültüre alınarak klonal çoğaltım için en uygun besin ortamları belirlenmiş ve adaptasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. *Cryptocoryne wendtii* bitkisinin *in vitro* koşullarda mikroçoğaltım prosedürü oturtulmuş ve aklimatizasyonları sağlanmıştır. Aklimatizasyonları yapılmış olan bitkilerde %100 başarı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada *Cryptocoryne wendtii* bitkisinde çoklu sürgün oluşumları teşvik edilmiş, en fazla sürgün oluşumunun sağlandığı besin ortamı belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca sürgün boyunun uzatılması ve köklenmenin sağlanması için en uygun besin ortamları belirlenmiştir. Mikroçoğaltım için 11 farklı besin ortamı kullanılmış ve iki farklı deneme yapılmıştır. İlk denemede 7 farklı ortam, ikinci denemede 6 farklı ortam kullanılmıştır. Besin ortamında bitki büyüme düzenleyicisi olarak farklı dozlarda BA ve IBA birlikte veya tek başına kullanılmıştır. BA ve IBA hormonlarının birlikte kullanımının sürgün sayısı bakımından en iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Ake ve ark., 2007 yılında yapmış oldukları çalışmada; *C. wendtii* bitkisinin rizom segmentlerini 11-133 µM BA ve 13.4 µM NAA içeren MS (Murashige ve Skoog, 1962) besin ortamında kültüre alarak çoklu sürgün oluşumlarını teşvik etmişlerdir.

Stanly ve ark., 2011 yılında yapmış oldukları bir çalışmada, *C. wendtii* ve *C. beckettii* bitkilerinin sürgün uç eksplantları, 0.5 mg/L BA ve 0.2 mg/L IBA ilave edilmiş likit MS besin ortamlarında, iki hafta süre ile kültüre almışlar sonra, agar-jelli MS besin ortamlarına aktarılmışlardır. Likit ortamlarla agarlı ortamlar karşılaştırılmış, likit kültürlerde, her iki türdede sürgün çoğalma ortamında oluşan sürgün sayısı, agarlı ortamlara nazaran daha fazla olmakla birlikte *C. beckettii* bitkisinde eksplant başına düşen sürgün sayısı 8.8 adet, *C. wendtii* bitkisinde 9.4 adet olarak belirlenmiştir. Agarlı besin ortamlarına kıyasla likit ortamlarda kültüre alınan eksplantlarda, sürgün oluşumunun çok yüksek olduğu belirlenmiştir.

Stanly ve ark., 2011 aynı çalışmada katı kültürlerde 0.5 mg/L BA ve 0.2 mg/L IBA içeren besin ortamında eksplant başına düşen sürgün sayısını, *C. wendtii* bitkisinde 4.5 adet, *C. beckettii* bitkisinde ise 3.9 adet olarak saptanmıştır.

Yapılmış olan başka bir çalışmada ise; *Cryptocoryne wendtii* bitkisi (0-25 µM) BA ve (0-25 µM) IAA içeren MS besin ortamında tekli nod eksplantları kültüre alınmış ve sürgün büyümesinin yedi kat arttığı belirlenmiştir (Kane,1999).

Herath ve ark., 2008 yılında yaptıkları çalışmada, *Cryptocoryne beckettii* ve *Cryptocoryne bogneri* bitkilerinin rizom segmentlerinden çoklu sürgün teşviki için 2, 5, 8, 10 mg/L (BAP) veya 2, 5, 8, 10 mg/L BAP ve 0.1 mg/L Indol-3-asetik asit hormon kombinasyonlarını içeren MS besin ortamlarını kullanmışlardır. Çalışmamızda ise IAA (Indol-3-asetik asit) yerine IBA kullanılmıştır. Herath ve ark., 2008 yılında yaptıkları aynı çalışmada, herhangi bir büyüme düzenleyicisi içermeyen MS besin ortamında eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısını *Cryptocoryne beckettii* türünde 10.4 adet, *Cryptocoryne bogneri* türünde ise 4.2 adet olarak bulmuşlardır. *Cryptocoryne beckettii* türünde 5 mg/L BAP+0.1 mg/L IAA içeren MS besin ortamında eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı 43.0 adet, *Cryptocoryne bogneri* türünde 5 mg/L BAP+0.1 mg/L IAA içeren ortamda ve 8 mg/L BAP+0.1 mg/L IAA içeren besin ortamında ise ortalama sürgün sayıları sırasıyla 51.8 adet ve 50.4 adet olarak belirlenmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada ise; *Cryptocoryne wendtii* bitkisinde 4 mg/L BA+1 mg/L IBA içeren MS besin ortamında eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı 1. Altkültürde 7.2 adet olarak, 2. Altkültürün sonunda ise bu değer 51.8 adet olarak belirlenmiştir ve Herath ve ark. (2008)'nin farklı türlerde elde ettikleri sonuçlara paralel bulgulara ulaşılmıştır.

Stanly ve ark. (2011), *Cryptocoryne beckettii* ve *Cryptocoryne wendtii* sürgünlerini köklendirme amacıyla 0,5 mg/L BA ve 0,2 mg/L IBA içeren katı ve likit MS besin ortamlarına aktarmışlardır. Katı besin ortamında eksplant başına düşen kök sayısını *C. beckettii* türünde 3.6 adet, *C.wendtii* türünde ise eksplant başına düşen kök sayısını ise 4.2 adet olarak belirlemişlerdir. Likit besin ortamlarında bu değer, *C. beckettii* türünde 4.5 adet, *C.wendtii* türünde ise 5.2 adet olarak saptanmıştır.

Herath ve ark., 2008 yılında yaptıkları çalışmada, köklenmenin teşviki için A ortamı+ agarlı MS besin ortamı ile A ortamı+likit MS besin ortamı ve bitki büyüme düzenleyicisi olarak 0.1, 0.2 mg/L NAA kullanmışlardır. 0.1, 0.2 mg/L NAA içeren ve herhangi bir büyüme düzenleyicisi ihtiva etmeyen A ortamına 2 mm boyutlarında kum:aktifkarbon:toprak ilave edilmiştir. Bitki başına düşen ortalama kök sayısı en fazla 0,1 mg/L NAA içeren ½ likit MS+ A besin ortamında *C. beckettii* türünde 8.4 adet, *C. bogneri* türünde ise 7.8 adet bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda ise diğer araştırmacıların farklı türlerde elde ettikleri bulgulara benzer olarak *Cryptocoryne wendtii* türünde 1mg/L IBA içeren MS besin ortamında eksplant başına düşen kök sayısı 6.8 adet olarak belirlenmiştir.

Ake ve ark., 2007 yılında yaptıkları çalışmada, *Cryptocoryne wendtii* türünde 0,5 µ M IBA içeren MS besin ortamında %86 oranında köklenme elde ederken, bizim yaptığımız çalışmada ise 1mg/L IBA içeren MS besin ortamında bu oran %95.3 olarak belirlenmiştir.

Stanly ve ark. (2011), aklimatizasyon için bitkileri sekiz hafta süre ile kültüre alınmış olan 3-4 cm sürgün uzunluklarına sahip, 3-5 adet yapraklı ve kök sayısı 4-6 adet olan *C.wendtii* ve *C. beckettii* bitkilerini akan çeşme suyu altında yıkadıktan sonra, 1:1 oranında organik toprak ve kum karışımı içeren plastik potlara aktarmışlardır. Bitkicikler, %80-90 nisbi nem ve 28±2°C gündüz ısı ve 24±2°C gece ısısına maruz bırakılmışlardır. Aklimatizasyon koşullarına alındıktan dört hafta sonra, canlılık oranları % 96 ve %100 olan *C. wendtii* ve *C.beckettii* bitkilerinin sürgün uzunluklarının 9-12 cm' e ulaştığı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir.

*C. beckettii* ve *C. bogneri* türleri köklendirildikten sonra aklimatizasyonları için, 2:1 oranında kil:kum karışımına aktarıldıklarında, *C. beckettii* % 90, *C. bogneri* türü ise % 100 oranlarında canlılıklarını sürdürmüşlerdir (Herath et al., 2008).

Ake ve ark., 2007 yılında yaptıkları çalışmada, steril köklü bitkicikleri, bir hafta steril çeşme suyunda beklettikten sonra kil, humus ve kum (2:1:1/2) içeren potlara aktarmışlar ve 24<sup>0</sup>C'de, % 80 nisbi nem bulunan büyüme odasında muhafaza etmişlerdir.

Kane ve ark., (1999) mikroçoğaltımı yapılmış köklü bitkileri, 72 bölmeli (3.8 cm genişlikte \* 6.0 cm derinlikte) "Metro-mix 500" toprak karışımı içeren saksılara aktarmışlardır. Bitkicikler, saksılara yerleştirilirken, sera içerisinde 425  $\mu\text{mol}^{-2}\text{s}^{-1}$  aydınlatmayı ve 27/24°C gündüz/gece sıcaklığını sağlamak üzere, gerekli ayarlamalar yapılmış ve 10 dakikada bir 3 sn aralıklı olarak nem verilmiştir. Sera ortamına aktarıldıktan iki hafta sonra, aralıklı nem verilen ortamdaki uzaklaştırarak, her biri 20N-14P-4K sıvı gübre içeren, drenajsız saksılara aktarmışlardır. Aklimatizasyon, transplantasyondan sekiz hafta sonra değerlendirilmiş, köklü çeliklerde %100 başarının elde edildiği ve satışa hazır bitkilerin üretildiği ifade edilmiştir (Kane et al., 1999). Bu tezde ise aklimatizasyon çalışmaları balıklı ve balıksız akvaryum ortamlarında yapılmıştır. Akvaryum ortamlarına aktarılan bitkiler %100 canlılıklarını sürdürmüşlerdir.

Akvaryum ortamlarında özellikle balıklı akvaryumlarda ülkemizde ve dünyada yapılmış olan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Yaptığımız adaptasyon çalışmaları 3 denemeden oluşmuştur. İlk denemede tek bir akvaryum kullanılarak, havalandırmanın bitki büyümesine olan etkileri saptanmaya çalışılmıştır. İkinci deneme ise tetrazon balıklı akvaryum ortamlarında dört farklı substrat kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan substratların bitki gelişimleri üzerine etkisi saptanmaya çalışılmıştır. Bitki büyümesi ve kök gelişimi bakımından en uygun substratın (2 no'lu substrat) dere kumu olduğu belirlenmiştir.

Ortamda bulunan besin elementlerinin miktarı, alınabilirliği ve bu alınabilirliği etkileyen faktörler (pH, ısı, ışık vb.), bitkilerin beslenmeleri, büyümeleri ve kök gelişimleri üzerinde çok önemlidir. Araştırma materyalinde kullandığımız substratlardan dere kumu diğer substratlara oranla (sürgün uzunluğu, aya uzunluğu, aya genişliği, yaş ağırlık, kök uzunluğu) üzerine daha etkili bulunmuştur. Bunun nedeni, dere kumunun pH'sının nötr olması, akvaryum içerisindeki su sirkülasyonu ve partiküller arasındaki su geçirgenliğine

bağlanabilir. Ayrıca, dere kumunun granül yapısı nedeniyle, bitkileri daha sağlam tutabileceği ve daha iyi besleyebileceği göz ardı edilmemelidir. Bunun yanında, silisyum (Si) ve oksijence zengin olması, bu substratı biraz daha ön plana çıkarmaktadır. Silisyumun, deniz algleri gibi tek hücreli organizmalar için mutlak gerekli olduğu kesin olarak saptanmıştır (Kacar, 2004). Diğer substratlara oranla uygun olan nötr pH'ya sahip olması, akvaryum ortamındaki besin elementlerinin fikse edilmeyip alınabilir formda bulunması bitki gelişimini artırıcı etkiye yol açmaktadır.

3. deneme ise havalandırma, havalandırma+ 15:15:15 ve CO<sub>2</sub> uygulaması yapılan ve tüm potların zeolit içerdiği üç farklı akvaryumda yapılmıştır. En uygun aklimatizasyon ortamının, bitki büyümesi bakımından, 2. denemede uygulanan tetrazon balıklı akvaryumlar olduğu belirlenmiştir.

## 6. ÖNERİLER

Bu tez çalışmasından elde edilen bulgular, *C. wendtii* türünün hızlı çoğaltımı için gerekli olan en uygun besin ortamının belirlenmesini sağlamıştır. Çoklu sürgün oluşumu için BA ve IBA kombinasyonu önerilmektedir. 4 mg/L BA+1mg/L IBA ile birlikte farklı dozlarda agar içeren MS besin ortamı tavsiye edilebilir.

Mikroçoğaltımları yapılmış olan bitkiler, büyüme ve gelişimleri değerlendirilmek amacıyla balıksız ve balıklı akvaryum ortamlarına aktarılmışlardır. Balıksız akvaryum ortamlarında yapılan çalışmalarda, havalandırmanın ve 15:15:15 uygulamasının bitki büyümesine etkisi görülmemekle birlikte, farklı dozlarda 15:15:15 dozları ele alınarak detaylı araştırmaların yapılması gerekmektedir. Çalışmamızda, CO<sub>2</sub> uygulamasının *C. wendtii* bitkisinin büyümesi üzerine olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, farklı bitkilerin aklimatizasyonlarının sağlanması bakımından ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Balıklı akvaryum ortamlarında, tetrazon balıkları ve dere kumu substratı akvaryum ortamında bitki gelişimi bakımından en iyi sonucu vermişlerdir.

Özellikle aklimatizasyon çalışmaları dikkate alındığında, ülkemizde ve dünyada balıklı akvaryum ortamlarında herhangi bir çalışmanın yapılmamış olması nedeni ile bu araştırmamız, öncü ve ilk olma niteliğini taşımaktadır. Bununla birlikte, balıklı akvaryum ortamlarında balık ve bitki ilişkilerinin ele alındığı çalışmaların yanı sıra, su kalitesinin ve karbondioksit beslemesinin bitkiler üzerine olan etkilerinin de detaylı incelendiği araştırmaların yapılması yerinde olacaktır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

**Ake, C.D., Hettiarachchi, M. and Iqbal, M.C.M.,** 2007, Sustainable Use of *Cryptocoryne wendtii* and *Echinodorus cordifolius* in the Aquaculture industry of Sri Lanka by Micropropagation, Sri Lanka J. Aquat. Sci. 12:89-101.

**Babaoğlu, M., Yorgancılar, M. ve Akbudak, M.A.,** 2001, Doku Kültürü: Temel Laboratuar Teknikleri, Bitki Biyoteknolojisi Doku Kültürü ve Uygulamaları, Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S., (ed), 2-3s.

**Cirik, S., Cirik, Ş. ve Conk-Dalay, M.,** 2005, Su Bitkileri 2, İç su Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi, Yetiştirme Teknikleri, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:61, Ders Kitabı dizini No:28, S:58

**Çorbacıoğlu, H. ve Gürel, A.,** 2007, Kaliteli Akvaryum Bitkileri Üretimi 1, Akvaryum Dünyası Dergisi, Sayı:19, s: 38-41

**Hekimoğlu, M.A.,** 2006, Akvaryum Sektörünün Türkiyedeki ve Dünyadaki Durumu, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 23:237-241

**Herath, H., Krishnarajah, S. and Wijesundara, D.,** 2008, Micropropagation of Two Endemic Threatened *Cryptocoryne* Species of Sri Lanka, Tropical Agricultural Research & Extension:19-24

**Huang, L.C., Chang, Y.H. and Chang, Y.L.,**1994, Rapid *In vitro* Multiplication of the Aquatic Angiosperm, *Anubias Barteri* Var. *Undulata*, Aquatic Botany 47: 77-8

**Jackson, M.L.,** 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-HallInc., Engle Wood Cliff, New Jersey

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Kacar B., ve Katkat A.V.**, 2006 Bitki Besleme, Nobel Yayınları:849, ISBN 975-591834-5

**Kane, M.E., Davis, L.G., Mc Connell, D.B and Gargiulo J.A.**, 1999, *In Vitro* Propagation of *Cryptocoryne wendtii*, Aquatic Botany 63: 197-202

**Merck, E., 1973.** Die Untersuchung von Wasser. (7. Auflage), Darmstadt

**Murashige, T. and Skoog, F.**, 1962, A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassay with Tobacco Tissue Cultures, Physiol. Plant, 15: 473-497

**Öztürk, M., Khawar, K.M., Atar, H.H., Sancak, C. and Özcan, S.**, 2004. *In vitro* Micropropagation of the aquarium plant *Ludwigia repens*, Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology, 2004 Vol. 12:21-25

**Stanly, C., Bhatt, A. and Keng, C.L.**, 2011, An Efficient *In Vitro* Plantlet Regeneration of *Cryptocoryne wendtii* and *Cryptocoryne beckettii* Through Shoot Tip Culture, Physiology Plant 33:619–624

**Tiwari, V., Tiwari, K.N. and Singh, B.D.**, 2001, Comparative Studies of Cytokinins on *In Vitro* Propagation of *Bacopa monniera*, Plant Cell, Tissue and Organ Culture 66: 9–16

**U.S. Salinity Lab. Staff**, 1954., Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils. Government Printing Office, Waschingon.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Yapabandara, Y.M.H.B. and Ranasinghe, P.,** 2006, Tissue Culture for Mass Production of Aquatic Plant Species.

**Zheng, W., Xu, X.D., Dai, H. And Chen, L.Q.,** 2009., Direct Regeneration of Plants Derived from *In Vitro* Cultured Shoot Tips and Leaves of Three Lysimachia Species, Scientia Horticulturae 3264: 4

## **ÖZGEÇMİŞ**

11.09.1971 Sivas doğumlu Sündüs Ünal lise öğrenimini İzmirde tamamladıktan sonra 1994 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünü kazandı. 1998 yılında Lisans eğitimini tamamlayarak Ziraat Mühendisi ünvanını aldı. 2003 yılında Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik bölümünde yüksek lisansa başlamış ve 2006 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 2006 yılında Ege Üniversitesi Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda doktora başlamıştır.