

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**AKVARYUM BİTKİSİ *Sagittaria subulata*'nın FARKLI BESİN ORTAMLARINDA  
BÜYÜME VE GELİŞMESİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Aslan Çağlar ÜNVER**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS**

**HAZİRAN 2019**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**AKVARYUM BİTKİSİ *Sagittaria subulata*'nın FARKLI BESİN ORTAMLARINDA  
BÜYÜME VE GELİŞMESİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Aslan Çağlar ÜNVER**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ**

**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS**

**HAZİRAN 2019**

**ANTALYA**

**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKVARYUM BİTKİSİ *Sagittaria subulata*'nın FARKLI BESİN ORTAMLARINDA  
BÜYÜME VE GELİŞMESİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Aslan Çağlar ÜNVER  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANSTEZİ**

**Bu tez, Bilimsel Araştırmalar Proje Merkezi tarafından FYL-2018-3370 nolu proje  
ile desteklenmiştir.**

**HAZİRAN 2019**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKVARYUM BİTKİSİ *Sagittaria subulata*'nın FARKLI BESİN ORTAMLARINDA  
BÜYÜME VE GELİŞMESİNİN ARAŞTIRILMASI

Aslan Çağlar ÜNVER  
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 14.06./2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ

Dr. Öğr. Üyesi Beytullah Ahmet BALCI (Danışman)



## ÖZET

### AKVARYUM BİTKİSİ *Sagittaria subulata*'nın FARKLI BESİN ORTAMLARINDA BÜYÜME VE GELİŞMESİNİN ARAŞTIRILMASI

Aslan Çağlar ÜNVER

Yüksek Lisans

Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi B. Ahmet BALCI

Haziran 2019; 65 sayfa

Bu çalışmada, ticari önemi olan, akvaryumlarda sıklıkla tercih edilen *Sagittaria subulata*'nın akvaryum ortamında kontrollü olarak büyüme ve gelişmesi araştırılmıştır. Farklı gübre gruplarının potansiyelini ölçmek için sabit laboratuvar koşullarında, yaprak genişliği, kök uzunluğu, boy gelişimi, birey sayısı artışları ve yaş ağırlığına bağlı büyüme hızları ve gelişimleri gözlemlenmiştir. Çalışma sonuçları göstermiştir ki inek, solucan ve tavuk gübreleriyle zenginleştirilen taban materyalinde, besin ilavesi yapılmayan kontrol grubuyla karşılaştırıldığında yaprak genişliği, kök uzunluğu, boy gelişimi ve birey sayısı artışına neden olmuştur. Birey sayısı yönünden en fazla artış inek gübresi grubunda olduğu bulunmuştur. Bu grupta başlangıçta 30 adet bitki ekilmiş iken çalışma sonunda  $64 \pm 1$  birey hasat edilmiştir. 5 cm'den küçük filizler birey olarak sayılmamıştır. Diğer gübre gruplarında ve kontrol grubunda yeni bireyler oluşmasına rağmen boyutları 5 cm'den küçük olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır. İnek gübresi grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel yönden farklılık belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ). Solucan, tavuk ve kontrol grupları arasında istatistiksel yönden anlamlı fark bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). En yüksek yaş ağırlık artış miktarını sırasıyla inek gübresi grubu  $0,82 \pm 0,35$  g, solucan gübresi grubu  $0,46 \pm 0,11$  g, tavuk gübresi grubu  $0,34 \pm 0,14$  g ve kontrol grubu  $0,26 \pm 0,14$  g izlenmiştir. İnek gübresi grubu ile kontrol grubu arasında Ortalama yaş ağırlık artış miktarlarının istatistiksel yönden birbirlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ). Diğer gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı fark bulunmamıştır. Ortalama yaprak uzunluğu en yüksek inek gübresi grubunda  $3,90 \pm 0,88$  cm olarak bulunmuştur, sırasıyla solucan gübresi grubu  $3,30 \pm 1,23$  cm, tavuk gübresi grubu  $2,37 \pm 1,41$  cm, kontrol grubu  $1,03 \pm 0,81$  cm olarak saptanmıştır. İnek, solucan ve tavuk gübresi grupları arasında istatistiksel yönden bir farklılık bulunmazken ( $P > 0,05$ ) kontrol grubu ile gübre ilaveli gruplar karşılaştırıldığında istatistiksel yönden anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ). Yaprak sayısı artışı yönünden en yüksek ortalama inek gübresi grubunda  $8 \pm 2$  adet, sırasıyla tavuk gübresi grubunda ortalama  $4 \pm 1$  adet, solucan gübresi grubunda ortalama  $4 \pm 1$  adet ve kontrol gübresi grubunda ortalama  $3 \pm 1$  adet olarak bulunmuştur. Yaprak sayısı artışında inek gübresi grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucu görülmüştür ( $P < 0,05$ ). Kök uzunluğu bakımından da en fazla büyüme ve gelişmenin solucan gübresi grubunda  $5,7 \pm 1,2$  cm olduğu, sırasıyla inek gübresi grubunda

4,9±1,2 cm, tavuk gübresi grubunda 3,2±0,9 cm ve kontrol grubunda 2,8±1,2 cm olduğu bulunmuştur. Tavuk ve kontrol grubu ile solucan ve inek gübresi grupları arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $P>0,05$ ). Yaprak genişliği en yüksek inek gübresi grubunda 0,57±0,23 cm, sırasıyla tavuk gübresi grubunda 0,33±0,19 cm, solucan gübresi grubunda 0,31±0,21 cm, kontrol gübresi grubunda 0,06±0,21 cm olarak görülmüştür. İnek grubu, solucan grubu ve tavuk grubu ile kontrol grupları arasında anlamlı fark olduğu sonucu görülmüştür ( $P<0,05$ ).

**ANAHTAR KELİMELEER:** *Sagittaria subulata*, akvaryum bitkileri, taban materyali, büyüme ve gelişme,

**JÜRİ:** Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ

Dr. Öğr. Üyesi Beytullah Ahmet BALCI

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE AQUARIUM PLANT *Sagittaria subulata* GROWTH AND DEVELOPMENT IN DIFFERENT FOOD ENVIRONMENTS

Aslan Çağlar ÜNVER

MSc. Thesis in Department of Aquaculture Engineering

Supervisor: Assist. Prof. B. Ahmet BALCI

June 2019; 65 pages

In this study, has been investigated controlled growth and development of *sagittaria subulata* which is one of the most preferred plants in commercially important vegetated aquariums in aquarium environment. In order to measure the potential of different fertilizer groups, growth and development rates due to leaf width, root length, height development, number of individuals and age weight were observed in fixed laboratory conditions. The results of the study showed that in the base material enriched with cow, worm and chicken fertilizers, leaf width, root length, height development and number of individuals cause to increase compared to the control group without food addition. The highest increase in the number of individuals was found in the cow fertilizer group. In this group, 30 plants were initially planted in the beginning and  $64 \pm 1$  individuals were harvested at the end of the study. Sprouts smaller than 5 cm were not counted as individuals. Although new individuals were formed in other fertilizer groups and control groups, they were not taken into consideration because they were smaller than 5 cm. There was a statistically significant difference between cow fertilizer group and other groups ( $P < 0,05$ ). No statistically significant difference was found between worm, chicken and control groups ( $P > 0,05$ ). The highest age weight gain was respectively  $0,82 \pm 0,35$  grams, worm fertilizer group,  $0,46 \pm 0,11$  grams, chicken fertilizer group was  $0,34 \pm 0,14$  grams and control group was  $0,26 \pm 0,14$  grams. It was noted that the mean age weight increase between the cow fertilizer group and the control group was statistically different from each other. ( $P < 0,05$ ) There was no statistically significant difference between the other groups. The average leaf length was found to be  $3,9 \pm 0,8$  cm in the highest cow fertilizer group. Respectively, worm fertilizer group was  $3,3 \pm 1,2$  cm, poultry fertilizer group was  $2,3 \pm 1,4$  cm and control group was  $1,1 \pm 0,8$  cm. There was no statistically significant difference between cow, worm and chicken fertilizer groups ( $P > 0,05$ ). When the control group and fertilizer supplement groups were compared, a statistically significant difference was noted. ( $P < 0,05$ ) In terms of number of leaf counts have been found, average  $8 \pm 2$  pieces in the highest mean cow fertilizer, then respectively average  $4 \pm 1$  pieces in the chicken fertilizer group, average  $4 \pm 1$  pieces in the worm fertilizer group and average  $3 \pm 1$  pieces in the control group. It was seen that there was a significant difference between the cow fertilizer group and the other groups in the number of leaves. ( $P < 0,05$ ) Has been found that the biggest growth and development in terms of root length is  $5,7 \pm 1,2$  cm in worm fertilizer group, then respectively it was  $4,9 \pm 1,0$  cm in cow fertilizer group,  $3,2 \pm 0,9$  cm in chicken fertilizer group and  $2,89 \pm 1,2$  cm in control group. There was no significant difference was found between chicken and control group and between worm and cow fertilizer groups. The leaf width has been seen the highest in the cow fertilizer group was  $0,57 \pm 0,23$  cm then respectively the leaf width has been seen

like  $0,33\pm0,19$  cm in worm fertilizer group and chicken fertilizer group  $0,31\pm0,21$  cm,  $0,06\pm0,21$  cm in control group. There was a significant difference between chicken and cow fertilizer groups and control groups. ( $P<0,05$ ).

**KEYWORDS:** *Sagittaria subulata*, aquarium plants, base material, growth and development

**COMMITTEE :** Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜSAYIN

Prof. Dr. Levent İZCİ

Assist. Prof. Beytullah Ahmet BALCI





## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimime başlamamda en büyük destekçim olan, çalışma esnasında tecrübesiyle beni yönlendiren danışman hocam Doktor Öğretim Üyesi Beytullah Ahmet BALCI'ya, çalışma boyunca yoluma ışık tutan ve yardımlarıyla yanımda olan kadim dostum Yüksek Mühendis Yusuf AKTOP'a, tez çalışmam için desteklerini esirmeyen Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dekan Yardımcısı Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ'e, Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü Doktor Öğretim Üyesi Baki AYDIN'a, Atahan TAŞYÜREK'e, Hakan KELEŞ'e, bana her koşulda destek olan ofis arkadaşlarıma ve lisansüstü eğitime başlamamda beni teşvik eden Sibel ERGÜLER'e,

Değerli ailem, Annem ve Babam, Zehra-Salim ÜNVER'e, Canım Eşim Tuba GÜL ÜNVER'e, varlığıyla beni mutlu eden Canım Kızım Nisan ÜNVER'e teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                  |      |
|----------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET.....                                                                        | i    |
| ABSTRACT.....                                                                    | iii  |
| ÖNSÖZ .....                                                                      | v    |
| AKADEMİK BEYAN .....                                                             | viii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                     | ix   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                             | xi   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                          | xiii |
| 1. GİRİŞ .....                                                                   | 1    |
| 2. KAYNAK TARAMASI.....                                                          | 3    |
| 2.1. Su Bitkilerinin Gruplandırılması .....                                      | 3    |
| 2.1.1. Sucul ve bataklık ortamlarda çeşitli bitki grupları .....                 | 3    |
| 2.1.2. Akvaryum bitkilerinin gruplandırılması.....                               | 3    |
| 2.1.3. Su bitkilerinin akvaryumda kullanımı .....                                | 4    |
| 2.1.4. Su bitkilerinin gelişebileceği ortamlar .....                             | 5    |
| 2.1.5. Akvaryum bitkileri yetiştirme teknikleri.....                             | 10   |
| 2.2. <i>Sagittaria subulata</i> (L.) Buchenau (1871)'nın Genel Özellikleri ..... | 11   |
| 2.2.1. <i>S. subulata</i> 'nın fizyolojisi .....                                 | 11   |
| 2.2.2. <i>S. subulata</i> 'nın coğrafik dağılımı .....                           | 12   |
| 2.2.3. <i>Sagittaria</i> (Alismatacae) ailesine ait kabul edilen türler:.....    | 12   |
| 2.2.4. <i>S. subulata</i> 'nın akvaryum ortamında değerlendirilmesi .....        | 15   |
| 2.3. Akvaryum Bitkileri ile Yapılan Çalışmalar .....                             | 17   |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                       | 20   |
| 3.1. Materyal .....                                                              | 20   |
| 3.1.1. Araştırma yeri ve süresi.....                                             | 20   |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.2. Araştırmada kullanılan bitki materyali.....                            | 20 |
| 3.1.3. Araştırmada kullanılan gübreler.....                                   | 21 |
| 3.1.4. Akvaryum suyunun hazırlanması ve analizinde kullanılan malzemeler..... | 21 |
| 3.1.5. Akvaryumların hazırlanmasında kullanılan malzemeler.....               | 23 |
| 3.1.6. Bitkilerin dikildiği saksı ve taban materyali .....                    | 23 |
| 3.2. Metot .....                                                              | 23 |
| 3.2.1. <i>S. subulata</i> 'nın adaptasyonu ve ön büyütme çalışmaları .....    | 23 |
| 3.2.2. Akvaryumların hazırlanması .....                                       | 26 |
| 3.2.3. Adaptasyon işlemi tamamlanmış bitkilerin dikime hazırlanması .....     | 26 |
| 3.2.4. Taban materyalinin hazırlanması .....                                  | 27 |
| 3.2.5. Çalışmanın kurulması.....                                              | 27 |
| 3.2.6. Su analizi ve gübre uygulaması.....                                    | 28 |
| 3.2.7. Spesifik büyüme oranının hesaplanması .....                            | 28 |
| 3.2.8. Yüzde oranının hesaplanması.....                                       | 28 |
| 3.2.9. İstatistiki analizler .....                                            | 29 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                                 | 30 |
| 4.1. Adaptasyon Aşaması Bulguları.....                                        | 30 |
| 4.2. Çalışma Öncesi Deneme .....                                              | 31 |
| 4.3. Çalışmanın Başlatılması, Akvaryumların Su Analizleri ve Bakımı.....      | 32 |
| 4.4. Ortalama Sıcaklık ve pH Değerleri .....                                  | 35 |
| 4.5. Büyüme ve Gelişme Bulguları .....                                        | 36 |
| 5. SONUÇLAR .....                                                             | 42 |
| 6. KAYNAKLAR.....                                                             | 44 |
| ÖZGEÇMİŞ                                                                      |    |

## AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum Akvaryum bitkisi “*Sagittaria subulata*”nın Farklı Besin Ortamlarında Büyüme ve Gelişmesinin Araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.



14/06/2019

Aslan Çağlar ÜNVER

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

|                                              |                            |
|----------------------------------------------|----------------------------|
| N                                            | : azot                     |
| P                                            | : fosfor                   |
| K                                            | : potasyum                 |
| H                                            | : hidrojen                 |
| Ca                                           | : kalsiyum                 |
| C                                            | : karbon                   |
| Mg                                           | : magnezyum                |
| O                                            | : oksijen                  |
| K                                            | : potasyum                 |
| S                                            | : kükürt                   |
| DgH                                          | : toplam sertlik           |
| DkH                                          | : karbonat sertliği        |
| pH                                           | : hidrojen iyonu yoğunluğu |
| CO <sub>2</sub>                              | : karbondioksit            |
| O <sub>2</sub>                               | : oksijen                  |
| K                                            | : kelvin                   |
| NH <sub>4</sub>                              | : amonyak                  |
| NO <sub>2</sub>                              | : nitrit                   |
| NO <sub>3</sub>                              | : nitrat                   |
| Fe                                           | : demir                    |
| PO <sub>4</sub>                              | : fosfat                   |
| SiO <sub>2</sub>                             | : silisyum dioksit         |
| Cu                                           | : bakır                    |
| HNO <sub>3</sub>                             | : nitrik asit              |
| KMnO <sub>4</sub>                            | : potasyum permanganat     |
| C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> | : sitrik asit              |

### **Kısaltmalar**

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| g/mg          | :gram/ miligram       |
| cm/mm         | :santimetre/milimetre |
| l/ ml         | :litre / mililitre    |
| $\mu\text{m}$ | :mikrometre           |
| DB            | :deneme başı          |
| DS            | :deneme sonu          |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Su bitkileriyle oluşturulmuş bir akvaryum. ....                                            | 5  |
| Şekil 2.2. Işık dalga boyuna göre fotosentez şeması .....                                             | 6  |
| Şekil 2.3. Işık dalga boyunun fotosentez hızına etkisi.....                                           | 7  |
| Şekil 2.4. Akvaryum bitkilerinde besin eksikliğine bağlı beslenme bozuklukları .....                  | 8  |
| Şekil 2.5. 2016 yılı itibariyle <i>S. subulata</i> 'nın dünya üzerinde dağılımı .....                 | 12 |
| Şekil 2.6. <i>S. subulata</i> 'nın su ortamında çiçeklenmesi .....                                    | 15 |
| Şekil 2.7. Akvaryumda yetiştirilmiş <i>S. subulata</i> 'nın sürgün yapısı.....                        | 16 |
| Şekil 2.8. <i>Sagittaria</i> familyasına ait yaprak şekilleri .....                                   | 17 |
| Şekil 3.1. Araştırmada Kullanılan Akvaryumlar .....                                                   | 20 |
| Şekil 3.2. Emers formda temin edilen <i>S. subulata</i> bitkileri .....                               | 21 |
| Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan pH ve Isı ölçer.....                                                  | 22 |
| Şekil 3.4. Akvaryum sularının analizinde kullanılan solüsyon kitleri.....                             | 22 |
| Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan plastik saksı.....                                                    | 23 |
| Şekil 3.6. Bitkilerin %5'lik KMnO <sub>4</sub> ile dezenfeksiyonu .....                               | 24 |
| Şekil 3.7. Adaptasyon akvaryumu DB. (1. gün).....                                                     | 25 |
| Şekil 3.8. Adaptasyon akvaryumu DS. (15. gün) .....                                                   | 25 |
| Şekil 4.1. Adaptasyon akvaryumu suyunun günlük sıcaklık ve pH değerleri. ....                         | 30 |
| Şekil 4.2. Çalışma öncesi denemede inek gübresi grubunda kökleri yanmış<br><i>S. subulata</i> . ....  | 31 |
| Şekil 4.3. Çalışma öncesi denemede tavuk gübresi grubunda kökleri yanmış<br><i>S. subulata</i> . .... | 32 |
| Şekil 4.4. Çalışma akvaryumlarının ortalama pH değerleri.....                                         | 35 |
| Şekil 4.5. Çalışma akvaryumlarının ortalama sıcaklık değerleri .....                                  | 35 |
| Şekil 4.6. Çalışma günlük sıcaklık değerleri. ....                                                    | 36 |

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.7.</b> <i>S. subulata</i> 'nın birey sayısı artışı grafik verileri.....                 | 36 |
| <b>Şekil 4.8.</b> <i>S. subulata</i> 'nın yaş ağırlık artışına ilişkin grafik verileri .....       | 37 |
| <b>Şekil 4.9.</b> <i>S. subulata</i> 'nın yaprak uzunluğu artışına ilişkin grafik verileri .....   | 37 |
| <b>Şekil 4.10.</b> <i>S. subulata</i> 'nın yaprak sayısı artışına ilişkin grafik verileri .....    | 38 |
| <b>Şekil 4.11.</b> <i>S. subulata</i> 'nın kök uzunluğu artışına ilişkin grafik verileri .....     | 38 |
| <b>Şekil 4.12.</b> <i>S. subulata</i> 'nın yaprak genişliği artışına ilişkin grafik verileri ..... | 39 |





## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1. Su sertliğine ilişkin formüllerin açıklamaları .....                                         | 9  |
| Çizelge 2.2. <i>S. subulata</i> 'nın sistematikteki yeri (Anonim 4).....                                  | 11 |
| Çizelge 2.3. <i>S. subulata</i> bitkisinin gelişebileceği akvaryum koşulları .....                        | 15 |
| Çizelge 3.1. Çalışmada Kullanılan Doğal Gübrelerin Azot (N), Fosfat (P) ve Potasyum (K) % oranları.....   | 21 |
| Çizelge 4.1. Adaptasyon akvaryumunun günlük sıcaklık ve pH değerleri.....                                 | 30 |
| Çizelge 4.2. Kontrol (gübresiz) grubu akvaryumların su analizi sonuçları .....                            | 33 |
| Çizelge 4.3. Tavuk gübresi grubu akvaryumların su analizi sonuçları.....                                  | 33 |
| Çizelge 4.4. İnek gübresi grubu akvaryumların su analizi sonuçları .....                                  | 34 |
| Çizelge 4.5. Solucan gübresi grubu akvaryumların su analizi sonuçları .....                               | 34 |
| Çizelge 4.6. Spesifik büyüme oranı (SBO) formülü kullanılarak hesaplanan büyüme ve gelişme verileri ..... | 39 |
| Çizelge 4.7. Büyüme ve gelişme verilerinin yüzdesi (%).....                                               | 40 |

## 1. GİRİŞ

Su bitkileri, suyun tamamen altında veya suyun dış kısımlarında da yaşamını sürdüren bulunduğu ortamda asıl üretici konumunda olan, bir hücreli veya çok hücreli elemanları bulunan fotosentetik canlılardır (Yapabandara and Ranasinghe 2006).

Yapısında klorofil bulunduran ve asıl üretici konumunda olan bitkiler sucul yaşamda gerçekleştirdikleri fotosentez sayesinde ürettikleri organik maddelerin yanında suya oksijen yönünden doyumluk sağlamaktadırlar. Sucul ortamdaki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan sucul bitkiler ortamın dengesini korumada oldukça büyük öneme sahiplerdir (Cirik vd. 2011).

Su bitkilerinin ortamda yaşayan canlıların büyüme, gelişme ve üremelerinde önemli görevleri vardır. Suyun biyolojik dengesini sağlamanın yanı sıra yavru balıklara saklanma ve beslenmesine katkı sağlarlar. Ayrıca insanlar tarafından gıda olarak da tüketilmektedir. Asya ülkelerinde su kestanesi, *Eleocharis dulcis* ve dünyanın farklı ülkelerinde tüketilen, yaprakları salatalarda kullanılan su teresi insan gıdasına örnek olarak verilebilir (Cirik ve Cirik 2005).

Su bitkileri bulundukları yaşam alanında patojen bakterileri ortamdan uzaklaştırma becerisi gösterir, patojen bakteriler genellikle asidik ortamda üremeye meyillidir. Bitkiler ise ortamı bazikleştirdiği için patojen bakterilerin üremelerine engel olurlar (Cirik vd. 2011).

Su bitkileri kanalizasyon ve arıtma tesislerinde sıvı atıklardan ağır metallerin ayrıştırılmasını sağlar. Bunun için gerekli olan kimyasal sistemler oldukça pahalı olmasına karşılık, su bitkileriyle biyolojik ve ekonomik ayrıştırma gerçekleştirilmektedir. Su bitkilerinin yukarıdaki faydalı kullanımlarının yanında en çok süs bitkisi ve peyzaj amaçlı tercih edilmektedir (Öztürk 2008; Kaya 2015).

Sucul bitkilerin asıl yaşam alanları sürekli yağış alan su kaynaklarının bol bulunduğu, yılın her günü yoğun nemli olan tropikal iklime sahip ülkeler olmasına karşın, avrupa ülkelerinde son yıllarda su bitkileri yetiştirme çalışmaları oldukça artış göstermiştir. Ülkemiz habitatında nadir olarak bulunan ve çoğunun yurtdışından ithal edildiği akvaryum bitkileri günümüzde büyük ticari önem kazanmıştır, kontrollü ortamlarda tamamen bilgisayar destekli seralarda su bitkileri üretimi yapılmaktadır. Hollanda'da ticari olarak akvaryum bitkisi yetiştiren firmaların yıllık toplam 2-3 milyon dolar civarında akvaryum bitkisinin Amerika Birleşik Devletleri'ne ithal edildiği bildirilmiştir (Hekimoğlu 2008).

Dünya genelinde su bitkileri üzerine yapılan çalışmalar hızla artmasına rağmen ülkemizde su bitkilerinin büyüme ve gelişmesine yönelik çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu görülmektedir. Türkiye'de akvaryum bitkilerinin büyüme ve gelişmesi konusunda farklı araştırmacılar tarafından çalışmalar yapılmıştır (Conk ve Cirik 1993; Akçalı 2000; Öztürk 2008; Yücel 2008; Şumlu 2009; Çınar 2013; Tekogul vd. 2017).

Bu çalışmada ticari öneme sahip olan *S. subuluta*'nın farklı zemin materyallerinde kontrollü üretiminde, farklı gübreleri değerlendirme potansiyelini belirlemek için sabit laboratuvar koşullarında, birey sayısı artışları, kök uzunluğu, boy gelişimi, yaprak genişliği ve yaş ağırlığına bağlı büyüme hızları ve gelişimleri araştırılmıştır.

Büyüme ve gelişmesi araştırılan *S. subulata* akvaryumda yetiştirilen balıklar ve omurgasızlar için iyi bir gelişme ve üreme ortamı sağlamasının yanında dekoratif görüntü oluşturmaları ve akvaristler tarafından çok rağbet edilen bitki türü olması sebebiyle çalışmamız için tercih edilmiştir. Yapılan kaynak taramalarında bu bitki hakkında çok az veriye rastlanmıştır. Belirtilen su bitkisi türünün bilgi eksikliklerinin giderilerek ülke ekonomisine kazandırılması ve bitkiden maksimum verimin elde edilmesi, ülke ekonomisine daha fazla kazanç sağlayacaktır.

Çalışma sonunda elde edilen veriler pazar payı yükselmekte olan akvaryum bitkilerinin yetiştiriciliği yönünden ve akvaryum bitkilerinin biyolojisi yönünden oldukça önemli olduğu düşüncesindeyiz. Bu çalışmada, akvaryumlarda çok tercih edilen *S. subulata* 'nın akvaryum ortamında büyüme-gelişmesinde etkili olan zemin materyalinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK TARAMASI

### 2.1. Su Bitkilerinin Gruplandırılması

Su bitkileri bulundukları bölgelere, şekillerine, fizyolojik yapılarına ve büyüme özelliklerine göre sınıflandırılabilir.

#### 2.1.1. Sucul ve bataklık ortamlarda çeşitli bitki grupları

Bir göl kıyısındaki bitkilere bakıldığında ortamlarına göre üç grup altında sınıflandırılır. Suda yüzen bitkilerin oluşturduğu gruplara hidrofit topluluk, kıyıya yakın, bir kısmı su içinde, bir kısmı karada gelişen bitkiler grubuna amfibi topluluk, Islak nemli alanlarda gelişen bitkiler grubuna helofit topluluk denilmektedir.

**A. Hidrofit topluluklar:** Tamamen su altında yaşamaya uyumlu türlerin oluşturduğu gruptur. Bitkinin kök, gövde ve yaprakları suyun içinde sadece çiçekleri su dışında gelişmesini tamamlar. Bu bitkiler durgun ve akarsularda görülür.

**1. Akarsulardaki hidrofit topluluklar:** *Fontinalis* türleri vb.

**2. Durgun Sulardaki hidrofit topluluklar:** *Sagittaria*, *Elodea*

**B. Amfibi topluluklar:** Bu bitkiler sürekli olarak su içinde yaşamazlar. Kurak zamanlarda bitkinin bir kısmı su dışında kalır.

**1. Kıyı ve bataklık zonundaki amfibi bitki toplulukları:** *Equisetum* ve *Alisma*.

**2. Alüvyonlu topraklardaki amfibi bitki toplulukları:** *Polygonum* vb.

**C. Islak ve nemli alanlardaki topluluklar:** Islak, nemli alanlarda gelişen bitki gruplarının oluşturduğu bu grup bitkiler geniş alanlar oluşturur ve büyük boyutludurlar. Bu nedenle, diğer iki grupta yer alanlara oranla daha çok tanınırlar. Bu grupta bataklık ve turbalıklarda gelişen helofit topluluklar olarak tanımlanan bitki toplulukları baskındır.

**1. Helofit topluluklar:** *Phragmites*, *Scirpus*, *Typha*, vb.

**2. Kamış (Carex) toplulukları:** *Carex*, vb. (Cirik vd. 2011)

#### 2.1.2. Akvaryum bitkilerinin gruplandırılması

Alpbaz (1990)'a göre akvaryum bitkileri aşağıdaki şekilde gruplandırılmaktadır.

**A. Köklü bitkiler:** Bu grupta olan bitkiler köklü oldukları için akvaryum dibine kum içerisine dikilirler.

##### 1. Yapraklı bitkiler:

- **Yaprakları uzun veya iğ şeklinde olanlar:** *Aconus*, *Elechoris*, *Isoetes*, *Sagittaria*, *Vallisneria* türleri örnek verilebilir.

- **Yaprakları normal olan bitkiler:** *Anubias, Apogoneton, Barclaya, Ceratoptens, Crptocorne, Echinodorus, Hydrocotyle, Lagenandra, Marsilea* türleridir.

• **Çapraz yapraklı bitkiler:** *Bacopa, Calomba, Crassula, Hygrophila, Ludwigia, Lysimachia, Micranthemum, Najas, Nomaphilia*, türleridir.

• **Yaprakları aynı sırada olanlar:** *Amblystegium, Eichhornia, Heteranthera, Lagarosiphon, Lobelia*, türleridir.

• **Yaprakları ana sap üzerinde olanlar:** *Ceratophyllum, Elodea (Andoharis), Limnophila(Ambulia), Myrophyllum, Nitella* türleridir.

## B. Yüzen bitkiler

Bu gruptaki bitkilerin bazıları bilinen kök yapısına sahiptir, bu kökler saçak şeklinde veya dibe kadar uzanarak bitkinin taban ile ilişkisini sağlayabilirler. Bazıları köksüz su üstünde yapraklı bitki halindedir.

Dip kısmında kökü bulunanlar; *Aponogeton, Hydrocleis, Nymphala*,

Köklü fakat kökü dip kısma ulaşmayan bitkiler; *Azolla, Ceratopteris, Eichhornia, Limnobium, Nymphoides, Pistia, Riccia, Salvinia* türleri olarak sınıflandırılmaktadır (Alpbaz 1990).

### 2.1.3. Su bitkilerinin akvaryumda kullanımı

Akvaryum sektörü son zamanlarda ülkemizde ve dünyada çok popüler bir hobi haline gelmiştir. dünya çapında yaklaşık 60 milyon kişi akvaryum hobisi ile ilgilenmektedir (Özçelik vd 2013). Akvaryumda doğal ortamı taklit etmek isteyen hobiciler su bitkilerini tercih etmektedir. Su bitkileri, akvaryumda bulunan balıklar, karidesler ve salyangozların dengeli bir yaşam sürdürebilmeleri için oldukça önemlidir. Bitkiler ışığı ve besin tuzlarını kullanarak yaptıkları fotosentez sayesinde suya oksijen sağlarken, akvaryumda yetiştirilen balıkların atıklarını da kökleriyle alarak doğal dengeyi sağlarlar. Aynı zamanda da güzel görünümleriyle de akvaryum peyzajı için öneme sahiptirler (Öztürk 2008).

Ortalama bir akvaryumda elzem olan oksijen miktarının, karbondioksitin akvaryum ortamından uzaklaştırılması ile artacağı, akvaryumda değerlendirilen su bitkilerinin fotosentez yapması için karbondioksit kullanıp, bunun sonucunda oksijen üreterek dengeyi sağladıkları belirtilmektedir (Özçelik vd 2013) Bitkilerin olmadığı ortamlarda karbondioksitin oksijen gibi serbestçe su ortamından havaya salınmadığı, suda çözünme miktarının çok yavaş olduğu bu nedenle, fazla sayıda balık bulunan akvaryumlarda solunum sonucu artan karbondioksit oranının tehlike derecesine ulaştığı için, karbondioksit oksijen dengesinin oluşması için su bitkilerinin yetiştirilmesi faydalı bir durum olarak değerlendirilmektedir (Kesici 1991).

Akvaryum ortamında değerlendirilen su bitkileri güzel görüntü ve doğal bir ortam oluşturma yanı sıra suyu dengeleme özellikleri vardır. Akvaryum bitkileri ile oluşturulan ortam Şekil 2.1’de verilmiştir. Akvaryumda kullanılacak bitkilerin balıklarla ilişkisi değerlendirilmeli ve bitkinin doğal ortamındaki iklim şartlarının sağlanması gereklidir. Bazı bitkilerin yoğun ışık ihtiyacı olmasına karşın bazı bitkiler düşük ışıklarda

yaşamlarını sürdürürler. Kuzey Afrika bitkisi olarak bilinen *Anubias barteri* var. *Nana* bitkisi bulunduğu ortamda ormanların içindeki dere ve su kaynaklarına yakın yerlerde yetişmekte olup, ışık ihtiyacını ağaçların arasından süzülen seyrek güneş ışığından sağlamaktadır (Geldiay 1972).



**Şekil 2.1.** Su bitkileriyle oluşturulmuş bir akvaryum

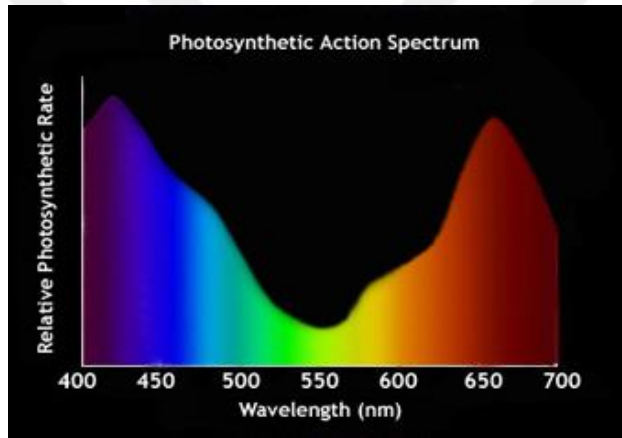
#### **2.1.4. Su bitkilerinin gelişebileceği ortamlar**

Akvaryum ortamında yetiştirilecek su bitkisinin sağlıklı bir şekilde gelişmesi, taban, ışık kaynağı ve su içerisinde çözünmüş olan besin oranlarına bağlıdır. Işık ve bitki besini bitkinin gelişiminin temelini oluştururlar. Akvaryum ortamında yetiştirilecek bitki seçilirken o bitkinin doğal ortamında gelişme ve büyüme gösterdiği koşulları araştırmamız gerekmektedir. Bitki tercihi yapılırken akvaryumda yetiştirilmesi düşünülen diğer canlılarla da ilişkileri göz ardı edilmemesi gereken bir unsurdur. Örneğin, Afrika kökenli ciklet balıkları doğal ortamlarında kayalıklara yuvalanırlar ve sert su değerlerinde yaşamlarını sürdürürler, akvaryumda değerlendirilen bir çok bitki ise bu değerlerde gelişme gösteremez.

#### 2.1.4.1. Işık

Işık, bitkinin gelişimini teşkil eden, fotosentezin sağlanması için gerekli olan temel unsurlardan biridir. Bitkilerin yeterli miktarda fotosentez sağlanması da akvaryumların ışıklandırmasının doğru, zamanlı ve yeterli oranlarda sağlanması gerekmektedir. Günümüzde ticari olarak akvaryum ebatlarına göre watt değeri değişen floresan ve led lambalar üretilmektedir. Ortalama bir bitkili akvaryumda her 4 litre için 2-3 watt şeklinde ışıklandırma önerilir (Çelebi 2017). Bu durum yetiştirilmesi düşünülen bitkiye göre değişiklik gösterebilir çünkü bazı bitkiler yüksek ışıktaki, bazı bitkiler düşük ışık şiddetinde gelişim gösterirler.

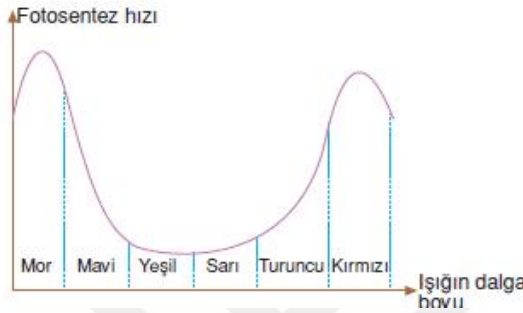
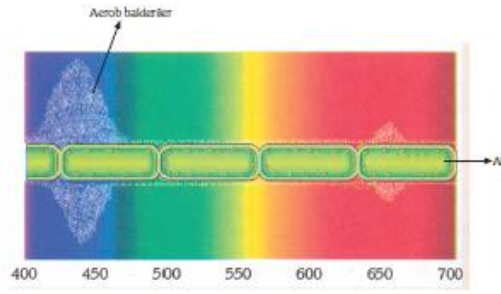
Yapılan araştırmalar neticesinde akvaryum bitkilerinin hangi renk sıcaklıklarında fotosentezi daha çok gerçekleştirdiği belirlenmiştir, bitkilerin fotosentez seviyesinin en yüksek olduğu ışık değerleri Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Bitkili akvaryumda gözümüze hitap eden ışıkların kullanılmasından ziyade, öncelikle bitkinin ihtiyaç duyduğu ışık özellikleri tercih edilmelidir.



**Şekil 2.2.** Işık dalga boyuna göre fotosentez şeması (Anonim 1)

Theodore Engelmann’ın, farklı ışık parametrelerinin fotosentetik aktivitelerini ölçmek üzere 1882 yılında gerçekleştirdiği bir deneyde beyaz ışığı prizmadan geçirerek kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor ışınlara ayırmış ve bu ışınları bir akvaryumda bulunan yeşil alg ve  $O_2$ ’li ortamda yaşayan bakteriler üzerine düşürmüştür. Deney sonunda bakterilerin en çok mavi ve mor, daha sonra kırmızı ışınların bulunduğu kısımlarda kümелendiği görmüştür. Çünkü bu kısımlarda daha çok fotosentez yapıldığı ve daha çok oksijen üretildiği görülmüştür. Bakteriler en az yeşil ışığın bulunduğu bölgede toplanmıştır. Buna göre fotosentez en hızlı mavi, mor ve kırmızı ışıktadır. Yeşil ışık fotosentezde en az kullanılan ışık olduğu belirlenmiştir. Işık dalga boyunun fotosenteze etkisi Şekil 2. 3’de gösterilmiştir (Anonim 2).





**Şekil 2.3.** Işık dalga boyunun fotosentez hızına etkisi (Anonim 1)

#### 2.1.4.2. Besinler

Su bitkileri sağlıklı ve düzenli bir gelişim sağlayabilmek için organik ve mineral besin kaynaklarına ihtiyaç duyarlar. Bu besinlerin bazılarında az miktarlarda ihtiyaç duyulmasına rağmen, eksiklikleri durumunda hayati önem taşıyan biyolojik fonksiyonlar sağlıklı gerçekleşmeyecektir. Yeterli ve düzenli beslenme sağlanamadığı takdirde bitkilerde kopmalar, yaprak sararmaları gibi etkenler ortaya çıkacaktır. Besin eksikliğine bağlı beslenme bozuklukları Şekil 2. 4’de verilmiştir. Bitkilerin beslenmesinde yer alan besin çok çeşitlidir ve bitkilerin bunu kullanabilmesi gereklidir. Her besin farklı alanlarda bitki için önem arz eder.

Akvaryumda bazı elementler kendiliğinden bulunmaktadır. Örneğin H ve O<sub>2</sub> gibi. Su ortamında besin miktarı ve bunların bitkiler tarafından kullanılması akvaryumun su şartlarının ve tabanında oluşan faydalı bakterilerinin varlığıyla ilişkilidir. Organik atıklarla oluşan faydalı bakteri faaliyeti, bitkiler için gerekli besinlerin ortaya çıkmasına sebep olur (Cirik ve Cirik 2011).

Bitkiler gelişmeleri için bazı elementlere ihtiyaç duyarlar, bunlar Azot (N), Fosfor (P), Potasyum (K), Hidrojen (H), Kalsiyum (Ca), Karbon (C), Magnezyum (Mg), Oksijen (O), Potasyum (K) ve Sülfür (S) gibi elementlerdir (Çelebi 2017). Bitkilerin gelişimi açısından besinler hayati öneme sahiptirler. Bitkili akvaryumlarda besin sebebi ile oluşan dengesizlik istenmeyen alg oluşumları, yetersiz ya da kötü görünümlü bitkiler, hatta bitkilerin ölümü gibi sonuçları ortaya çıkarabilir.





**Şekil 2.4.** Akvaryum bitkilerinde besin eksikliğine bağlı beslenme bozuklukları (Anonim 3)

Bu elementlerin bazılarının etkileri şu şekilde ifade edilebilir;

**Azot**, bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmesi için son derece önemlidir. Bitkilerin erken ve hızlı gelişmelerini sağlar (Heurs 1975). Bitkiler ışık kaynağını alsa bile azotun eksikliğinde gelişme göstermezler. Bitkiler, azottan doğrudan doğruya faydalanamazlar, ancak  $\text{NO}_3$  ve  $\text{NH}_4^+$  şeklinde kullanabilirler (Kardeş 2012). Bitkinin klorofil yapısını destekleyerek yaprakların canlı ve yeşil bir renk almasını sağlarlar.

**Fosfor**, bitkiler için hayati öneme sahiptir ve protein sentezlemesinde gereksinim duyulur. Mikroorganizmalar tarafından Fosfata  $\text{PO}_4$  dönüştürülerek bitkiler tarafından kullanılabilir forma dönüştürülür. Eksikliğinde yaprak renklerinde koyulaşma ve devamında sararma, delinme gibi deformasyon bozukluklarına sebebiyet verir. Fazlalığında aşırı yosunlaşma sorunu görülebilir (Çelebi 2017).

**Potasyum**, bitkiler tarafından en çok tüketilen besin olarak bilinir. Bitkinin fotosentez yapmasında etkilidir. Akvaryum ortamında bitkilerin köklenmesinde etkisi çok büyüktür. Eksikliğinde kök gelişiminde zayıflık, yapraklarda deformasyon gözlenir. Akvaryumda ortalama 15-40mg/L civarlarında olmalıdır (Çelebi 2017).

**Karbon**, Bitkilerin ihtiyacı olduğu elementlerden birisidir. Kara ortamında bitkiler  $\text{CO}_2$  gazını havadan temin ederler, ama sudaki  $\text{CO}_2$  miktarı havaya göre oldukça düşüktür. Akvaryum ortamına ilaveten karbon verilmez ise akvaryumda pH değeri sabit kalmaz ve akvaryum bitkilerinin gelişmesinde sorunlar görülür (Çelebi 2017).

#### 2.1.4.3. Sıcaklık

Akvaryum ortamında yetiştirilen bitkiler genellikle tropikal bölgelerde sıcak iklim şartlarında gelişim gösterirler. Genellikle akvaryum bitkileri için optimal sıcaklık 19-25 °C uygundur (Cirik vd. 2011). Su bitkilerinin fotosentez yapması ve gelişimini idame ettirmek için kullanması gereken bitki besinlerinden yararlanması için belirli sıcaklık

aralığında olması gerekmektedir. Akvaryum ortamında oluşması beklenen faydalı bakterilerinde optimal sıcaklık değerlerinde faaliyete geçmesi sıcaklığın önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.

#### 2.1.4.4. Su şartları

Başarılı bir akvaryum için en önemli unsurlardan biri de su kalitesidir (Çelebi 2017). Bitkiler hayatlarını sürdürebilmek için ışık enerjisinin yardımı ile karbonhidrat üretirler. Bu olayın gerçekleşmesi için suda çözünmüş olan inorganik maddeleri ve mineralleri ham madde olarak kullanırlar. Bitkiler bu yolla açığa çıkardıkları oksijen ile akvaryumda devamlılığı sağlarlar.

#### 2.1.4.5. Su sertliği ve pH

Su sertliği için genellikle Karbonat Sertliği ve Genel Sertlik terimleri kullanılır. Genel Sertlik; suda bulunan magnezyum veya kalsiyum iyonlarının varlığıyla ilişkilidir (Çizelge 2.1). GH/DH olarak ifade edilir. Akvaryum bitkileri için ortalama su sertliği 6-10gH'dır (Çelebi 2017).

**Çizelge 2.1.** Su sertliğine ilişkin formüllerin açıklamaları (Çelebi 2017)

|              |                                         |
|--------------|-----------------------------------------|
| <b>1</b>     | <b>kH : 17,9 mg/l(CaCO<sub>3</sub>)</b> |
| <b>1</b>     | <b>gH : 10 mg/l (CaCO<sub>3</sub>)</b>  |
| <b>4-8</b>   | <b>gH : Yumuşak</b>                     |
| <b>8-12</b>  | <b>gH : Az Sert</b>                     |
| <b>12-18</b> | <b>gH: Orta Sert</b>                    |
| <b>18-30</b> | <b>gH: Çok Sert</b>                     |

Karbonat sertliği: Suda bulunan karbonat iyonlarının yoğunlaşma durumu ile ilgilidir. Karbonat sertliğinin varlığı suyun pH değerinin dengede kalmasını ve pH'ın ani düşme ve yükselme durumlarını önlemekte tampon görevi gösterir. kH'ın yüksek değerlere çıktığı durumlar, akvaryumdaki canlılar için tehlikeli olabilir. Değerleri düşürmek için ters osmoz suyu veya CO<sub>2</sub> verilmesi önerilir. (Anonymous 6)

Suyun pH değeri, hidrojen iyonlarının yoğunluğu ile alakalıdır. Akvaryum suyunda Hidrojen iyonlarının değerleri yüksek ise pH değeri 7'den küçük olur, 7 ise su nötr, 7'den büyük ise bazik (alkali) denmektedir. Akvaryum ortamında değerlendirilen bitkilerin 6,8-7,4 pH değerlerinde düzenli gelişme gösterdiği, bu değerdeki pH'dan uzaklaşıldığında bitkilerin nutrient alımının durduğu ve fotosentez yapmadığı görülmüştür (Kesici 1991).

#### 2.1.4.6. Taban

Akvaryumda azot döngüsünün temeli eksiksiz kurulacak taban materyaline bağlıdır. Bitkiler için tabanın en önemli faydası bitkilerin kökleri aracılığıyla tutunmasını sağlamak ve besin kaynağı oluşturmaktır. Bu fonksiyonların gerçekleşmesi için tabanın en az 2 katmanlı ve 5-6 cm civarı olmalıdır (Alpbaz 1990). Alt katmanda besin içeriği yüksek olan materyal üst katmanda ise 0.3-0.5 cm boyutlarında çakıllardan oluşmalıdır.

Su çakılların arasından geçerek bitki köklerine oksijen ulaştırır. Bitki köklerinin zarar görmemesi için kullanılacak taban malzemesinin sivri kenarlı olmamasına dikkat edilmelidir (Geldiay 1972).

### 2.1.5. Akvaryum bitkileri yetiştirme teknikleri

#### 2.1.5.1. Eşeyssel üretim

**a. Yapay polenleme:** Aynı bitki üzerinde erkek ve dişi cinsiyet organının görülmesi durumunda bitki Monoik, dişi ve erkek çiçeklerin ayrı bitkilerde olması Dioik'tir (Cirik vd. 2011).

- **Monoik bitkiler :** *Sagittaria*,

- **Dioik bitkiler :** *Vallisneria*, *Elodea* ve *Langorosiphon* örnek verilebilir.

Monoik bitkiler kendi arasında döllenebilen (Serf fertil) ve kendi arasında döllenemeyen (Serf steril) olarak 2 'ye ayrılırlar. **Serf fertil** bitkilerin dişi ve erkek çiçekleri birbirleriyle döllenebilir. **Serf steril** bitkilerin ise döllenebilmeleri için aynı türden başka bitkilerin polenlerine ihtiyaç duyarlar (Cirik vd. 2011).

**b. Tohumdan üretim:** Üretim yapay şartlarda tozlaşma sağlanarak yapılabileceği gibi doğal ortamda oluşmuş tohumların çimlendirilmesi ile de gerçekleştirilebilir. Bu yöntemin akvaryumlarda kullanımına yönelik tek engel akvaryum ortamında pek çok türün çiçek açmamasıdır. Ancak akvaryum ortamı bitkinin büyüme şartlarına göre uygun şartları sağlarsa bitkide çiçeklenme, polen ve tohum oluşması sağlanır. Tohumlar bitkiden ayıklanır, olgunlaşması için bir süre kuru ortamda bekletilir. Bu süre bitki türleri arasında farklılık gösterebilir (Cirik vd. 2011).

#### 2.1.5.2. Eşeyssiz üretim

Eşeyssiz üreme yöntemi hobiciler arasında ve ticari amaçla en sık kullanılan üretim yöntemidir. Su bitkilerinin eşeyssiz üretim şekli morfolojik yapısına bağlı olarak değişiklik gösterir (Cirik vd. 2011).

**a. Ana bitkinin kesilmesi ile üretim:** Bitkinin nodyum bölgesinden kesilerek ayrılan kısım, taban materyaline dikilerek yeni birey oluşturur, uç kısmından kesilen ana bitki ise kesildiği bölgeden yeni filizler verir (Cirik vd. 2011).

**b. Filizlerin kesilmesi ile üretim:** Bitkinin gövdesinde iki nodyum arasında yeni filiz dallarının oluştuğu bölgeden filizlerin koparılarak taban materyaline dikilmesi ile yeni bitki elde edilir. *Ludwigia*, *Eleoda* bu tip üretim şekli ile çoğaltılabilir (Cirik vd. 2011).

**c. Sürgünlerden üretim:** Ana bitkiden uzanan rizomlardan yeni bireylerin oluşması ile üretim şeklidir. Yeni sürgün gelen bitki de gelişmesini tamamladığında yeni sürgünler verir. Bu bitkiler birbirinden ayrıldıktan sonra aynı şekilde üreme yöntemiyle bir çok bitki elde edilebilir. Rizomlar genelde toprak altından ilerler ama bazen toprak üstünde de geliştiği görülmektedir (Cirik vd. 2011).

**d. Çiçek sapından üretim:** *Echinodorus* cinsine ait türlerde ve *Aponogeton* cinsinin bazı türlerinde görülen bu üreme şekli bitkinin çiçek sapında köklü bir yavru oluşturmaya ile gerçekleşir. Submers çiçekleri olan ortamda yavru bitki oluşumu iyi olmasına karşın bitki su yüzeyine çıktıktan sonra çiçek oluştursa yeni bireylerde şekil bozuklukları görülebilir. Yavru bitki ancak kök oluşumunu tamamladıktan sonra anaç bitkiden ayrılabilir (Cirik vd. 2011).

**e. Rizomların kesilmesi ile üretim:** Bazı bitkilerin iki tip rizomu bulunur. Depo rizomu ve büyüme rizomudur. Bu 2 tip rizomu birbirinden ayıran özellik depo rizomunun şişkin ve internodal alanın kısa olmasıdır. Büyüme rizomlarının kesilmesi ile 3'er cm uzunluğunda parçalara bölünür, parçalara bölünen rizomlar 2. cm su bulunan kutuya yerleştirilir. Suyun buharlaşıp azalmamasına dikkat edilmez. 12 gün sonunda rizomların üstünde bitkilerin oluşmaya başladığı görülür (Cirik vd. 2011).

**f. Ana bitkinin yapraklarından üretim:** Bu üreme şekli çiçek açmayan bitkilerde görülür. Bu bitkiler mikroskobik sporlar yardımı ile üreme gösterirler. Kara yosunları ve Eğreltiler bu şekilde üreme gösteren türlerdir. Genç bitkiler suda serbest yüzen yapraklardan gelişerek oluşurlar (Cirik vd. 2011).

## 2.2. *Sagittaria subulata* (L.) Buchenau (1871)'nın Genel Özellikleri

### 2.2.1. *S. subulata*'nın fizyolojisi

*S. subulata* bitkisinin submers formları kısa bir saptan çıkan kayış benzeri yapraklarının uzunluğu ile karakterize edilir. 5 ile 40 cm arasında uzayabilen şerit şeklinde ok ucuna benzer yaprakları vardır, sürgünler vererek çoğalır, emers formunda yapraklar daha kalın ve yeşildir, boy uzunluğu 40 cm'e kadar uzayabilmektedir. Çiçekleri fincan biçiminde ortaları sarıdır (Heurs 1975). Su altındaki formları genellikle çiçek açmazlar (Cirik vd. 2011). 16-28 °C arasında sıcaklıklar gelişmesi için uygundur, pH düzeyi 6-9 arasındadır (Çelebi 2017). Optimum ısı derecesi 20 °C derecedir (Geldiay 1972). Bulundukları ortamlarda sular genelde serttir, yüksek miktarda kalsiyum, sodyum, potasyum ve klorür bulunur (Adams and Godfrey 1961). ok ucuna benzer görüntüsü sebebiyle hobiciler arasında yüzen su oku, bodur saz olarak isimlendirilir.

*S. subulata* bitkisi üzerine Adams ve Godfrey (1961)'in yaptıkları gözlemlerin sonucu ok uçlarını temsil eden yaprak formlarının olduğunu, bulundukları habitata göre farklı şekillenmelerin görüldüğünü bildirmişlerdir. Doğal ortamında *Sagittaria* bitkisinin yapraklarının bakteri popülasyonunun oluşumunda etkili olduğu ve balık popülasyonu için de önemli olduğu gözlemlenmiştir. (Mitchell 1974)

### Çizelge 2.2. *S. subulata*'nın sistematikteki yeri (Anonim 4)

|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| Alem  | Bitkiler (Plantae)              |
| Şube  | Kapalı Tohumlular (Angiosperms) |
| Sınıf | Tek Çenekliler (Monocots)       |
| Takım | Kurbağakaşığı (Alismatales)     |
| Aile  | Su otu giller (Alismataceae)    |
| Cins  | <i>Sagittaria</i>               |
| Tür   | <i>S. Subulata</i>              |

### 2.2.2. *S. subulata*'nın coğrafik dağılımı

Kuzey Amerika ve Güney Amerika kökenli bir bitki olan *S. subulata*, Asya ve Afrika kıtalarında da yayılım göstermektedir (Adair et al. 2012). Amerika Birleşik Devletleri'nde St. Marks ve Wakulla nehri kanallarında ve ayrıca Florida'nın merkezindeki geniş yayların ve akarsuların çoğunda bol miktarda bulunmaktadır. Bu bitki Virginia'da gelgit olayı yaşanan su kaynaklarının çamur düzlüklerinde ilk olarak 17. Yüzyılın başlarında John Clayton tarafından değerlendirilmiştir (Stearn 1957; Adams and Godfrey 1961). Bir başka kaynakta ise ilk olarak 1753 yılında tanıtıldığı belirtilmiştir. (Müller 1871) *Alisma subulatum*, *Echinodorus subulatus* olarak da isimlendirilmiştir.



Şekil 2.5. 2016 yılı itibariyle *S. subulata*'nın dünya üzerinde dağılımı (Anonymous 1)

*S. subulata* çevresel etkisine göre bulunduğu ortama uyum sağlayarak fizyolojik şekillerinde farklılık gösterdiğinden kesin olarak bazı değerlendirilmeler yapılamamıştır. İlk olarak görüldüğü Wakulla nehrinin sıcaklığı yaklaşık 24°C iken daha güneyde kalan kısımlar birkaç derece daha sıcaktır (Adams and Godfrey 1961)

*S. subulata*, Birleşik Krallık Listesi, Kuzey Atlantik Türler Listesi'nde, Amerika Birleşik Devletleri Türler Listesi'nde, Yeni Zelanda Türler Listesi'nde, Papua Yeni Gine Türler Listesi'nde, İrlanda Türler Listesi'nde, Kolombiya Türler Listesi'nde, tanınmış ve kayıtlara işlenmiştir (Anonymous 2).

Türkiye Sularında *Sagittaria* Cinsinin Bulunduğu Bölgeler: *Sagittaria* cinsine ait türler ülkemizde Edirne: Enez Güney Cıvra seddesi, Sakarya: Kandıra, Bolu: Abant gölü, Bursa: Uluabat, Kars: Çıldır, Van: Bendimahı ırmağı, Konya: Beyşehir su kaynaklarında görüldüğü bildirilmiştir (Anonim 6.)

### 2.2.3. *Sagittaria* (Alismatacae) ailesine ait kabul edilen türler:

*Sagittaria* cinsine ait 40 tür bulunmaktadır. (Adair et al. 2012)

1. *Sagittaria aginashii* (Makino)- Japonya, Kore Cumhuriyeti, Primorye
2. *Sagittaria ambigua* (J.G.Sm).- Missouri Arrowhead - Oklahoma'dan Indiana'ya

3. *Sagittaria australis* (J.G.Sm) Appalachian Arrowhead - Güneydoğu ABD'den Louisiana'dan Florida'ya, Iowa ve New Jersey
4. *Sagittaria brevirostra* (Mack and Bush) Shortbeak Arrowhead - orta ABD (Büyük Ovalar, Mississippi ve Ohio Vadileri, Büyük Göller); ayrıca Virginia ve Saskatchewan; Kaliforniya'da vatandaşlığına
5. *Sagittaria chapmanii* (J.G.Sm) C.Mohr- Teksas'tan Carolinas'a
6. *Sagittaria cristata* (Engelm)- Büyük Göller Bölgesi
7. *Sagittaria cuneata* (E.P.Sheld) - Yukon ve Kuzeybatı Toprakları dahil olmak üzere çoğu Kanada; Alaska, batı ve kuzeydoğu ABD.
8. *Sagittaria demersa* (J.G.Sm)-Chihuahuan ok ucu Yeni Meksika, kuzeydoğu Meksika
9. *Sagittaria engelmanniana* (J.G.Sm)- Engelmann'ın ok ucu - Mississippi'den Vermont'a Doğu ABD.
10. *Sagittaria fasciculata* (E.O.Beal) - Bunce Arrowhead - Kuzey ve Güney Karolina
11. *Sagittaria filiformis* (J.G.Sm) - Threadleaf Arrowhead - Alabama'dan Maine'e Doğu ABD.
12. *Sagittaria graminea* (Michx) Çim Yapraklı Ok Uçları - Küba; doğu ve orta ABD'nin çoğu; doğu Kanada; Washington eyaletinde ve Vietnam'da vatandaşlığına
13. *Sagittaria guayanensis* (Kunth) Latin Amerika, Batı Hint Adaları, Çin, Hindistan, Güneydoğu Asya'da yaygın; Louisiana'ya tanıtıldı
14. *Sagittaria intermedia* (Micheli et all.)- Büyük Antiller, Kolombiya, Güney Meksika
15. *Sagittaria isoetiformis* (J.G.Sm.)- Quillwort Arrowhead - Küba'dan Florida, Georgia, Alabama, Mississippi, Carolinas
16. *Sagittaria kurziana* (Glück) - Florida; Mariana Adaları'nda vatandaşlığına
17. *Sagittaria lancifolia* L. (Bulltongue) Arrowhead - Güneydoğu ABD'den Teksas'tan Delaware'e; Batı Hint Adaları; Güney Amerika'dan Brezilya'ya Latin Amerika
18. *Sagittaria latifolia* (Willd.) Kuzey Amerika, Batı Hint Adaları ve Kuzey Güney Amerika'nın çoğunda yaygın; Hawaii, batı Himalayalar ve Avrupa'nın bazı bölgelerinde
19. *Sagittaria lichuanensis* (J.K.Chen, X.Z. Sun, HQWang) Güney Çin
20. *Sagittaria longiloba* Engelm (JG Sm) Longbarb Arrowhead - Güney Büyük Ovalar, Arizona, New Mexico, Kaliforniya, Meksika, Nikaragua, Venezuela
21. *Sagittaria* × *lunata* (C.D.Preston, Uotila) İsveç, Finlandiya, kuzey Rusya (*S. natans* × *S. sagittifolia*)

22. *Sagittaria macrocarpa* (J.G.Sm.) - Kuzey ve Güney Carolina
23. *Sagittaria macrophylla* (Zucc.)- Papa de agua - Meksika
24. *Sagittaria montevidensis* (Cham.& Schltd) California Arrowhead - ABD, Meksika ve Güney Amerika'nın çoğunda yaygın
25. *Sagittaria natans* Kuzey Avrupa ve Asya'da İsveç'ten Kamçatka'ya yaygın; Rusya, Çin, Kazakistan, Japonya, Kore
26. *Sagittaria papillosa* (Buchenau) Texas, Louisiana, Mississippi, Arkansas, Oklahoma
27. *Sagittaria planitiana* (G.Agostini) Brezilya, Venezuela
28. *Sagittaria platyphylla* (Engelm.) JGSm.- Delta Arrowhead, Delta Duck-potato - güneydoğuda dağınık nüfuslu Güney-Orta ABD, Ohio Vadisi ve Washington Eyaleti; ayrıca Meksika ve Panama; vatandaşlığa Güney Avustralya, İtalya, Java, Kafkasya
29. *Sagittaria potamogetifolia* (Merr). - Güney Çin
30. *Sagittaria pygmaea* (Miq). - Çin, Japonya, Kore, Himalayalar, Tayland, Vietnam
31. *Sagittaria rhombifolia* (Cham.) - Kosta Rika; Güney Amerika
32. *Sagittaria rigida* (Pursh). - Kanada'dan Quebec'ten Saskatchewan'a; kuzeydoğu ve kuzey-merkezi ABD'de Arkansas ve Nebraska'dan doğuda Virginia ve New England'a kadar yaygın; Kaliforniya, Idaho ve Washington eyaletindeki dağınık İngiltere'de kabul edilmiştir.
33. *Sagittaria sagittifolia* (L.) - Avrupa'nın çoğunda yaygın; Sibirya, Kafkasya, Türkiye
34. *Sagittaria sanfordii* (Greene) - Valley Arrowhead - Kaliforniya'ya özgü
35. *Sagittaria secundifolia* Georgia ve Alabama
36. *Sagittaria ladin* (Micheli,) Kolombiya, Peru, Venezuela, Kuzey Brezilya
37. *Sagittaria subulata* (L.) Buchenau - Louisiana'dan Massachusetts'e doğu ABD; Büyük Britanya, Azorlar ve Java adaları
38. *Sagittaria tengtsungensis* (H.Li) - Tibet, Nepal, Butan, Yunnan
39. *Sagittaria teres* (S.Watson) - kuzeydoğu ABD
40. *Sagittaria trifolia* (L.)- Sibirya, Çin, Japonya, Hindistan, İran, Endonezya, Filipinler, vb. ayrıca Ukrayna ve Avrupa Rusyası; Fiji ve Polinezyası'nda (Holmgren et al. 1990; Keener 2005).



**Şekil 2.6.** *S. subulata* 'nın su ortamında çiçeklenmesi (Anonymous 3)

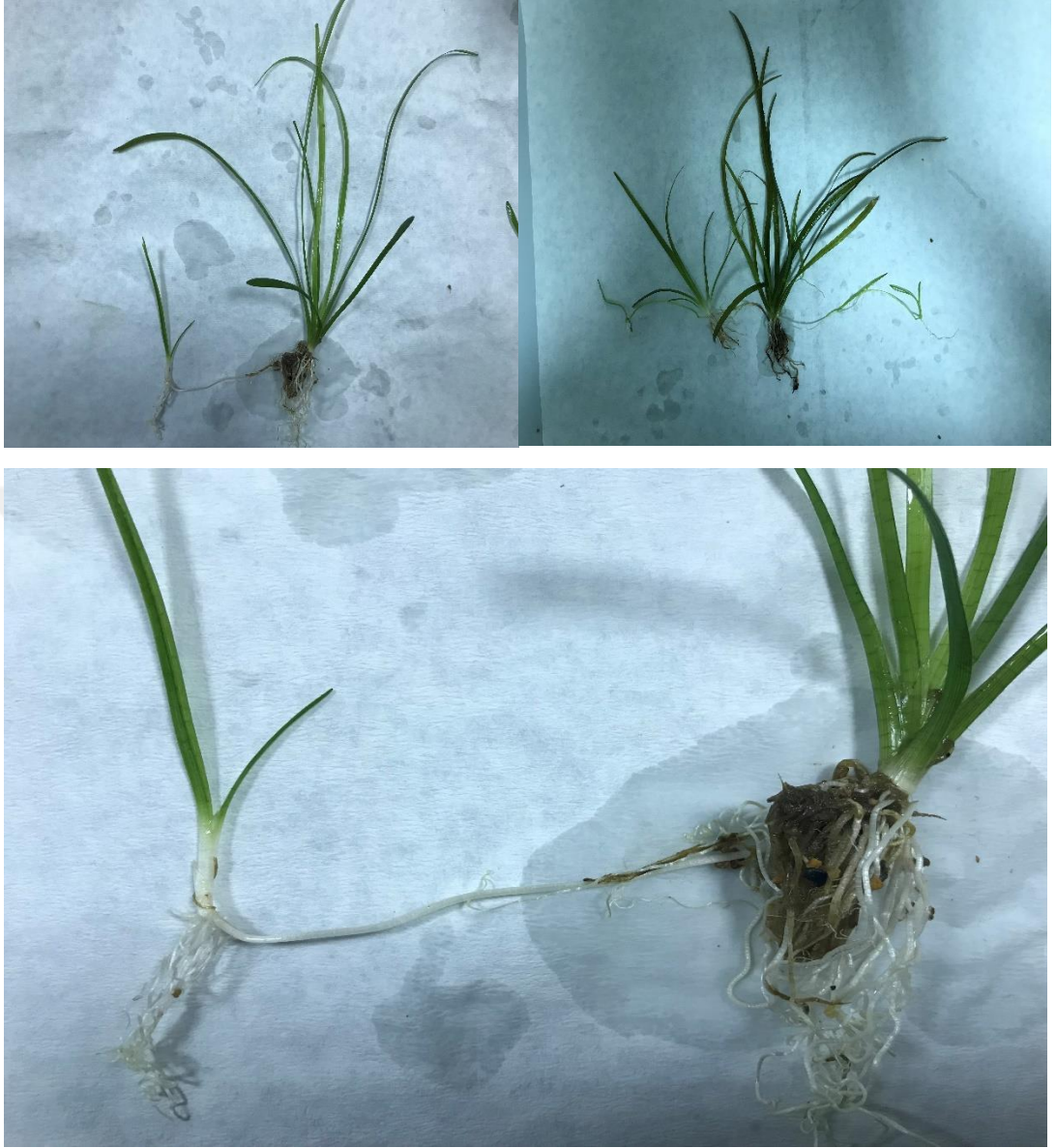
#### 2.2.4. *S. subulata* 'nın akvaryum ortamında değerlendirilmesi

Emers tipi bitkiler sınıfına da dahil olan *S. subulata* (Cirik ve Cirik 2005) Akvaryum ortamında orta plan veya arka plan bitkisi olarak değerlendirilir. Büyümesi için ışığa ihtiyaç duyar ve sert alkali suları tolere edebilir, CO<sub>2</sub> ihtiyacı büyümesine yardımcı olsada, CO<sub>2</sub> ilavesi olmayan akvaryumlarda yetiştirilebilir. Yüksek konsantrasyonlarda nitrat, fosfat, potasyum, demir ve iz elementler içeren besin tuzları veya su bakımından zengin bir substrat bitkinin sağlıklı gelişmesini sağlar. Demir eksikliğinde yapraklarında sararma olur, demir eksikliklerine karşı hassastır. Besin bakımından zengin sularda ve ışıklandırmanın etkisi yaprak uçlarının kırmızı bir renk tonu almasına neden olur. Uygun koşullar altında, *S. subulata* uzun yüzen yapraklarının yanı sıra su yüzeyine ulaşan uzun çiçek sapları oluşturarak su üstünde küçük beyaz çiçeklerin açtığı görülür (Anonmys 4).

**Çizelge 2.3.** *S. subulata* bitkisinin gelişebileceği akvaryum koşulları (Anonymous 5)

|                           |                                             |
|---------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Ortak isimler</b>      | Dar yapraklı ok ucu, Cüce <i>Sagittaria</i> |
| <b>Aile</b>               | Alismataceae                                |
| <b>Cins</b>               | <i>Sagittaria</i>                           |
| <b>Kullanımı</b>          | Arka Plan, Orta Alan                        |
| <b>Akvaryum Peyzajı</b>   | Çim benzeri bir görüntü oluşturur           |
| <b>Büyüme</b>             | Hızlı                                       |
| <b>pH değeri</b>          | 5 – 9                                       |
| <b>Sıcaklık toleransı</b> | 4 - 30 ° C                                  |
| <b>Karbonat sertliği</b>  | 2 - 30 ° dKH                                |
| <b>Genel sertlik</b>      | 0 - 30 ° dGH                                |
| <b>Yayılma</b>            | Koşucular                                   |





Şekil 2.7. Akvaryumda yetiştirilmiş *S. subulata*'ların sürgün yapısı

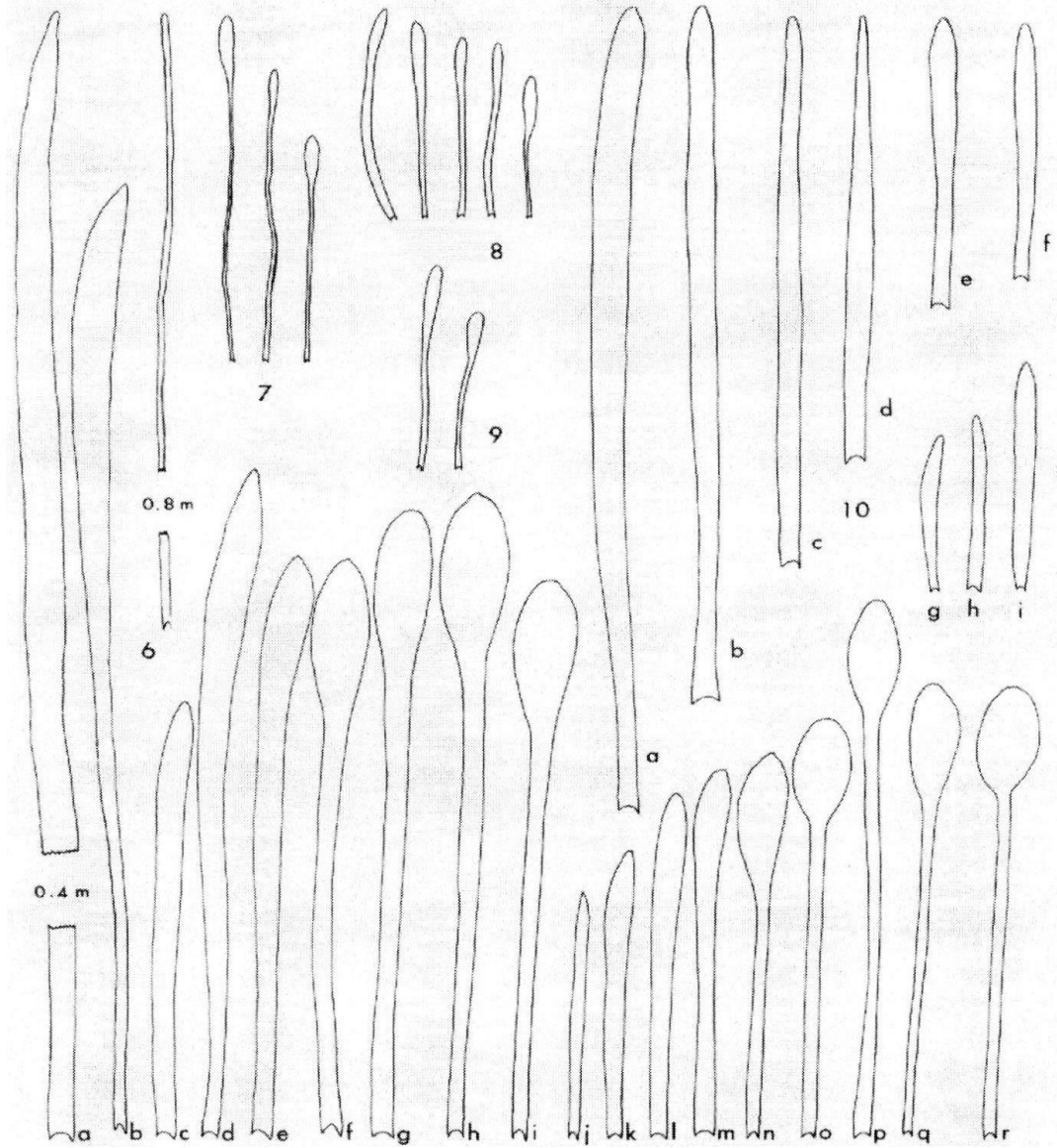


Fig.6-11 : 6. "*S. subulata* var *gracilliana*" (Collins) Rhode Adası

Fig 7. "*S.subulata*". Fig 8. "*S. subulata*" (Steele 1986) District of Columbia

Fig. 9. " *S.subulata*" (Steele 1900), Kolombiya bölgesi.

Fig. 10 a-i "*S. subulata*" (Adams) Wakulla.)

Fig. 11 a-r "*S. kurziana*," Wakula. (See text)

**Şekil 2.8.** *Sagittaria* familyasına ait bazı türlerin yaprak şekilleri (Adams and Godfrey 1961)

### 2.3. Akvaryum Bitkileri ile Yapılan Çalışmalar

Kesici (1991), *Nomaphilia* sp'nin "Akvaryumda Büyüme ve Gelişmesinin Araştırılması" başlıklı çalışmada Bitkinin büyüme ve gelişmesinde etkili olan zemin toprağı, su sıcaklığı, ışıklandırma süresi akvaryumların havalandırılması, ortamın pH'sı, bitkinin üretim şekli ve köklü köksüz çeliklerin gelişmeye etkisini araştırmıştır. *Nomaphila* sp'nin akvaryum ortamında yetiştiriciliğinde, 1/3 Humus, 2/3 Kumlu zemin toprağı en iyi sonucu verdiğini; su, sıcaklığında optimal değerin 26 C derece olduğunu,

bu sıcaklıktan uzaklaştıkça, büyüme ve gelişmesinde yavaşlama olduğunu, ışıklandırma süresinin en etkili 12 saat/gün olduğunu, havalandırmanın akvaryum bitkisinin büyüme ve gelişmesine olumlu yönde etki ettiğini, akvaryum bitkisi için en uygun pH aralığının, 7-8 olduğunu, kumlu ortamda, 0,50 g/lık  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ 'ın özellikle normal yaprak renginin oluşmasında önemli olduğunu bildirmiştir.

Conk (1992), Mayıs ve Haziran aylarında gerçekleştirilen çalışmada ithal akvaryum bitkisi türleri olan *V. gigantea*, *V. spiralis*, *L. repens*, *B. amplexicaulis*, *C. caroliniana*, *E. nutalli* bitkilerini balık gübrelili ve gübresiz beton havuzlara her bitki türünden 5'er adet olmak üzere dikilerek 8 hafta süren çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma sonunda gübrelili havuzda belirgin bir farkla yüksek büyüme olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gübrelili havuzda en çok birey sayısına sırasıyla *E. nutalli* 5 adet'den 433 adet *V. gigantea* 5 adet'den 318 adet, *V. spiralis* 5 adet'den 290 adet yükseldiğini belirtmişlerdir (Cirik vd. 2011).

Akçalı (2000)'nin, "Değişik Akvaryum Bitkilerinin Farklı Gübrelerle Zenginleştirilmiş zemin materyalinde Yetiştiriciliği" başlıklı çalışmasında, *Echinodorus sp.*, *Ludwigia sp.*, *Bacopa sp.*, *Cryptocorne sp.*, *Hygrophilla sp.* akvaryum bitkisi türlerinin doğal gübreler kullanarak büyüme ve gelişmesini gözlemlemiştir, güneş ışığından faydalanarak 400 litrelik polyester tanklarda farklı zemin ortamlarında 2 ay süren denemenin sonunda inek gübresi içeren tankta *Echinodorus sp.* türünde en büyük artış olduğunu. Başlangıçta 5 adet toplam 103 gr bitki ekilmiş durumdayken çalışma sonunda 58 kök olduğunu, ağırlık olarak toplam 2416 gr'a yükselmiş olduğunu, Tavuk gübresi içeren tankta *Echinodorus* türü 107 gr'dan 1486 gr'a yükseldiğini ancak *Bacopa sp.* türü 5 kökten 73 köke yükseldiğini, Turba gübresi içeren tankta en iyi gelişmeyi *Ludwigia* ve *Bacopa* türlerinin gösterdiğini, *Ludwigia*'nın 5 kökten 68 köke *Bacopa*'nın ise 94 köke ulaştığını, *Bacopa* 6 kat, *Ludwigia* 5 kat ağırlığa ulaştığını, Ponza gübresi içeren grupta ise en iyi gelişme *Ludwigia* türünde olduğunu başlangıç ağırlığının 5 katı kadar artış sağlanmış, 5 adetten 51 adete yükselmiş olduğunu bildirmiştir.

Tekoğul vd. (2017)'nin, "Vallisneria spiralis (Linnaeus 1753)'in Değişik Besin Ortamlarında Yetiştiricilik Çalışmaları" başlıklı çalışmasında *Vallisneria spiralis*'in farklı gübrelili (inek, koyun, tavuk, ticari gübre ve TSP ) ortamlarda büyüme ve gelişmesine yönelik farkları belirlemek için yarı gölgeli ve gölgelendirmenin olmadığı akvaryum ortamında bitkinin yaş ağırlık ve birey sayısı artışlarına bağlı spesifik büyüme hızları ve boy gelişimi araştırmışlardır. Araştırma sonucunda hiçbir gübre ilave edilmeyen kontrol grubuyla karşılaştırdığında yaş ağırlık ve birey sayısında artış olduğunu bulmuşlardır.

Ak vd. (2010)'nin, "Akvaryum Bitkilerinden *Salvinia natans* (L.)'ın Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi" başlıklı çalışmasında, tatlı su akvaryumlarında dekoratif amaçlı kullanılan *S. natans* (L.)'ın laboratuvar koşullarında farklı nitrat ve karbon kaynakları kullanılarak büyüme özellikleri araştırmışlardır. *S. natans*'in nitrat kaynağını belirlemek amacıyla yapılan denemede 4 grup oluşturulmuştur. Birinci gruba sadece 1 g L-1  $\text{NaNO}_3$  verilirken 2. gruba 1 g L-1  $\text{NaNO}_3$  + 2 L  $\text{CO}_2$ , 3. gruba 1 gr L-1  $\text{KNO}_3$  ve 4. gruba 1 gr L-1  $\text{KNO}_3$  + 2 L  $\text{CO}_2$  verilmiştir, en yüksek büyüme hızı 2. grupta saptanırken (0,070 gün-1) en düşük büyüme hızı ise 3. gruptan elde edildiğini bildirmişlerdir (0,040 gün-1). Farklı  $\text{CO}_2$  konsantrasyonlarının büyüme üzerine etkilerinin araştırıldığı, ikinci denemede ise  $\text{CO}_2$  akış hızı 0,125 L dk-1  $\text{CO}_2$  olacak şekilde ayarlanmış ve 1. deneme

grubuna 1 saat, 2. deneme grubuna 2 saat boyunca, 3. deneme grubuna 4 saat ve 4. deneme grubuna 8 saat süresince verilmiştir. En yüksek büyüme (4 saat ve 0,125 L dk CO<sub>2</sub> ) 0,062 gün olan grupta belirlenirken en düşük büyüme hızı (1 saat ve 0,125 L dk CO<sub>2</sub> ) 0,036 gün olan grupta bulmuşlardır. Farklı bikarbonat konsantrasyonlarının büyüme üzerine etkilerinin saptandığı üçüncü denemede 0,125 gr L-1, 0,25 gr L-1, 0,50 gr L ve 0,75 gr L konsantrasyonlarında olacak şekilde ortama sodyum bikarbonat ilavesi yapılmış ve bitkilerin büyümeleri izlenmiştir. Bu denemede ise en yüksek büyüme hızı 3. (0,50 g L) grupta 0,090 gün olarak belirlenirken en düşük büyüme hızı 0,75 g L bikarbonat ilavesi yapılan 4. grupta 0,025 gün olarak belirlenmiştir.

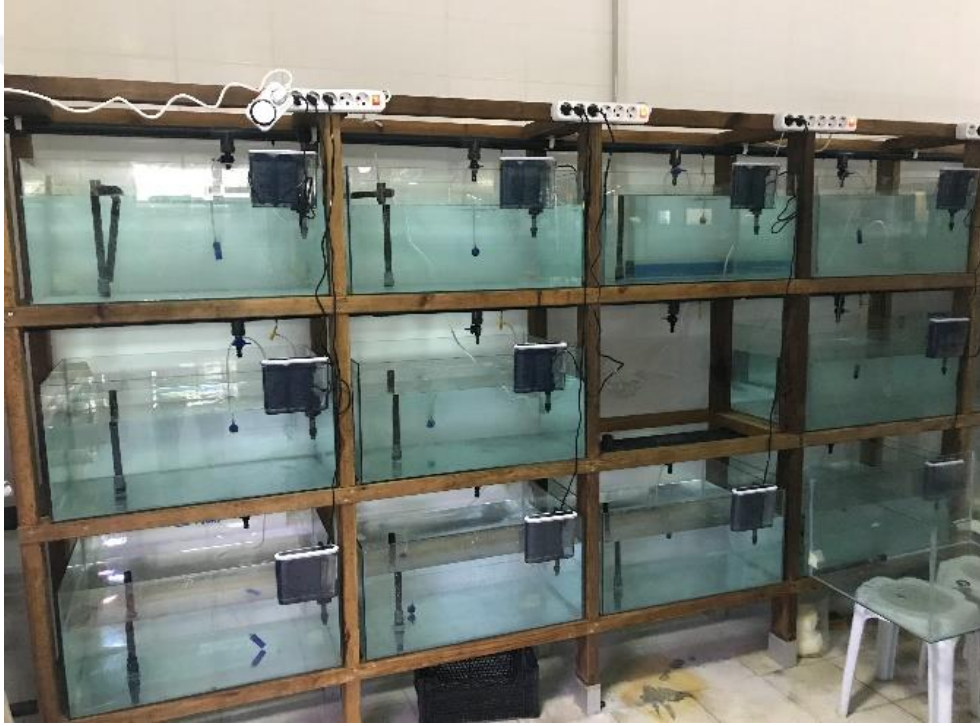
Katherine vd. (2017) Çayır, akarsular ve sulak alanlar için azot ve fosfor biyoindekatörü olan *Sagittaria cuneata* ile ilgili araştırmalarında, yaprak morfolojisinin toprak ve su besinleri arasındaki ilişkileri belirlemek için ilk olarak bitkilerin besin bakımından zenginleştirilmiş taban materyali, besin bakımından zenginleştirilmiş su ortamı ve kontrol grubu ile 10 haftalık kontrollü bir deney yapmışlardır deneme sonunda zenginleştirilmiş taban materyalinde yetişen bitkilerin, zenginleştirilmiş su ortamı ve kontrol grubunda yetişen bitkilerden daha verimli olduğu sonucuna varmışlardır. Zenginleştirilmiş taban materyalinde daha büyük biyokütle ve verime sahip yumruların oluştuğunu ve yaprakların boyutlarında büyüme gösteren değişimin oluştuğunu gözlemlədiler ve yeni çıkan yaprakların, aynı zamanda özelliklerinde önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini; ancak, bu değişkenliğin diğer gruplarda da meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre sınıflandırılması zor olan su bitkilerinin farklı ortamlarda yaprak morfolojisindeki değişkenliği belirleme gereğini ortadan kaldıracağını belirtmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Araştırma yeri ve süresi

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinin akvaryum ünitesinde 60 gün süre ile yürütülmüştür. Ön adaptasyon ve araştırma Aralık 2018 – Mart 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ünite de bulunan akvaryumlardan 12 tanesi çalışma için 1 tanesi ön adaptasyon işlemi için kullanılmıştır. Adaptasyon için 100x50x50 cm boyutlarında akvaryum kullanılmıştır. Çalışma ise 70 x 30 x 50 cm boyutlarında hacmi 105 lt olan 12 adet cam akvaryumlarda gerçekleştirilmiştir (Balcı ve Aktop 2019), (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** Araştırmada kullanılan akvaryumlar

##### 3.1.2. Araştırmada kullanılan bitki materyali

Çalışma için Antalya’da ticari olarak akvaryum bitkileri üreten bir firmadan 8-18 cm boylarında 250-260 kök emers formda *Sagittaria subulata* bitkileri temin edilmiştir (Şekil 3.2.).





**Şekil 3.2.** Emers formda temin edilen *S. subulata* bitkileri

### 3.1.3. Araştırmada kullanılan gübreler

Araştırmada besin içeriği belirlenmiş, ticari olarak satışı yapılan kullanıma hazır Solucan, Tavuk ve İnek gübresi kompostları kullanılmıştır. Gübrelerin nutrient değerleri aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Çalışmada Kullanılan Doğal Gübrelerin Azot (N), Fosfat (P) ve Potasyum (K) % oranları

| Kullanılan Gübreler                                     | % N  | % P  | % K  |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|
| İnek Gübresi (Pennington et al. 2009; Tekoğul vd. 2017) | 11   | 5    | 11   |
| Solucan Gübresi (Anonim 5)                              | 3,18 | 1,67 | 3,14 |
| Tavuk Gübresi (İnal vd 1996)                            | 4,9  | 2,1  | 2,3  |

### 3.1.4. Akvaryum suyunun hazırlanması ve analizinde kullanılan malzemeler

Çalışma akvaryumlarının suyu için 1-10 µm aktif karbon filtre, pH ve ısı ölçümleri için Adwa 12 marka hassas pH ölçer kullanılmıştır. (Şekil 3.3). Akvaryumların istenilen ısı derecesine gelmesi için ise üniteye merkezi havalandırma ve 100 watt akvaryum ısıtıcılarından, akvaryum suyunun havalandırılması için üniteye bulunan merkezi hava motorundan dağılan havalandırma sisteminden faydalanılmıştır. İlave olarak her akvaryuma su yüzeyinde hareketlenme sağlaması ve su içerisindeki partiküllerin temizlenmesi için şelale filtreler (2.7 watt 150 H/L) kullanılmıştır.

Araştırmada akvaryumlarının su analizleri için (JBL Combo Test ve JBL Pro Scape) su analiz solüsyonları kullanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan pH ve Isı ölçer



Şekil 3.4. Akvaryum sularının analizinde kullanılan solüsyon kitleri

### 3.1.5. Akvaryumların hazırlanmasında kullanılan malzemeler

Çalışma akvaryumlarında ışık kaynağı olarak bitkili akvaryumlarda kullanılan 2x24watt armatürler kullanılmıştır. Armatürlerde 2 adet 10000k ve 6500k (T5) floresanlar bulunmaktadır. Floresanların lümen ve lüks değerleri bitkinin ışık ihtiyacını karşılayacak düzeydedir. Armatürlerin zamanlı olarak yanıp sönmesini sağlayan zaman ayarlı prizlerden yararlanılmıştır. Akvaryumlarda oluşan yosun ve kalıntılar için temizleme fırçası ve mıknatıslı cam yosun kazıyıcılar kullanılmıştır.

### 3.1.6. Bitkilerin dikildiği saksı ve taban materyali

Araştırmada 400 ml kapasiteli şeffaf plastik saksılar (Şekil 3.5), taban materyali olarak da bitkili akvaryumlar için özel hazırlanmış ticari olarak satılan yıkanmış dere kumu kullanılmıştır.



Şekil 3.5.Çalışmada kullanılan plastik saksı

## 3.2. Metot

### 3.2.1. *S. subulata*'nın adaptasyonu ve ön büyütme çalışmaları

Üniteye getirilen bitkiler çeşme suyu ile yıkandıktan sonra mantar, salyangoz ve enfekte riskine karşı %5'lik potasyum permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ) ile ön dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmuş (Şekil 3.6), daha sonra çeşme suyu altında yıkanmıştır. Kökleri 1 cm kadar kısaltılarak (Kesici 1991), dikime hazır hale getirilmiştir (Ünal 2013). Adaptasyon işlemi yapılan akvaryumun ısısı  $23 \pm 1$  °C olarak ayarlanmış, tabanına 5-6 cm



olacak şekilde dere kumu serilmiştir. Bitkiler 3-4 cm aralıklarla dikilerek 15 gün boyunca adaptasyon ve ön büyütme işlemi için akvaryumlara alınmıştır. (Şekil 3.7, Şekil 3.8). Akvaryumlara 24 saat havalandırma sağlanmış ve şelale filtreler yardımıyla su yüzeyinde hareket sağlanarak oluşabilecek yağlanma ve köpük önlenmiştir. Adaptasyon süresince 2 haftada bir %30 su değişimi yapılarak taze su girişi sağlanmış, eksilen su kadar yerine su ilave edilmiştir. Işıklandırma olarak armatürler akvaryumun üstüne konumlandırılıp, zaman ayarlı prizlere bağlanarak 12 saat açık 12 saat kapalı (Kesici 1991) olacak şekilde fotoperiyodik olarak ayarlanmıştır.



**Şekil 3.6.** Bitkilerin %5'lik  $\text{KMnO}_4$  ile dezenfeksiyonu



Şekil 3.7. Adaptasyon akvaryumu DB. (1. gün)



Şekil 3.8. Adaptasyon akvaryumu DS. (15. gün)



### 3.2.2. Akvaryumların hazırlanması

Çalışmada kullanılacak 12 adet akvaryum, %10'luk Nitrik Asit ( $\text{HNO}_3$ ) ile temizlenmiş ve camdaki kireç kalıntıları giderilmiştir, kalıntılar bol su ile durulanarak temizlenmiştir.

Temizlenen akvaryumlara 1-10  $\mu\text{m}$  aktif karbon filtrelerinden geçirilmiş su eklenmiş ve akvaryumların günlük olarak pH ve ısı ölçümleri hassas pH ölçer ile ölçülmüştür. Akvaryumlarda kullanılacak (2x24 watt) 12 adet armatür, akvaryumların su seviyesinden 15 cm yüksekliğe yerleştirilmiştir. Armatürlerin 12 saat açık/kapalı olacak şekilde zaman ayarlı prizler ile elektrik tesisatı sağlanmıştır.

Akvaryum ünitesindeki merkezi hava motorundan bütün akvaryumlara dağılan sistemden 40-45 cm arası şeffaf havalandırma borularının ucuna takılan hava taşları ile 24 saat havalandırma yeterli miktarda olacak şekilde sağlanmıştır. Su yüzeyinin hareketlenmesi ve olası partiküllerin temizlenmesi için her akvaryumda şelale filtre kullanılmıştır.

### 3.2.3. Adaptasyon işlemi tamamlanmış bitkilerin dikime hazırlanması

Adaptasyon işlemi tamamlanmış *S. subulata* bitkisinin kökleri 1 cm kalacak şekilde bitki makası ile kısaltılmıştır, bitkilerin peçeteyle suyu alındıktan sonra gram cinsinden ağırlığı (Vibra marka) 0,001 mg hassas tartıda tartılmış, yaprak kalınlıkları yaprağın en geniş bölgesinden 0.01 mm hassasiyetli kumpas yardımıyla (Şekil 3.9), yaprak boyları ise bitkinin tepe uç noktasından yaprak kök sapına kadar mm cinsinden T cetveliyle ölçümleri yapılmış ortalamaları alınarak kaydedilmiştir.



**Şekil 3.9.** Bitkilerin Ölçülmesi **a), d)** Bitkilerin yaprak kalınlıklarının ölçümü, **b), e)** köklerin ölçümü **f)** yaş ağırlık ölçümü

### 3.2.4. Taban materyalinin hazırlanması

Taban materyalinde bulunabileceği ve gelişmeyi olumsuz yönden etkileyeceği düşünülen mantar benzeri organizmalara karşı kullanılan kum %15'lik formaldehit ile dezenfeksiyona tabi tutulmuştur (Kesici 1991). Araştırmada kullanılacak olan dere kumunun uygunluğunu ölçmek için bir kaba konulan dere kumu üzerine sitrik asit ( $C_6H_8O_7$ ) dökülmüş, köpürme veya gaz çıkışının olmadığı görüldükten sonra dere kumu saksılara konulmuştur.

Solucan gübresi grubu için saksılara, 45 gr dere kumu üzerine 15 gr solucan gübresi kompostu eklenmiş tekrar üzerine 335 gr dere kumu eklenerek taban  $7\pm 2$  cm olacak şekilde ayarlanmıştır.

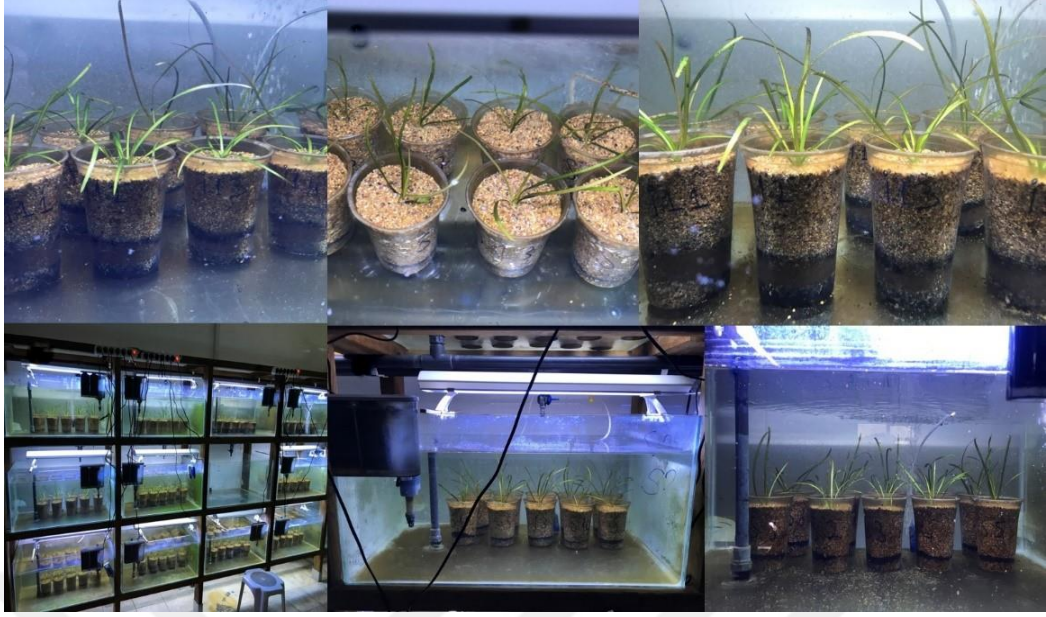
Tavuk gübresi grubu için saksılara, 45 gr dere kumu üzerine 15 gr Tavuk gübresi, sonra 335 gr dere kumu eklenmiş taban  $7\pm 2$  cm olacak şekilde ayarlanmıştır.

İnek gübresi grubu için saksılara, 45 gr dere kumu üzerine 15 gr Elenmiş İnek gübresi ilave edilmiş tekrar üzerine 335 gr dere kumu eklenerek taban  $7\pm 2$  cm olacak şekilde ayarlanmıştır.

Kontrol grubu akvaryumları için ise, 395 gr dere kumu saksılara tartılarak eklenmiştir. *S. subulata* bitkileri hazırlanan tüm saksılara 2-3 cm derinliğine ekim cımbızları yardımıyla dikilmiştir.

### 3.2.5. Çalışmanın kurulması

Her grup için 30'ar adet olacak şekilde, 4 grup için toplam 120 adet bitki saksılara dikilmeden önce boy, yaş ağırlık, yaprak genişliği, yaprak kalınlığı ve yaprak sayısı ölçümleri alındıktan sonra saksılara dikilmiş ve tesadüf parselleri deneme desenine göre her akvaryuma on adet olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.10). Bitkilerin hepsi aynı ölçülerde olmadığı için standart boyutlarda olan akvaryumların ünite içerisinde yerleşimlerinden dolayı oluşabilecek olası bir olumsuzluğu en aza indirmek amacıyla alınan verilerin aritmetik ortalaması alınarak, bitkilerin gruplar arasında dağılımı farklılık olmayacak şekilde yapılmıştır. Çalışma üç tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur (Ünal 2013).



**Şekil 3.10.** Saksılara dikilmiş *S. subulata* bitkileri

### 3.2.6. Su analizi ve gübre uygulaması

Çalışma süresince akvaryumların su analizleri için on günde bir  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{CO}_2$  parametreleri ölçülmüştür.

Akvaryumlara haftalık sıvı halde 1 ml/lt C (karbon) 0.05 mg/l Fe (demir) ilave edilmiştir. *S. subulata* bitkisi Fe eksikliğine karşı hassas bir bitki olduğundan haftalık düzenli olarak Fe gübrelemesi yapılmıştır.

### 3.2.7. Spesifik büyüme oranının hesaplanması

$$(\text{SBO} = (100 (\text{LN} (t_2) - \text{LN} (t_1)) \div \text{Toplam gün sayısı} )$$

SBO: Spesifik Büyüme Oranı

t1: Başlangıçtaki yağ ağırlığı, yaprak uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak genişliği, birey sayısı veya kök uzunluğunu

t2: Son gündeki yağ ağırlığı, yaprak uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak genişliği, birey sayısı veya kök uzunluğunu ifade eder (Cirik ve Gökpinar 1999; Tekoğul vd. 2017).

### 3.2.8. Yüzde oranının hesaplanması

Çalışma başı ölçüm verileri ile sonunda alınan ölçüm verileri, Microsoft paket programı Excel’de yüzde formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçların aritmetik ortalaması alınarak tablo halinde verilmiştir (Çizelge 4.7).

### 3.2.9. İstatistiki analizler

Araştırmamızda diğer faktörler sabit tutularak, değişken tek faktörün *S. subulata*'nın büyüme ve gelişmesine etkisi belirlenmiştir. Bitkinin dikildiği akvaryumlarda gübre gruplarına ilişkin deneysel veriler 60 günün sonunda elde edilmiştir. Bitkilerin araştırma öncesi ölçüm verileri ile araştırma sonunda alınan ölçüm verilerinin sonucu her birey bitki için ayrı ayrı farkı alınarak kaydedilmiştir.  $P=0,5$  güven aralığının hesaplanması için SPSS paket uygulamasından faydalanılmıştır. Ortalama ve standart sapmalar için Excel programı kullanılmıştır.



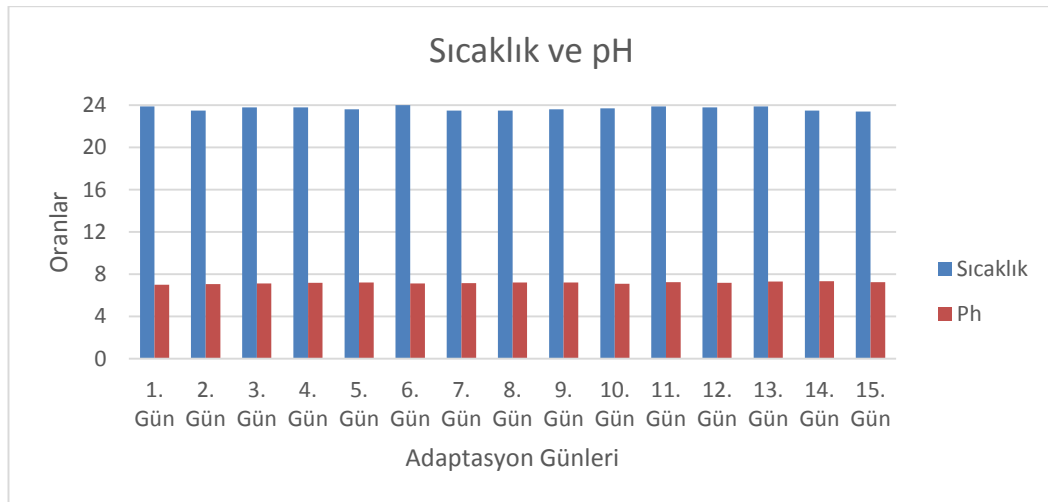
#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

##### 4.1. Adaptasyon Aşaması Bulguları

15 gün süren adaptasyon işleminde günlük ısı ve pH ölçümleri yapılmış ve Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. 15. günün sonunda bitkilerin emers form yapraklarının çürüyüp yerine suya adapte olan submers formda yapraklar oluşmuştur. Emers forma nazaran submers formda daha ince ve yeşil yaprakların filizlendiği, köklerinin 8-12 cm uzadığı ve yeni sürgünlerin çıktığı görülmüştür (Şekil 3.8).

**Çizelge 4.1.** Adaptasyon akvaryumunun günlük sıcaklık ve pH değerleri

| Günler | Sıcaklık (°C) | Ph   |
|--------|---------------|------|
| 1.     | 23,9          | 7    |
| 2.     | 23,5          | 7,08 |
| 3.     | 23,8          | 7,14 |
| 4.     | 23,8          | 7,18 |
| 5.     | 23,6          | 7,21 |
| 6.     | 24            | 7,14 |
| 7.     | 23,5          | 7,15 |
| 8.     | 23,5          | 7,22 |
| 9.     | 23,6          | 7,23 |
| 10.    | 23,7          | 7,09 |
| 11.    | 23,9          | 7,25 |
| 12.    | 23,8          | 7,19 |
| 13.    | 23,9          | 7,32 |
| 14.    | 23,5          | 7,35 |
| 15.    | 23,4          | 7,26 |



**Şekil 4.1.** Adaptasyon akvaryumu suyunun günlük sıcaklık ve pH değerleri

#### 4.2. Çalışma Öncesi Deneme

Deneme amaçlı, her gübre grubundan 3'er tane olmak üzere saksılar hazırlanmış ışık ve hava düzeneği kurulmuş akvaryuma yerleştirilmiştir. 7. günün sonunda tavuk ve inek gübresi grubu bitkilerin köklerinde yanma görölmüştür. Bitki köklerinin yanmasının sebebi olarak dere kumu altına eklenen gübrelerin oluşturduğu zehirli gazların serbest kalmaması olduğu düşünölmüştür.

Kullanılan 400 ml plastik saksıların en üst ve alt kısımlarına küçük delikler açılarak tekrar düzenek kurulmuştur. Açılan deliklerden hava sirkölasyonu ve gübrelerin oluşturduğu zehirli gazların köke zarar vermemesi için dışarı atılması sağlanmıştır.



şekil 4.2. Çalışma öncesi denemede inek gübresi grubunda kökleri yanmış *S. subulata*





Şekil 4.3. Çalışma öncesi denemede tavuk gübresi grubunda kökleri yanmış *S. subulata*

#### 4.3. Çalışmanın Başlatılması, Akvaryumların Su Analizleri ve Bakımı

Araştırmanın ilk gününden itibaren on günde bir, akvaryum gruplarının su analizleri yapılmıştır. Her akvaryumun su değerleri ölçülüp, grup olarak ortalamaları alınarak kaydedilmiştir. Grupların ortalama değerleri aşağıdaki çizelgelerde (Çizelge 4.2, 4.3, 4.4, 4.5) gösterilmiştir.

Çalışmanın 2. haftasında gübre gruplarına ait akvaryumlarda yosunlanma olduğu görülmüş ve fazla yosun kazınarak sifon yoluyla akvaryumlardan uzaklaştırılmıştır. Düzenli olarak camlarda oluşan yeşil yosunlar ise mıknatıslı yosun kazıyıcılar ile temizlenerek yosunların oluşumu engellenmiştir. 2 haftada 1 sifonlama yapılarak taze su girişi sağlanmıştır.

Çizelge 4.2. Kontrol (gübresiz) grubu akvaryumların su analizi sonuçları

| K Grubu (mg/l)   |      |        |       |      |       |       |       |
|------------------|------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
| Parametreler     |      | GÜNLER |       |      |       |       |       |
|                  | D. B | 10.    | 20.   | 30.  | 40.   | 50.   | 60.   |
| DkH              | 10   | 10     | 9     | 6    | 12    | 12    | 11    |
| DgH              | 8    | 7      | 6     | 10   | 10    | 11    | 11    |
| NH <sub>4</sub>  | 0,05 | 0,05   | 0,05  | 0,05 | 0,05  | 0,01  | 0,01  |
| NO <sub>2</sub>  | 0,05 | 0,05   | 0,025 | 0,25 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| NO <sub>3</sub>  | 0,1  | 0,5    | 1     | 1    | 1     | 1     | 1     |
| Fe               | 0,02 | 0,1    | 0,5   | 0,5  | 0,5   | 0,02  | 0,02  |
| PO <sub>4</sub>  | 0,02 | 0,02   | 0,02  | 0,05 | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| SiO <sub>2</sub> | 3    | 3      | 3     | 2    | 2     | 3     | 3     |
| O <sub>2</sub>   | 10   | 9      | 8     | 10   | 10    | 9     | 9     |
| K                | 15   | 13     | 8     | 7    | 7     | 8     | 8     |
| Cu               | 0,1  | 0,1    | 0,1   | 0,1  | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| Mg               | 10   | 10     | 9     | 9    | 9     | 8     | 8     |
| CO <sub>2</sub>  | 1    | 4      | 4     | 4    | 4     | 6     | 6     |

Çizelge 4.3. Tavuk gübresi grubu akvaryumların su analizi sonuçları

| T Grubu (mg/l)   |      |        |      |      |      |      |      |
|------------------|------|--------|------|------|------|------|------|
| Parametreler     |      | GÜNLER |      |      |      |      |      |
|                  | D. B | 10.    | 20.  | 30.  | 40.  | 50.  | 60.  |
| DkH              | 10   | 10     | 10   | 6    | 14   | 12   | 11   |
| DgH              | 8    | 8      | 6    | 9    | 11   | 11   | 10   |
| NH <sub>4</sub>  | 0,05 | 0,05   | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1  | 0,1  |
| NO <sub>2</sub>  | 0,05 | 0,1    | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| NO <sub>3</sub>  | 0,1  | 0,5    | 5    | 5    | 15   | 5    | 5    |
| Fe               | 0,02 | 0,5    | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,02 | 0,02 |
| PO <sub>4</sub>  | 0,02 | 0,02   | 0,05 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| SiO <sub>2</sub> | 3    | 2      | 2    | 3    | 3    | 3    | 4    |
| O <sub>2</sub>   | 10   | 10     | 10   | 10   | 10   | 10   | 8    |
| K                | 15   | 13     | 17   | 11   | 11   | 11   | 12   |
| Cu               | 0,1  | 0,1    | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Mg               | 10   | 10     | 9    | 9    | 9    | 7    | 8    |
| CO <sub>2</sub>  | 1    | 4      | 4    | 4    | 4    | 6    | 6    |

Çizelge 4.4. İnek gübresi grubu akvaryumların su analizi sonuçları

| İ Grubu (mg/l)   |      |        |      |      |      |      |      |
|------------------|------|--------|------|------|------|------|------|
| Parametreler     |      | GÜNLER |      |      |      |      |      |
|                  | D. B | 10.    | 20.  | 30.  | 40.  | 50.  | 60.  |
| DkH              | 10   | 10     | 10   | 6    | 13   | 12   | 11   |
| DgH              | 8    | 8      | 6    | 10   | 11   | 11   | 10   |
| NH <sub>4</sub>  | 0,05 | 0,05   | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,1  | 0,1  |
| NO <sub>2</sub>  | 0,05 | 0,1    | 1    | 1    | 1    | 0,1  | 0,1  |
| NO <sub>3</sub>  | 0,1  | 0,5    | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   |
| Fe               | 0,02 | 0,03   | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,02 | 0,02 |
| PO <sub>4</sub>  | 0,02 | 0,02   | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,25 | 0,25 |
| SiO <sub>2</sub> | 3    | 2      | 2    | 3    | 3    | 3    | 4    |
| O <sub>2</sub>   | 10   | 10     | 10   | 10   | 10   | 10   | 8    |
| K                | 15   | 12     | 15   | 15   | 15   | 11   | 12   |
| Cu               | 0,1  | 0,1    | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Mg               | 10   | 9      | 8    | 8    | 8    | 7    | 8    |
| CO <sub>2</sub>  | 1    | 4      | 4    | 4    | 4    | 6    | 6    |

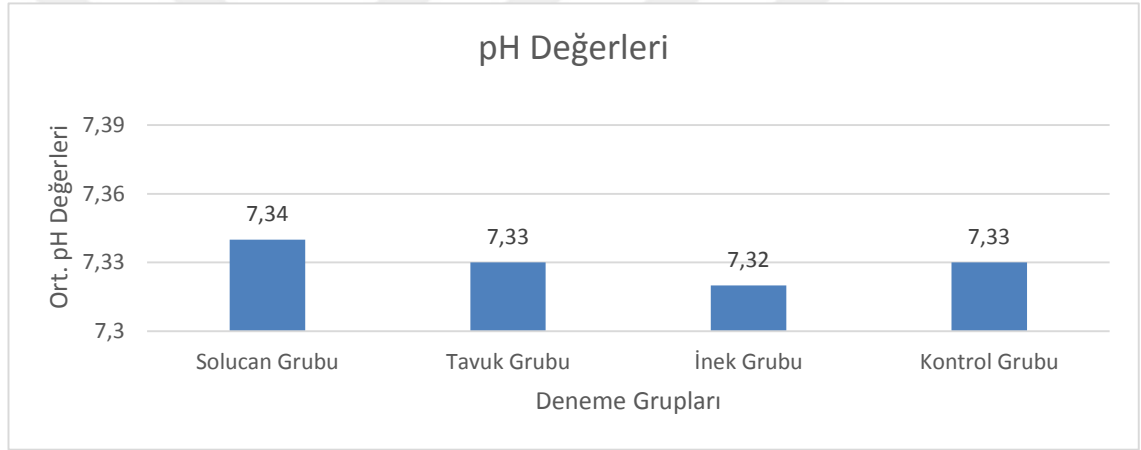
Çizelge 4.5. Solucan gübresi grubu akvaryumların su analizi sonuçları

| S Grubu (mg/l)   |      |        |      |       |       |       |       |
|------------------|------|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| Parametreler     |      | GÜNLER |      |       |       |       |       |
|                  | D. B | 10.    | 20.  | 30.   | 40.   | 50.   | 60.   |
| DkH              | 10   | 10     | 9    | 6     | 14    | 12    | 10    |
| DgH              | 8    | 8      | 6    | 9     | 9     | 9     | 9     |
| NH <sub>4</sub>  | 0,05 | 0,05   | 0,05 | 0,05  | 0,05  | 0,025 | 0,025 |
| NO <sub>2</sub>  | 0,05 | 0,1    | 0,1  | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| NO <sub>3</sub>  | 0,1  | 0,5    | 5    | 5     | 5     | 5     | 10    |
| Fe               | 0,02 | 0,04   | 0,5  | 0,5   | 0,5   | 0,02  | 0,02  |
| PO <sub>4</sub>  | 0,02 | 0,02   | 0,25 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| SiO <sub>2</sub> | 3    | 3      | 3    | 3     | 3     | 3     | 4     |
| O <sub>2</sub>   | 10   | 10     | 10   | 8     | 8     | 10    | 10    |
| K                | 15   | 14     | 12   | 13    | 13    | 13    | 12    |
| Cu               | 0,1  | 0,1    | 0,1  | 0,1   | 0,1   | 0,1   | 0,1   |
| Mg               | 10   | 10     | 9    | 6     | 6     | 6     | 7     |
| CO <sub>2</sub>  | 1    | 4      | 4    | 4     | 4     | 6     | 4     |

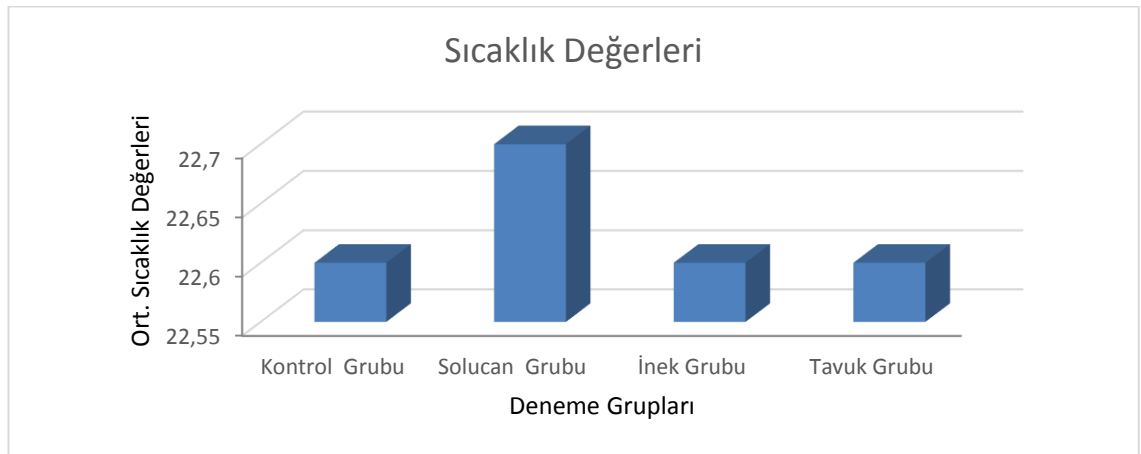
Su analizlerinin bulguları incelendiğinde akvaryumların su değerlerinin stabil olduğu ve bitkinin büyüme ve gelişmesine uygun ortamın sağlandığı görülmüştür. 20. gün ise tabanda bulunan gübrelerin etkisiyle  $\text{NO}_3$  değerlerinde yükselme olup, diğer parametrelerde fazla bir değişiklik olmamıştır. 40. gün  $\text{NO}_2$   $\text{NH}_4$  değerleri yaklaşık aynı değerlerde iken  $\text{NO}_3$  değerlerinde yükselme görülmüştür, 10 mg/l ile en yüksek İnek gübresi grubunda, en düşük ise 1 mg/l ile Kontrol grubunda ölçülmüştür.

#### 4.4. Ortalama Sıcaklık ve pH Değerleri

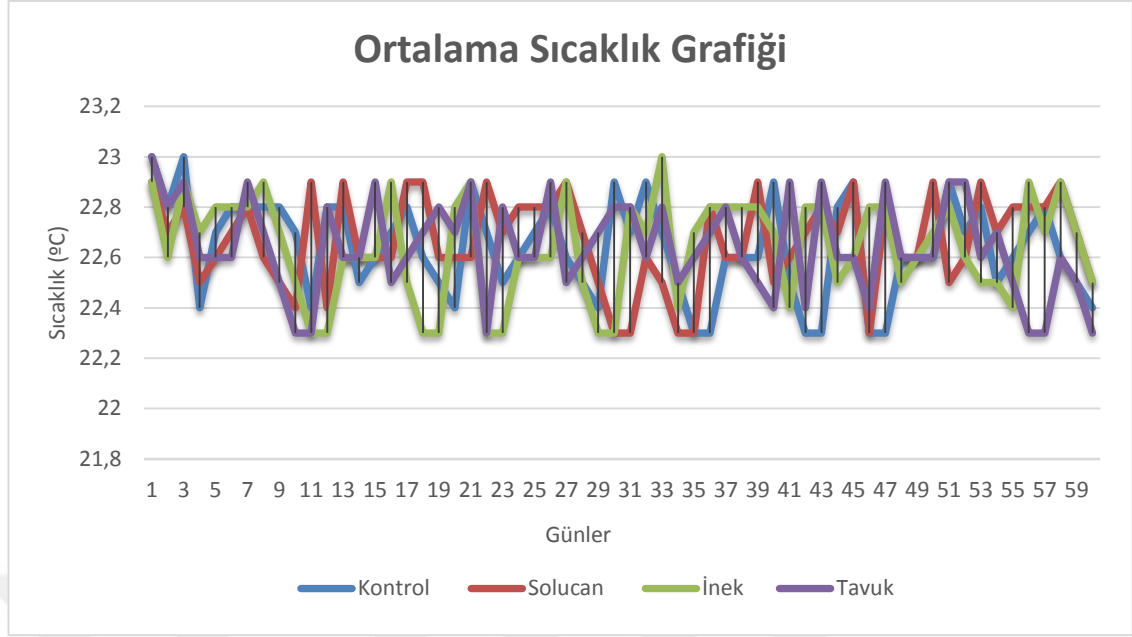
Çalışma süresince pH (Şekil 4.4) ve sıcaklık verileri (Şekil 4.5- 4.6) aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Ölçülen değerlerden anlaşıldığı üzere pH ve sıcaklık verileri bitkinin büyüme ve gelişmesi için optimal değerler arasındadır. pH değerlerinin bitkinin gelişebileceği düzeylerde tutulması için haftalık % 20 su değişimi yapılarak su sirkülasyonu sağlanmış ve pH düşürücü (Reeflowers pH Minus) kullanılmıştır. Çalışma boyunca akvaryumların sıcaklık düzeyleri 22-23 °C değerleri aralığında sabit tutulmuştur.



Şekil 4.4. Çalışma akvaryumlarının ortalama pH değerleri



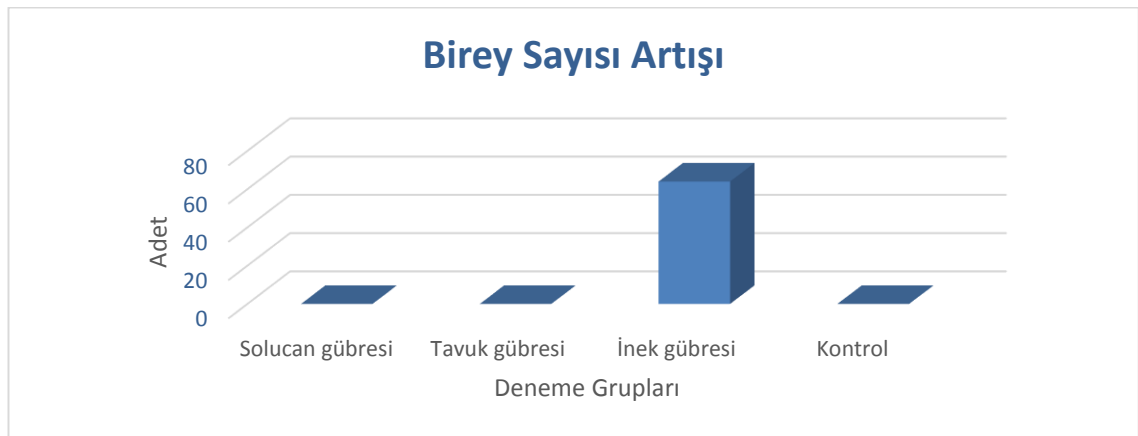
Şekil 4.5. Çalışma akvaryumlarının ortalama sıcaklık değerleri



**Şekil 4.6.** Çalışma günlük sıcaklık değerleri

#### 4.5. Büyüme ve Gelişme Bulguları

Araştırmamızda farklı doğal gübre ilaveli zemin ortamlarında büyüme ve gelişmesi araştırılan *S. subulata*'nın yapılan ölçümler neticesinde birey sayısı artışı yönünden en fazla artış inek gübresi grubunda olduğu bulunmuştur. Başlangıçta 30 adet bitki ekilmiş durumdayken çalışma sonunda 64 birey hasat edilmiştir (Şekil 4.7). 5 cm'den küçük filizler birey olarak sayılmamıştır. Diğer gübre gruplarında yeni bireyler oluşmasına rağmen boyutları 5 cm'den küçük olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır. İnek gübresi grubu ile diğer gruplar arasında istatistiksel yönden birbirlerinden farklı oldukları kaydedilmiştir ( $P < 0,05$ ). Diğer gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı fark bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).



**Şekil 4.7.** *S. subulata*'nın birey sayısı artışı grafik verileri (5 cm'den küçük filizler birey olarak sayılmamıştır.)

**Yaş ağırlık** artış miktarı en yüksek sırasıyla inek gübresi grubu  $0,82 \pm 0,35$  gr. Solucan gübresi grubu  $0,46 \pm 0,11$ , Tavuk gübresi grubu  $0,34 \pm 0,14$  gr. ve kontrol grubu  $0,26 \pm 0,14$  gr. izlemiştir (Şekil 4.8). İnek gübresi grubu ile kontrol grubu arasında ortalama yaş ağırlık artış miktarlarının istatistiksel yönden birbirlerinden farklı oldukları görülmüştür ( $P < 0,05$ ). Diğer gruplar arasında istatistiksel yönden anlamlı fark bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).



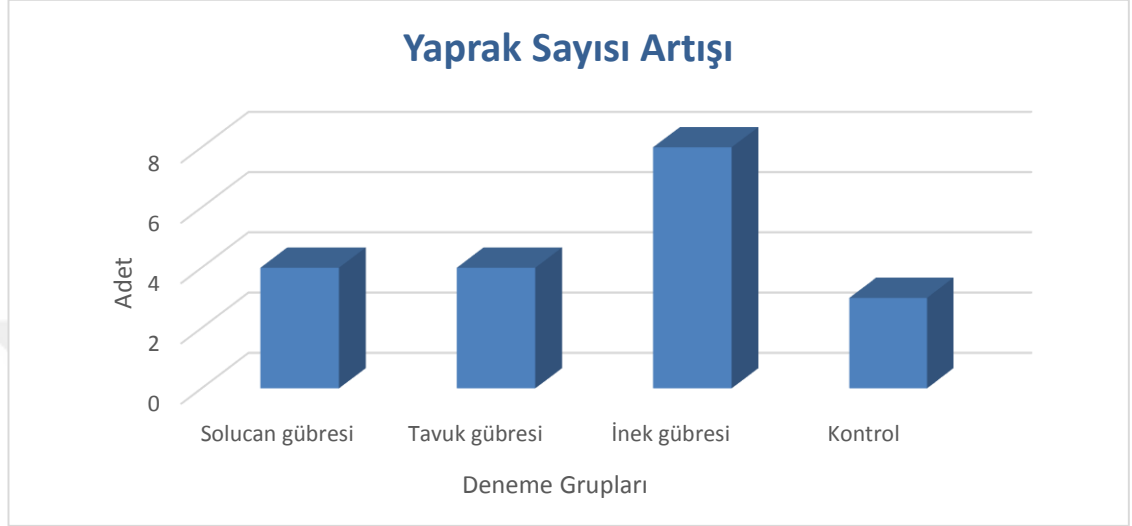
**Şekil 4.8.** *S. subulata*'nın yaş ağırlık artışına ilişkin grafik verileri

**Yaprak uzunluğu** en yüksek inek gübresi grubunda  $3,9 \pm 0,8$  cm olarak bulunmuştur, sırasıyla solucan gübresi grubu  $3,3 \pm 1,2$  cm, tavuk gübresi grubu  $2,37 \pm 1,41$  cm, kontrol grubu  $1,03 \pm 0,81$  cm olarak görülmüştür (Şekil 4.9). İnek, solucan ve tavuk gübresi grupları arasında istatistiksel yönden bir farklılık bulunmazken ( $P > 0,05$ ). Kontrol grubu ile gübre ilaveli gruplar karşılaştırıldığında istatistiksel yönden anlamlı bir farklılık olduğu kaydedilmiştir ( $P < 0,05$ ).



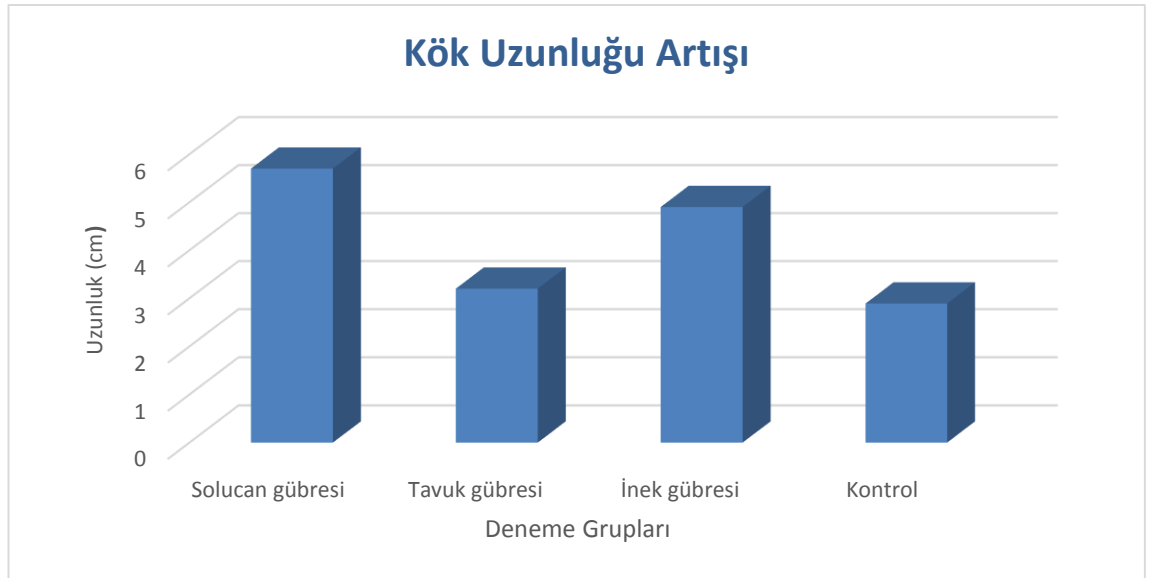
**Şekil 4.9.** *S. subulata*'nın yaprak uzunluğu artışına ilişkin grafik verileri

**Yaprak sayısı** artışı yönünden en yüksek ortalama inek gübresi grubunda  $8 \pm 2,1$  adet, sırasıyla Tavuk gübresi grubunda  $4 \pm 0,8$  adet, Solucan gübresi grubunda  $4 \pm 1,1$  adet ve kontrol gübresi grubunda  $3 \pm 1,2$  adet olarak bulunmuştur (Şekil 4.10). Yaprak sayısı artışında inek gübresi grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucu görülmüştür ( $P < 0,05$ ). Solucan gübresi grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $P > 0,05$ ).



**Şekil 4.10.** *S. subulata*'nın yaprak sayısı artışına ilişkin grafik verileri

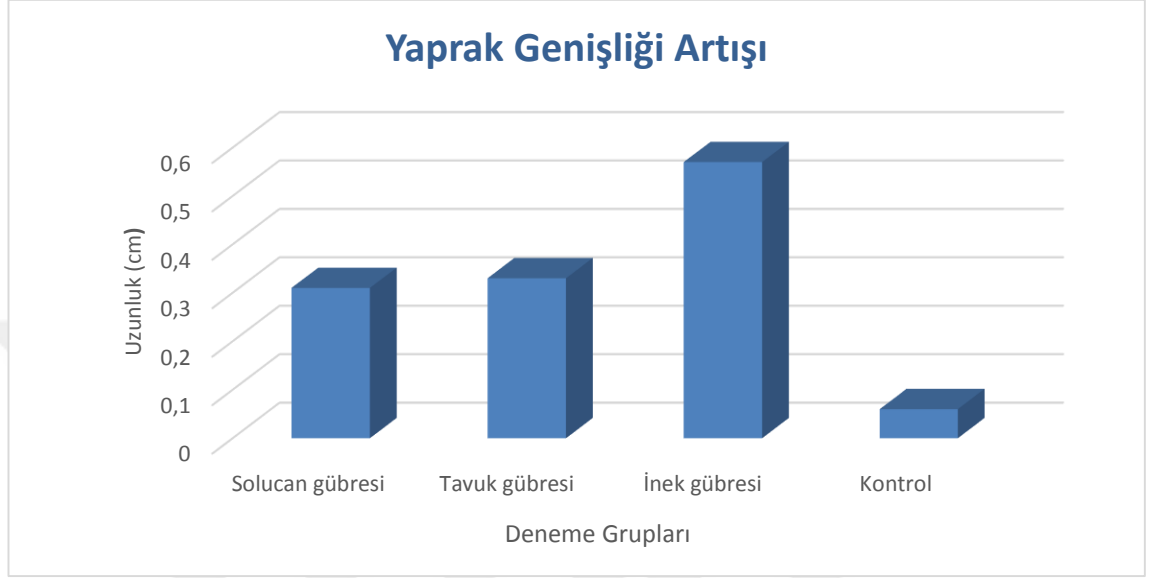
**Kök uzunluğu** bakımından en fazla büyüme ve gelişmenin solucan gübresi grubunda  $5,7 \pm 1,25$  cm olduğu, sırasıyla inek gübresi grubunda  $4,9 \pm 1,02$  cm, tavuk gübresi grubunda  $3,2 \pm 0,94$  cm ve kontrol grubunda  $2,89 \pm 1,21$  cm olduğu görülmüştür (Şekil 4.11). Solucan ve inek gübresi grupları ile tavuk ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $P > 0,05$ ).



**Şekil 4.11.** *S. subulata*'nın kök uzunluğu artışına ilişkin grafik verileri



**Yaprak genişliği** en yüksek İnek gübresi grubunda  $0,57\pm0,23$  cm, sırasıyla tavuk gübresi grubunda  $0,33\pm0,19$  cm, solucan gübresi grubunda  $0,31\pm0,21$  cm, kontrol gübresi grubunda  $0,06\pm0,21$  cm olarak ölçülmüştür (Şekil 4.12). Tavuk ve inek gruplarının kontrol grubu ile arasında anlamlı fark olduğu sonucu görülmüştür ( $P<0,05$ ). Gübre ilaveli gruplar arasında ve solucan gübresinin kontrol grubu ile arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).



**Şekil 4.12.** *S. subulata* 'nın yaprak genişliği artışına ilişkin grafik verileri

**Çizelge 4.6.** Spesifik büyüme oranı (SBO) formülü kullanılarak hesaplanan büyüme ve gelişme verileri

| <i>S. subulata</i> | Solucan G.           | Tavuk G.             | İnek G.         | Kontrol G.           |
|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| <b>OYAA</b>        | $0,46\pm0,11^{a\ b}$ | $0,34\pm0,14^{a\ b}$ | $0,82\pm0,35^a$ | $0,26\pm0,14^{b\ c}$ |
| <b>OYSA</b>        | $4\pm1^b$            | $4\pm1^b$            | $8\pm2^a$       | $3\pm1^b$            |
| <b>OYGA</b>        | $0,31\pm0,21^a$      | $0,33\pm0,19^a$      | $0,57\pm0,23^a$ | $0,06\pm0,21^b$      |
| <b>OYUA</b>        | $3,30\pm1,23^a$      | $2,37\pm1,41^a$      | $3,09\pm0,88^a$ | $1,03\pm0,81^b$      |
| <b>OKUA</b>        | $5,7\pm1,2^a$        | $3,2\pm0,9^b$        | $4,9\pm1,2^a$   | $2,8\pm1,21^b$       |
| <b>OBSA</b>        | $0^b$                | $0^b$                | $64\pm1^a$      | $0^b$                |

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel anlamda farklılık vardır ( $P<0,05$ ).

**OYAA:** Ortalama Yaş ağırlık artış miktarı (gr), **OYSA:** Ortalama yaprak sayısı artış miktarı (birey), **OYGA:** Ortalama yaprak genişliği artış miktarı (cm), **OYUA:** Ortalama yaprak uzunluğu artış miktarı (cm) **OKUA:** Ortalama kök uzunluğu artış miktarı (cm) **OBSA:** Ortalama birey sayısı artış miktarı (5 cm'den küçük olan filizler değerlendirmeye alınmamıştır.)

**Çizelge 4.7.** Yüzde (%) formülü kullanılarak hesaplanan büyüme ve gelişme verileri

| <i>S. subulata</i> | Solucan G. | Tavuk G. | İnek G.  | Kontrol G. |
|--------------------|------------|----------|----------|------------|
| <b>OYAAY</b>       | % 65,47    | % 55,07  | % 98,00  | % 33,87    |
| <b>OYSAY</b>       | %81,88     | % 89,61  | % 170,66 | % 84,44    |
| <b>OYGAY</b>       | % 10,11    | % 13,92  | % 21,38  | % 1,19     |
| <b>OYUAY</b>       | % 19,41    | % 13,77  | % 16,92  | % 5,98     |
| <b>OKUAY</b>       | % 507,33   | % 305,00 | % 491,67 | % 288,33   |
| <b>OBSAY</b>       | % 0,00     | % 0,00   | % 126,67 | % 0,00     |

**OYAAY:** Ortalama Yaş ağırlık artış yüzdesi (%), **OYSAY:** Ortalama yaprak sayısı artış yüzdesi (%), **OYGAY:** Ortalama yaprak genişliği artış yüzdesi (%), **OYUAY:** Ortalama yaprak uzunluğu artış yüzdesi (%), **OKUAY:** Ortalama kök uzunluğu artış yüzdesi (%), **OBSAY:** Ortalama birey sayısı artış yüzdesi (%), (5 cm'den küçük olan filizler değerlendirmeye alınmamıştır.)

*S. subulata*'nın büyüme ve gelişmesi üzerine elde edilen bulgular dahilinde en etkili taban materyalinin inek gübresi olduğu görülmüştür. Aynı şekilde, Akçalı (2000)'nin yapmış olduğu farklı gübrelerle değişik akvaryum bitkilerinin yetiştiriciliği çalışmasında İnek gübresi ilaveli tankta total ağırlığın ve birey sayısı artışının en fazla *Echinodorus* türüne ait bitkide olduğunu, ağırlığın % 23, birey sayısı artışının % 11,6 olarak belirtmiş, daha sonra sırasıyla *Hygrophila* (ağırlık %5 birey sayısı %4) *Bacopa* (ağırlık %4,8 birey sayısı %7,2) *Ludwigia* (ağırlık %4,1 birey sayısı %6,2) ve *Cryptocoryne* (ağırlık %1,9 birey sayısı %1,8) bitkileri gelmektedir. Bunun sebebinin inek gübresinin nutrient oranının yüksek olmasından dolayı olduğunu açıklamıştır. *S. subulata* bitkisi ile yürütülen çalışmamızda da inek gübresinin azot değerinin yüksek olmasının bitki büyümesine olumlu yönde etki ettiği düşünülmektedir. Tavuk gübresi olan tankta da en yüksek total ağırlık artışı *Echinodorus* türünde olduğunu ama total birey sayısı artışının *Bacopa* ve *Ludwigia* türünde olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise tavuk gübresi grubu verilerine bakıldığında yaprak genişliği büyümesi (% 13,92) ve ortalama yaprak sayısı artışında inek gübresi grubundan (% 170,66) sonra en fazla büyüme ve artışın tavuk gübresi grubunda (% 89,61) olduğu görülmüştür. Ancak, *S.subulata* bitkisi büyüme ve gelişmesinde, inek gübresi ilaveli zemin materyalinin tavuk gübresi ilaveli ortama göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Tekoğul vd. (2017)'nin *Vallisneria spiralis* (Linneaus 1753)'in değişik besin ortamlarında yetiştiricilik başlıklı çalışmasın da farklı gübrelerle, yarı gölgede ve gölgelendirme yapılmadan yetiştirilen *V. spiralis*'in yaş biyomas artış miktarının en yüksek inek gübresi ilave edilen grupta sırasıyla  $1,52 \pm 0,03$  gr.gün<sup>-1</sup> ve  $2,73 \pm 0,07$  gr.gün<sup>-1</sup> olduğu sonucunu belirtmiştir.

Katherine et al. (2017)'nin *Sagittaria cuneata*'nın yaprak morfolojisinin toprak ve su besinleri arasındaki ilişkileri belirlemek için *S. cuneata* bitkilerini besin bakımından

zenginleştirilmiş taban materyali, besin bakımından zenginleştirilmiş su ortamı ve kontrol grubu ortamına alarak 10 hafta süre ile araştırmışlardır. Sonuç olarak zenginleştirilmiş taban materyalinde yetişen bitkilerin, zenginleştirilmiş su ortamı ve kontrol grubunda yetişen bitkilerden daha büyük biyokütle ve verime sahip yumruların oluştuğunu ve yaprakların boyutlarında değişimin oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Yeni çıkan yapraklarında özelliklerinde önemli ölçüde değişkenlik gösterdiğini; ancak, bu değişkenliğin diğer gruplarda da meydana geldiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da *S. subulata* bitkisinin emers ortamdan alınıp akvaryum ortamına adaptasyonu ve araştırma süresince yapılan takip ve izlenimler neticesinde bitkinin yeni ortamına adapte olma süresi boyunca yapraklarının tamamının, bazılarında ise bir kısmının eriyerek çürüdüğünü, ortama adaptasyonu sağlandığında ise yeni yaprakların ve sürgünlerin fizyolojik olarak değişiklik gösterdiğini, bitkinin bulunduğu ortamdan başka bir ortama alındığı zaman bütün şartlar uygun olsa da adaptasyon süreci tamamlanmadan büyüme ve gelişme göstermediği sonucuna varılmıştır.

Ünal (2013)'ın "Bir Akvaryum Bitkisi Olan *Cryptocoryne wendtii*'nin in vitro Koşullarda Klonal Çoğaltımı" başlıklı çalışmasında, köklü ve köksüz olarak akvaryum ortamına aktarılan bitkilerin, farklı substratlı (kalsit, zeolit, dere kumu ve midye kırığı) ortamlarda 3 ay süre ile sürgün uzunluk farklarını değerlendirmiştir. Köksüz bitkilerin ekildiği akvaryumlarda yetişen bitkilerin ortalama 2,85 cm, köklü bitkilerin ekildiği akvaryumlarda bitkilerde ortalama 5,11 cm ile sürgün uzunluğu açısından en iyi gelişmenin dere kumu ilaveli akvaryumlarda elde edildiğini belirtmiştir. Aynı bitki türünün yaprak uzunluğu gelişmesinin de yine dere kumu bulunan olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak akvaryum bitkilerinde en iyi taban materyalinin dere kumu olduğu anlaşılmış ve çalışmamızda taban malzemesi olarak dere kumu kullanımı tercih edilmiştir. Çalışmamız sonucunda sadece dere kumu olan kontrol grubu akvaryumlarında ortalama kök uzunluğu 2,89 cm, solucan gübresi ve dere kumu olan akvaryumlarda ortalama kök uzunluğu 5,7 cm, inek gübresi ve dere kumu olan akvaryumlarda ortalama kök uzunluğu 4,9 cm, tavuk gübresi ve dere kumu olan akvaryumlarda ortalama kök uzunluğu 3,2 cm olarak tespit edilmiştir. Dere kumu bitkilerde kök gelişimi için olumlu bir etki gösteriyor olsa da asıl faktörün ortamda bulunan nutrientlerin varlığı olduğunu düşünmekteyiz.

Alak ve Müftüoğlu (2014)'nın "Hümk Asit Uygulamalarının Alınabilir Potasyum Üzerine Etkisi" başlıklı çalışmasında, helen çeşidi mısır bitkisine 6 farklı dozda humik asit uygulamış, en yüksek kök yaş ağırlığı artışı istatistiksel olarak fark oluşmamasına rağmen en yüksek oranın 10 L/da hümk asit verilen uygulamada olduğunu bildirmişlerdir. Biz de solucan gübresi grubundaki *S. subulata* bitkilerinin kök uzamasının sebebinin solucan gübresinde mevcut olan hümk asitin etkisinin olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda farklı olarak solucan gübresinin akvaryum bitkisi *S. subulata*'nın büyüme ve gelişmesine etkisi ilk defa bu araştırmada denenmiş ve gübre ilave edilmeyen kontrol grubuna göre büyüme ve gelişmede anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Kök uzunluğu büyümesi bakımından diğer gübreli gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark olmamasına karşılık ( $P>0,05$ ) solucan gübresi grubunda en fazla artışın olduğu görülmüştür.

## 5. SONUÇLAR

Dünyada ve ülkemizde hızla gelişerek önemli bir iş kolu haline gelmiş akvaryum sektöründe dikkati akvaryum görselliği çekmektedir. Gerek iş ve yaşam stresinden uzaklaşma isteği gerekse hobi amaçlı yapılan akvaryumlarda görsellik günümüzde ön plana çıkmaktadır. Görselliğe katkı sağlayan akvaryum bitkileride bu kapsamda önemli bir yer tutmaktadır ve dolayısıyla ticari bir öneme sahiptir. Yetiştiricilikte ticari önem arz eden ürünlerin hızlı büyümesi ve erken pazar boyuna ulaştırılması maliyeti düşürebilmekte kazancı artırmaktadır. Bu sebeple akvaryum bitkilerinin minimum maliyetle maksimum ürün eldesini mümkün kılabilmek için çeşitli araştırmalar ile bunun nasıl gerçekleştirilebileceğinin ortaya koyulması gerektiği önemli bir konudur.

Farklı doğal gübre ilaveli zemin ortamlarında *S. subulata* 'nın büyüme ve gelişmesinin araştırıldığı bu çalışmada, zemin ortamının değişik olması büyüme ve gelişmeyi etkilediği sonucuna varılmıştır. Diğer bitkiler gibi besin bakımından zengin ortamda *S. subulata* 'nın büyüme ve gelişimi hızlı olabilmektedir. Zemindeki elementler kökler yardımıyla bitki bünyesine alınarak besin olarak kullanılmaktadır. Bu süreçte de büyümesini devam ettirebilmektedir.

Araştırma kapsamında oluşturulan kontrol dahil 4 farklı zeminden en iyi büyüme ve gelişme sonucunu inek gübresi vermiştir. Ancak solucan gübresi ilaveli taban materyalinde kök gelişimi bakımından inek gübresi ilaveli zemin ortamına kıyasla istatistiksel yönden anlamlı bir fark oluşmamasına rağmen kök gelişimi en iyi solucan gübresi ilaveli grupta olduğu belirlenmiştir. Solucan gübresinin içeriğinde bulunan hümik asitin *S. subulata* 'nın kök gelişmesine etki ettiğini ve bu sonuca istinaden solucan gübresinin bitkilerde köklendirme çalışmalarında kullanılmasının faydalı olacağını düşüncesindeyiz.

Ülkemizde Akdeniz ve Ege bölgelerinin ikliminin sıcak ve nemli olması, bu bitkilerin büyüme ve gelişmesi yönünden uygun ortamı sağlamaktadır. Akvaryum Bitkisi yetiştirme faaliyetlerinin yaygınlaşması bölgemiz ve ülkemiz için yeni bir ticaret fırsatı yaratabilir. Ticaret faaliyetinin gelişebilmesi içinde bu alanda yapılacak çalışmaların artmasıyla mümkün olabilir. Bu tür araştırmalar ile ülkemizde su bitkisi yetiştiriciliğinin artacağı, dolayısıyla bu sektörde ki yurt dışına bağımlılığın azalacağını düşünmekteyiz.

Düşük maliyette maksimum ürün eldesi ticari yönden de kar oranının artışını etkilemektedir. Akvaryum bitkilerine olan talebin zamanla artması bu işin ticari yönden gelişmesine katkı sağlayacaktır. Gerek bölgemizin denizel iklimin sıcak ve nem etkisi gerekse kurulan seralarda oluşturulan uygun koşullar, bu bitkilerin büyüme ve gelişmesi yönünde uygun ortamları meydana getirebilmektedir.

Bitkilerin kısa sürede büyütülerek pazar boyutuna eriştirilmesi sürekliliğide beraberinde getireceği aşıkardır. Bu gibi çalışmalar ile kısa sürede bitkinin en iyi

gelişebileceği ortamların tespiti, ekonomik açıdan ticareti yapılacak işletmelere de yarar sağlayacaktır.

Sonuç olarak akvaryum bitkileri yetiştiriciliğinde zemin materyali olarak inek gübresi kullanımının büyüme ve gelişme üzerine, kök gelişiminde de solucan gübresinin olumlu etki gösterdiği kanısındayız. İnek, tavuk ve solucan gübrelerinin doğal bir gübre olması ve kimyasal gübrelere göre maliyetinin düşük olması hem yetiştiricilik hem de ticari olarak doğru tercih olabileceği kanısındayız.



## 6. KAYNAKLAR

- Adair, R.J., Keener, B.R.M., Kwong C.J.L. and Sagliocco, G.E. 2012. Flower The Biology of Australian weeds 60. *Sagittaria platyphylla* (Engelmann) J.G. Smith and *Sagittaria calycina* Engelmann 47-53 pp.
- Adams, P. and Godfrey R.K. 1961, Observations on the *Sagittaria subulata* complex. Vol. 63, No. 753 Rhodora. 63-253 pp.
- Ak, İ., Tekeşoğlu, H., Çelik İ. ve Cirik Ş. Akvaryum Bitkilerinden *Salvinia natans* (L.)'ın Büyüme Özelliklerinin Belirlenmesi *Biyoloji Bilimleri Akademik Dergisi* 3 (2): 57-62, 2010
- Akçalı, B. 2000. Değişik Akvaryum Bitkilerinin Farklı Gübrelerle Zenginleştirilmiş Zemin Materyalinde Yetiştiriciliği, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Alak, H.C. ve Müftüoğlu, N.M. 2014. Hümk Asit Uygulamalarının Alınabilir Potasyum Üzerine Etkisi, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2014: 2 (2): 61–66
- Alpbaz, A. 1984. Akvaryum Tekniği ve Balıkları. Acargil Basımevi. 433 s. İzmir.
- Alpbaz, A. 1990. Akvaryum Bitkileri ve Balık Hastalıkları. Alp Yayıncılık 73 s. İzmir
- Altınayar, G., 1988, Su yabancı otları. DSİ İşletme Müd. Matbaası: Ankara,
- Anonim 1: Işık dalga boyuna göre fotosentez şeması ([https://www.akvaryum.com/Forum/fotosentez\\_teknik\\_incelemetartismadogru\\_led\\_k929603.asp](https://www.akvaryum.com/Forum/fotosentez_teknik_incelemetartismadogru_led_k929603.asp)), [Son erişim tarihi: 08.10.2018].
- Anonim 2: Işık dalga boyunun fotosenteze etkisi. (<https://www.bilgicik.com/yazi/fotosentez-hizini-etkileyen-faktorler/>), [Son erişim tarihi: 08.10.2018]
- Anonim 3: Akvaryum bitkilerinde besin eksikliğine bağlı beslenme bozuklukları [https://www.akvaryum.com/forum/bitki\\_akvaryumunda\\_hersey\\_tam\\_ama\\_gene\\_olmur\\_k847104.asp](https://www.akvaryum.com/forum/bitki_akvaryumunda_hersey_tam_ama_gene_olmur_k847104.asp), [Son erişim tarihi: 12.10.2018].
- Anonim 4: *S.subulata*'nın sistematikteki yeri. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sagittaria\\_subulata](https://en.wikipedia.org/wiki/Sagittaria_subulata), [Son erişim tarihi: 03.11.2018].
- Anonim 5: 2019 Solucan gübresi analizi. <https://ziraatyapma.blogspot.com/2016/10/solucan-gubresi-analizi.html> [Son erişim tarihi: 18.02.2019].
- Anonim 6: Su Bitkileri (Türkiye) <http://users.metu.edu.tr/fgencoz/links/bitkiler.htm>, [Son erişim tarihi: 05.01.2019].
- Anonymous 1: Distribution of *Sagittaria subulata* in the world as of 2016, <https://www.gbif.org/species/5329014>, [Son erişim tarihi: 19.05.2019].

- Anonymous 2: List of World Species *Sagittaria subulata* (L.) Buchenau [Son erişim tarihi: 22.11.2018].
- Anonymous 3: Flowering of *S. subulata* in aquatic environment [https://tropica.com/en/plants/plantdetails/Sagittariasubulata\(079\)/4530](https://tropica.com/en/plants/plantdetails/Sagittariasubulata(079)/4530), [Son erişim tarihi: 18.10.2018].
- Anonymous 4: Evaluation of *S. subulata* in aquarium environment, [Son erişim tarihi: 15.11.2018].
- Anonymous 5: Aquarium values of *S. subulata* [Son erişim tarihi: 15.11.2018].
- Anonymous 6- Su Analizi [https://www.jbl.de/tr/su-analizi/load\\_lab/13](https://www.jbl.de/tr/su-analizi/load_lab/13)
- Balcı, B.A. ve Aktop, Y. 2019. Yeme Çakşır Otu (*Ferula elaeochytris* K. 1947) İlavesinin Japon Balığının (*Carassius auratus* L. 1758) Büyüme ve Gonad Gelişimi Üzerine Etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1): 347-359.
- Cirik S. ve Cirik Ş. 2005. Limnoloji. Ders kitabı Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21- (2. Baskı) 166 s.
- Cirik S., Cirik Ş. ve Dalay M.C. 2011. Su bitkileri II. (İçsu Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi, Yetiştirme Teknikleri). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. No: 61-28 (2. Baskı) İzmir 170 s.
- Cirik S, Gökpinar Ş. 1999. Plankton Bilgisi ve Kültürü. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 47 Ders Kitabı No: 19 Bornova İzmir.
- Conk, M. ve Cirik S, 1993. Tropikal Akvaryum Bitki Yetiştiriciliğinin Ülkemiz Şartlarında Yapılabilirliği ve Balık Havuzu Atıklarının Büyümeye Etkisi Erzurum. Tebliğ
- Çınar, A. 2013. In Vitro Koşullarda *Hygrophila polysperma*'nın çoğaltımı, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman
- Çelebi Y, 2017. Akvaryum ve Havuz Bitkileri. Minel Yayın. ISBN: 605666319 136 sf. Ankara
- Geldiay, R. 1972. Akvaryum (Kuruluşu – Malzemesi – Bitkileri – Balıkları ve Bakımı) Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 6 (Yardımcı Kitap) İzmir
- Hekimoğlu, M.A. 2006. Akvaryum Sektörünün Türkiye'deki ve Dünyadaki Durumu, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 23:237-241
- Hekimoğlu, M.A. 2008. Akvaryum Teknolojisi Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:78 İzmir, 360 s.
- Holmgren, P. K., N. H. Holmgren, and L. C. BARNETT. 1990. Index Herbariorum. Part I: The Herbaria of the World. Ed. 8, Bronx, New York: New York Botanical Garden Press.

- Heurs, G. 1975. Evde Salonda Modern Akvaryum Akvaryum Bitkileri, Balıkların Beslenmesi, Pazarlaması. N. Ülker Matbaası, Arzu Basımevi, İstanbul.
- İnal, A., Sözdöğru, S. ve Erden, D. 1996. Tavuk Gübresinin İçeriği ve Gübre Değeri *Tarım Bilgileri Dergisi* 2 (3) 45-50
- Kardeş, T.A. 2012. Azotlu ve Organik Gübrelemenin Beypazarı Yöresinde Yetiştirilen Bazı Sebzelerin Nitrat Kapsamına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 59 s.
- Katherine, M.S., Patricia, A.C., Joseph, M.C. 2017. Arrowhead (*Sagittaria cuneata*) as a bioindicator of nitrogen and phosphorus for prairie streams and wetlands, *Wetlands Ecol Manage* DOI 10.1007/s11273-017-9576-5
- Kasselman, G. 2003. Aquarium plants, Krieger Publishing Company: Malabar, FL. pp. 518
- Kaya E. 2015. İn Vitro Koşullarda Akvaryum Bitkisi *Shinnersia rivularis*'in Çoğaltımı, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Keener, B.R. 2005. Molecular systematics and revision of the aquatic Monocot genus *Sagittaria* (Alismataceae), in the Department of Biological Sciences in the Graduate School of The University of Alabama, pp. 40
- Kesici, E. 1991. *Nomaphila sp.*'nin Akvaryum Büyüme ve Gelişmesine Etki Eden Bazı Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine bir Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Mitchell, D.S. 1974. Aquatic Vegetation and Its Use and Control. UNESCO, Paris. pp.135
- Müller, C.E. 1871. Abhandlungen herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen v2, pp.490
- Öztürk, M. 2002. Akvaryum Bitkisi *Ludwigia sp.*'nin in vitro Koşullarda Çoğaltımına Farklı Oranlardaki Büyüme Düzenleyicilerin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, M. 2008. Akvaryum Bitkileri *Hygrophila sp.* ve *Microsorium pteropus*'un in vitro Koşullarda Çoğaltılması. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Pennington, J.A., Vandevender, K., Jennings, J.A., 2009. Nutrients and Fertilizer value of Dairy Manure. University of Arkansas Cooperative Extension Service, FSA4017.
- Sumlu, Ş. 2009. Akvaryum Bitkisi *Rotala macrandra*'nın in vitro Koşullarda Hızlı Çoğaltımı ve Gen Aktarımı, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



- Stearn, W, T, 1957. An İntroduction to the Species Plantarum and Cognate Botanical Works of Carl Linnaeus. London.
- Tekoğul, H., Saygı, H., Turan, G. ve Cirik, S. 2017. *Vallisneria spiralis* (Linneaus 1753)'in Değişik Besin Ortamlarında Yetiştiricilik Çalışmaları. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(3): 256-260, 2017
- Özçelik, A.D., Uyar G. ve Ören M., Sarı B. 2013. Akvaryum Bitkisi Olarak Kullanılan Bryofitler Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zonguldak.
- Ünal, S. 2013. Bir Akvaryum Bitkisi olan *Cryptocoryne wendtii* 'nin in vitro Koşullarda Klonal Çoğaltımı, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yapabandara, Y.M.H.B. and Ranasinghe, P. 2006. Tissue Culture for Mass Production of Aquatic Plant Species. Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology. <https://www.researchgate.net/publication/265575808>
- Yücel, A.Z. 2008. Farklı Kolkisin Dozlarının Akvaryum Bitkisi gül'de (*Ludwigia Repens* Forster) Kromozom katlanmasına Etkileri Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

**Aslan Çağlar ÜNVER**

acunver @akdeniz.edu.tr

aslancaglarunver@gmail.com



## ÖĞRENİM BİLGİLERİ

|                    |                                                               |
|--------------------|---------------------------------------------------------------|
| Yüksek Lisans      | Akdeniz Üniversitesi                                          |
| 2015- 2019         | Fen Bilimleri Enstitüsü - Su Ürünleri Mühendisliği<br>Antalya |
| Ön Lisans - Lisans | Akdeniz Üniversitesi                                          |
| 2008-2011          | Sağlık Hizmetleri M.Y.O. - Tıbbi Laboratuvar, Antalya         |
| 2012-2014          | Anadolu Üniversitesi – İşletme, Eskişehir                     |

## MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

|                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Bilgisayar İşletmeni | Akdeniz Üniversitesi, Antalya |
| 2010 – Devam Ediyor  |                               |

## ESERLER

### Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1- Aktop Y., Balcı B.A., Ünver A.Ç. (2018). Yavru Balık Üretiminde Bazı Balık Türleri Üzerine Yapılan Hormon Uygulamaları. 3rd National / 1st International Workshop on Gamete Biology in Aquaculture, Iskenderun/Hatay, 55-55. (Özet bildiri)
- 2- Aktop Y., Balcı B.A., Ünver A.Ç. (2017). Çakşır Otunun Balık Yeminde Yem Katkısı Olarak Kullanılabilirliği. II. International Academic Research Congress, (Tam metin bildiri)