

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



***Arthrospira platensis*' in BAZI BALIK HASTALIK ETKENLERİNE KARŞI
ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Yeşim ŞEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



Arthrospira platensis' in BAZI BALIK HASTALIK ETKENLERİNE KARŞI
ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Yeşim ŞEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2018

ANTALYA

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

***Arthrospira platensis*’ in BAZI BALIK HASTALIK ETKENLERİNE KARŞI
ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Yeşim ŞEN
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez 1928 ID ve FYL 2016-1928 kod numarası ile BAP tarafından
desteklenmiştir.**

TEMMUZ 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Arthrospira platensis’ in BAZI BALIK HASTALIK ETKENLERİNE KARŞI
ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Yeşim ŞEN
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 12/07./2018 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. İ. Tülay ÇAĞATAY (Danışman)
Prof. Dr. Aydın AKBULUT
Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

ÖZET

***Arthrospira platensis*' in BAZI BALIK HASTALIK ETKENLERİNE KARŞI ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Yeşim ŞEN

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İ. Tülay ÇAĞATAY

HAZİRAN 2018; 59 sayfa

Çalışmanın amacı, prokaryotik alemin Cyanobacteria grubunun bir üyesi olan ve Microcoleaceae ailesine ait *Arthrospira platensis*'in (eski ismi *Spirulina platensis*) uygun kültür koşullarında üretilmesinin ardından, metanol ve etanol gibi iki farklı çözelti ile ekstraktlarının hazırlanması ve bu ekstraktların disk difüzyon yöntemi kullanılarak 5 farklı balık hastalık etkenine karşı antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesidir.

Farklı bölgelerdeki balık çiftliklerinden izole edilmiş balık hastalık etkeni olan *Flavobacterium psychrophila*, *Lactococcus garviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida* ve *Vagococcus salmoninarum* bakterileri mikrobiyolojik olarak üretilmiştir. Antimikrobiyal etkisi araştırmak için *Arthrospira platensis* siyanobakterisi BG11 besiyeri ortamında üretilmiş ve ekstraksiyon koşulları optimize edildikten sonra etanol ve metanol ekstraktları elde edilmiştir. Ekstrakt solüsyonları disklere emdirildikten sonra ayrı ayrı bakterilere uygulanmış ve antimikrobiyal etkileri tespit edilmiştir.

Tez projesi ile Siyanobakteri türü olan *Arthrospira platensis*'in beş farklı balık hastalık etmenlerine olan antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir. *Arthrospira platensis*'in metanol çözgeni kullanılarak elde edilen ekstratı en güçlü etkiyi *Aeromonas hydrophila* bakterisinde göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları uygulamaya yönelik alternatif besleme ve hastalıklara karşı yeni ve çevreye duyarlı kemotörapatik kaynakların denenmesi gibi sürdürülebilir yetiştiricilik çalışmaları için önem arz etmektedir

ANAHTAR KELİMELE: *Arthrospira platensis*, bakteriyal balık hastalıkları, antimikrobiyal etki

JÜRİ: Doç. Dr. İ. Tülay ÇAĞATAY
Prof. Dr. Aydın AKBULUT
Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE ANTIMICROBIAL EFFECT OF *Arthrospira platensis* AGAINST SAME FISH DISEASE ACTIVITIES

Yeşim ŞEN

MSc Thesis in Fisheries and Aquaculture Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İ. Tülay ÇAĞATAY

June 2018; 59 pages

The aim of this thesis was to determine antimicrobial effect of the *Arthrospira platensis* (former name *Spirulina platensis*) belonging to the family of Phormidiaceae which is a member of the cyanobacteria group of the prokaryotic kingdom, after growing in appropriate culture condition and then to produce extract with two different solvent such as methanol and ethanol, against bacterial fish diseases agents.

Flavobacterium psychrophila, *Lactococcus garviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida* and *Vagococcus salmoninarum*, which are isolated from fish farms in different regions, are microbiologically produced. To investigate the antimicrobial effect, *Arthrospira platensis* was produced in suitable medium and ethanol and methanol extractions were obtained after optimization of extraction conditions. Extract solution were applied to the bacteria separately after being absorbed into the discs and antimicrobial effects were determined.

In this thesis, the antimicrobial effect of *Arthrospira platensis*, a Cyanobacterium species, against five fish disease agents was determined. The results of this study are important for sustainable aquaculture work, such as alternative nutrition for application and testing of new and environmentally sensitive chemotrapagic sources against diseases.

KEYWORDS: *Arthrospira platensis*, fish diseases, antimicrobial effect

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. İ. Tülay ÇAĞATAY
Prof. Dr. Aydın AKBULUT
Prof. Dr. Erkan GÜMÜŞ

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Anabilim Dalı' nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmış ticari öneme sahip *Arthrosphira platensis*' in farmakolojik etkileri nedeniyle balıklarda hastalığa neden olan bakterilere karşı antimikrobiyal etkisinin varlığını saptamaktır.

Yüksek Lisans süresince bana araştırma olanağı veren, çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen ve çalışmalarım aşamasında önerileri ile beni yönlendirip destek olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. İ. Tülay ÇAĞATAY' a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında her konuda yanımda bulunarak destek ve yardımını esirgemeyen arkadaşlarım Su ürünleri mühendisi Büşra ARLI, Su ürünleri mühendisi Yiğit TAŞTAN ve Uzman Moleküler Biyolog Hasan Emre YILMAZ' a teşekkür ederim.

Her konuda bana destek veren ve hayatım boyunca aldığım her kararda yanımda olan desteğini esirgemeyen sevgili anneme, babama ve tüm aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	2
2.1. Türkiye’deki Alabalık Yetiştiriciliği	2
2.2. Gökkuşluğu Alabalığı’nın (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Biyolojisi	4
2.2.1. Gökkuşluğu alabalığı’nın (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) sistematigi	5
2.2.2. Gökkuşluğu alabalığı’nın (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) morfolojisi ve yetiştiricilik özellikleri.....	5
2.2.3. Alabalık da karşılaşılan hastalıklar	6
2.2.4. Gökkuşluğu alabalığı’nda görülen bazı önemli bakteriyel hastalıklar.....	7
2.2.4.1. Furunkulosis.....	7
2.2.4.2. Bakteriyel hemorojik septisemi (Motil Aeromonas Septimsemi).....	8
2.2.4.3. Bakteriyel soğuk su hastalığı (Rainbow Trout Fry Syndrome)	9
2.2.4.4. Streptokok enfeksiyonları	10
2.3. Siyanobakterilerin Genel Özellikleri	11
2.3.1. Siyanobakterilerin morfolojik özellikleri.....	13
2.3.2. Siyanobakterilerin yapısal çeşitliliği.....	14
2.3.3. Siyanobakterilerin üretimine etki eden parametreler	15
2.3.4. <i>Arthrospira platensis</i> ’in sistematigi ve genel özellikleri.....	16
2.3.5. <i>Arthrospira platensis</i> ’in besin içeriği	16
2.3.6. <i>Arthrospira platensis</i> kullanım alanları	18
2.3.7. <i>Arthrospira platensis</i> ’in antimikrobiyal aktivitesi.....	19
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Siyanobakteri örneklerinin temini	20

3.1.2. Mikroorganizmaların temini	20
3.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasallar	20
3.1.3.1. Tripton soy agar (TSA)	20
3.1.3.2. Tripton soy broth (TSB).....	20
3.1.3.3. BG11 besiyeri	21
3.1.3.4. Siyanobakteri çözücüler.....	22
3.1.3.5. Yaralanılan alet ve ekipmanlar	22
3.2. Metot.....	23
3.2.1. <i>Arthrospira platensis</i> 'in üretilmesi.....	23
3.2.2. Test edilecek mikroorganizmaların üretilmesi ve saklanması.....	25
3.2.3. <i>Arthrospira platensis</i> 'in ekstratlarının hazırlanması ve disklere uygulanması.....	26
4. BULGULAR	29
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇLAR	40
7. KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek lisans Tezi olarak sunduğum ”*Arthrospira platensis*’ in bazı balık hastalık etkenlerine karşı antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

12/07/2018

Yeşim ŞEN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Km	: Kilometre
Kg	: Kilogram
mg	: Miligram
°C	: Derece santigrat
µL	: Mikrolitre
mm	: Milimetre
µm	: Mikrometre
g	: Gram
L	: Litre

Kısaltmalar

DSİ	:Devlet Su İşleri
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
DNA	:Deoksiribo Nükleik Asit
16S rDNA	: 16S Ribozomal Deoksiribo Nükleik Asit
Min	: Minimum
Max	: Maksimum
IFP	: Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü
TSA	: Trypton Soy Agar
TSB	: Trypton Soy Agar
dk	: Dakika

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yetiştiricilik üretiminin türlere göre dağılımı	4
Şekil 2.2. Gökkuşluğu Alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	6
Şekil 2.3. <i>Aeromonas salmonicida</i> 'nın neden olduğu Furunkulosis hastalığı.....	8
Şekil 2.4. <i>Aeromonas hydrophila</i> 'nın neden olduğu Bakteriyel hemorajik sepsisemi hastalığı	9
Şekil 2.5. <i>Flavobacterium psychrophilum</i> 'un neden olduğu Bakteriyel soğuk su hastalığı	10
Şekil 2.6. <i>Lactococcus garvieae</i> ve <i>Vagococcus salmoninarum</i> 'un neden olduğu Streptokok efeksiyonu hastalığı a) Renkte kararma ve çift taraflı ekzoftalmus, b) Karaciğerde hemoraji ve anemi	11
Şekil 2.7. Siyanobakterilerin elektron mikroskopik görüntüleri a) <i>Anabaena</i> b) <i>Oscillatoria</i> c) <i>Nostoc</i> d) <i>Spirulina platensis</i>	11
Şekil 2.8. Filamentli Siyanobakteri'lere benzeyen 3,5 milyar yıl yaşındaki mikrofosiller, Batı Avustralya.....	12
Şekil 2.9. Siyanobakteri hücresinin genel yapısı	14
Şekil 2.10. Cyanophyta türlerinde özelleşmiş hücre tipleri	15
Şekil 3.1. Siyanobakteri çözücüler a) Metanol b) Etanol.....	22
Şekil 3.2. <i>Arthrospira platensis</i> 'in BG11 besiyerinde üretim aşamalarına örnek resimler	24
Şekil 3.3. BG11 sıvı kültürde üretilen <i>A. platensis</i> 'in katı besiyerine ekim yapılması .	25
Şekil 3.4. Bakterilerin rutin üretimleri için sıvı kültürden katı besiyerine ekim işlemi..	26
Şekil 3.5. Gram boyama uygulanan bakterilerin mikroskopta incelenmesi	26
Şekil 3.6. <i>Arthrospira platensis</i> 'i vakumlu sinterize cam dipli kroze ile süzme işlemi	27
Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan antimikrobiyal disklerin uygulanması	28
Şekil 4.1. a) Süzme işlemi yapılan <i>Arthrospira platensis</i> 'in toz haline getirilmiş hali b) Ekstraksiyonda kullanılacak etanol ve metanol'ün <i>Arthrospira platensis</i> ile muamelesi c) Ekstraksiyon için hazırlanan karışımın su banyosunda bekletilmesi	29
Şekil 4.2. Üretilen <i>Arthrospira platensis</i> lerin mikroskop altında incelenmesi.....	29
Şekil 4.3. Çalışmada antimikrobiyal etkinin varlığında kullanılan test mikroorganizmalarının tripton soy agar besiyerinde ki üreme görüntüleri a) <i>Lactococcus garviae</i> b) <i>Aeromonas salmonicida</i> c) <i>Aeromonas hydrophila</i> d) <i>Vagococcus salmoninarum</i> e) <i>Flavobacterium psychrophilum</i>	29
Şekil 4.4. Test mikroorganizmalarına kontrollerin uygulanması a) <i>Aeromonas hydrophila</i> (metanol, etanol) b) <i>Aeromonas salmonicidae</i> (penisilin) c) <i>Flavobacterium psychrophilum</i> (metanol) d) <i>Lactococcus garviae</i> (etanol) e) <i>Vagococcus salmoninarum</i> (metanol).....	34
Şekil 4.5. <i>Arthrospira platensis</i> ekstratı disklerinin <i>Aeromonas salmonicidae</i> üzerine olan antimikrobiyal etkisi a) metanol b) etanol	34
Şekil 4.6. <i>Arthrospira platensis</i> ekstratı disklerinin <i>Lactococcus garviae</i> üzerine olan antimikrobiyal etkisi a) etanol b) metanol	35
Şekil 4.7. <i>Arthrospira platensis</i> ekstratı disklerinin <i>Flavobacterium psychrophilum</i> üzerine olan antimikrobiyal etkisi a) etanol b) metanol	35
Şekil 4.8. <i>Arthrospira platensis</i> ekstratı disklerinin <i>Vagococcus salmoninarum</i> üzerine olan antimikrobiyal etkisi a) etanol b) metanol	36

Şekil 4.9. <i>Arthrosphira platenis</i> ekstratı disklerinin <i>Aeromonas hydrophila</i> üzerine olan antimikrobiyal etkisi a) etanol b) metanol	36
---	----



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Su kaynaklarının dağılımları	2
Çizelge 2.2. Türkiye su ürünleri üretimi	3
Çizelge 2.3. Gökkuşığı alabalığı' nın sistematigi	5
Çizelge 2.4. Mikroalg üretimine etki eden parametreler için genelleştirilmiş değerler..	15
Çizelge 2.5. <i>Arthrosphira platensis</i> ' in sistematigi	16
Çizelge 2.6. <i>Arthrosphira platensis</i> ' in içerdiği vitamin değerleri	17
Çizelge 2.7. Hayvansal ve Bitkisel Kaynaklı Gıdalarda Protein ve Su Oranları	17
Çizelge 2.8. Tripton soy agar besiyeri	20
Çizelge 2.9. Tripton soy broth besiyeri.....	21
Çizelge 2.10. BG11 besiyeri stok kültürü hazırlamada kullanılan kimyasallar ve miktarları	21
Çizelge 2.11. Hazırlanan stok kültüründen BG11 besiyeri hazırlamada kullanılan solüsyon miktarları.....	22
Çizelge 2.12. <i>Arthrosphira platensis</i> ' in metanol ve etanol ile elde edilen ekstratlarının 5 farklı test mikroorganizmasına karşı antimikrobiyal etkisi (mm).....	37

1. GİRİŞ

Ülkemizde su ürünleri yetiştiricilik sektörü oldukça gelişmiş olup, yetiştiriciliği yapılan en önemli türlerden birisi gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'dır. 2016 yılı itibarıyla iç sularda yaklaşık 101.297 ton alabalık üretimiyle (TÜİK, 2017) ülkemiz Avrupa' da ilk sıralarda yer alır. Elverişli bir üretim için etkili hastalık önlemi, kontrolü ve tedavisi şarttır. Balıkların uygun koşullarda yetiştirilmesi ve hastalıklardan korunmaları balıkçılığın gelişip, ülke ekonomisine katkıda bulunmasında önemli bir faktördür. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde mortalitesi yüksek olan bakteriyel hastalık etkenlerinin kemoterapötik (antibiyotik ve aşı) ajanlara alternatif ve çevreye dost önlemlerin alınması ekonomik açıdan önemli olduğu gibi sektörün ve su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından da önem arz etmektedir.

Alabalıkta en çok karşılaşılan bakteriyel hastalıklar, *Aeromonas salmonicida*'nın neden olduğu furunculosis, *Aeromonas hydrophila*'nın neden olduğu hemorajik sepsisemi, *Flavobacterium psychrophila*'nın neden olduğu bakteriyel soğuk su hastalığı, *Lactococcus garviae* ve *Vagococcus salmoninarum*'un neden oldukları Streptokok enfeksiyonlarıdır (Austin ve Austin 2007). Bu hastalıkların ortaya çıkması ile kullanılan sentetik ilaçlara direnç oluşması, yan etkilerin görülmesi ve balık vücudunda önemli oranda toksik madde birikimi nedeniyle tedavi ve önlem için alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Besin zincirin de ilk sırada bulunan algler canlılar için çok önemli bir besin maddesidir. Ticari değeri yüksek olan algler, farklı kimyasal ve biyolojik bileşikleri üretme yeteneğine sahiptir. %70'nin asıl yayılım alanı sular olmakla birlikte ekolojik olarak yeryüzünün her yerinde bulunabilirler. Gövde ya da benzer işlevlere sahip yapıları ile karada, toprak, ağaç ve kayalara tutunarak, deniz, göl ve nehirlerde yaşayabilirler. Hayvan ve bitkilerle simbiyotik yaşam kurabilirler. Fotosentez yapmak için ışığa ihtiyaç duymalarından dolayı ışık olan buzla kaplı alanlarda, 70°C veya daha yüksek sıcaklıktaki kaynak sularında, çok tuzlu su ortamlarında, düşük ışık yoğunluğu ve yüksek basınç altındaki göl ve deniz ortamlarında yaşayabilirler (Aktar ve Cebe 2010).

Günümüzde klasik kemoterapötik bileşiklere karşı ortaya çıkan dirençli bakterilerin artışı bu bileşiklerin kullanımını yetersiz hale getirmektedir (Duke vd. 2002). Bu durumda siyanobakteriler, çok çeşitli ilaç hammaddesi olan biyoaktif bileşenleri üretmeleri nedeniyle etkin, alternatif ve çevre dostu ilaçlar ve besin hammaddesi için model olmaları açılarından da son derece önemlidir.

Vitaminler, pigmentler, proteinler, mineraller, lipid ve polisakkaritler alglerden elde edilen başlıca ürünlerdir. Alglerin balık yetiştiriciliğinde kullanılmasının yanı sıra gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde kullanılması onların kültür çalışmalarını hızlandırmıştır.

Bu tez çalışmasında, *Artrospira platensis*'in metanol ve etanol gibi çözütliler kullanarak elde edilen ekstraktlarının disk difüzyon yöntemi kullanılarak 5 farklı balık hastalık etkenine (*A. hydrophila*, *A. salmonicida*, *F. psychrophila*, *L. garviae* ve *V. salmoninarum*) karşı antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Türkiye’deki Alabalık Yetiştiriciliği

Türkiye’nin 3 tarafı denizlerle çevrilidir. Türkiye adalar dahil sahip olduğu farklı ekolojik özellikte ki 8333 km’lik kıyı şeridinde sahiptir. 177.714 km uzunluğundaki akarsu ve 200,000 hektarın üzerindeki yüzey alanına sahip olan yaklaşık 200 adet göl ve 856 adet baraj gölünden dolayı su ürünlerinde üretim alanında kullanılabilecek kapasiteye sahiptir (DSİ) (Çizelge 2.1.).

Türkiye’nin 3 tarafını kaplayan denizlerinin coğrafik yapısından dolayı balıkçılık uygulamaları endüstriyel ve kıyı balıkçılığı olarak yapılmaktadır. Ülkemiz konumu nedeni ile su ürünleri yetiştiriciliği açısından ideal bir ortama sahiptir.

Çizelge 2.1. Su kaynaklarının dağılımları (DSİ 2017)

Kaynaklar	Sayı	Yüzey(hektar)
Doğal göller	200	906.118
Baraj gölleri	856	460.441
Göletler	1000	28.000
Denizler	4	24.607.200
Toplam	2060	26.001.759
Nehir uzunluğu	177.714 km	

Türkiye’ deki balık tüketimine bakıldığında zaman kişi başına düşen tüketimin 7,6 kg olduğu görülmektedir. Dünyada ise bu sayı 1 kişiye düşen balık tüketimi 19,2 kg dır. Dünya ortalamasına bakıldığında Türkiye dünya ortalamasının yarısına bile karşılık gelmemektedir. Avrupa ülkelerinde yıllık 25 kilogramı bulan balık tüketimi Uzakdoğu ülkelerinde artış göstermiştir. İspanya’da 40 kg, Fas’ta 28 kg, Yunanistan’da 23,1 kg iken Japonya’da balık tüketimi 80 kg’ın üzerinde, Maldivler yılda 139 kg ile birinci sıradadır (Oğuzhan ve Yangılar 2014).

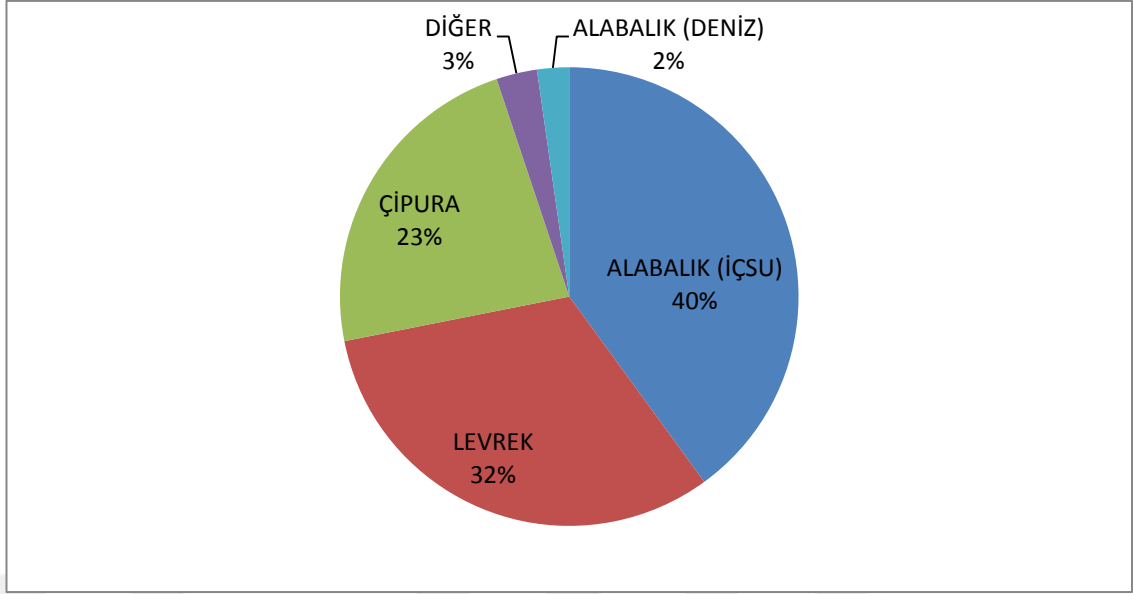
Su ürünleri insan yaşamında sağlıklı ve dengeli beslenmede önemli bir yere sahiptir. Su ürünleri yetiştiriciliği balık, su bitkileri, yumuşakçalar ve kabuklu yetiştiriciliğini kapsamaktadır.

Türkiye’nin toplam su ürünleri üretimi 2008 yılında 646,000 ton 2016 yılında 588,000 ton olarak gerçekleşmiştir. Su ürünleri üretimi 2016 yılında bir önceki yıla göre %12,4 azalarak 588 bin 715 ton olarak gerçekleşmiştir. 2016 yılı üretiminin 335.320 tonu avcılık yoluyla 253.395 tonu yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Üretimin %44,8’ini deniz balıkları, %6,4’ünü diğer deniz ürünleri, %5,8’ini iç su ürünleri ve %43’ünü yetiştiricilik ürünleri oluşturdu. (Çizelge 2.2.) (TÜİK 2017) .

Çizelge 2.2. Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK 2017)

Yıllar	Avcılık (ton)			Yetiştiricilik (ton)			Toplam (TON)	Kişi Başına Düşen Tüketim (kg)
	Deniz	İç su	Toplam	Deniz	İç su	Toplam		
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310	7,8
2009	425.275	39.187	464.462	82.481	76.248	158.729	623.191	7,6
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080	6,9
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545	6,3
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852	7,1
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515	6,3
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345	5,5
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241	6,1
2016	301.464	33.856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715	5,4

Türkiye’de en çok yetiştiriciliği yapılan türler de ilk sırada iç su ve denizlerde olmak üzere toplam 107.013 ton ile alabalık yer almaktadır. Sırayla 80.847 ton ile levrek ve 58.254 ton ile çipura takip etmektedir (Şekil 2.1.) (TÜİK 2017).



Şekil 2.1. Yetiştiricilik üretiminin türlere göre dağılımı (TÜİK 2017)

Alabalık üretimi, doğadan yakalanan balıklardan yumurta alınması ve alınan yumurtaların yapay dölleme yöntemi kullanılarak döllemesi ile 19.yy'da başlamıştır. Ülkemizde tatlı su balıkları içinde önemli bir yere sahip olan alabalık pazarda diğer türlere göre daha çok tercih edilen türdür. Alabalık yetiştiriciliği son 20 yıldır havuzda ve denizde üretim olmak üzere giderek artmaktadır. Ülkemizde alabalık üretiminin geçmişine bakıldığında 40 yıldan daha azdır. Üretimine ilk olarak Zonguldak ilinin Yedi Göller Doğal Parkında başlanmıştır. Gökkuşağı alabalığı ülkemizde en çok tercih edilen türdür.

İlk balık yetiştiricilik denemeleri 1763 yılında alabalıklardan suni döl almış olmasından dolayı Avrupada Jacobi ye atfedilse de Livingston Stone 1872 yılında Amerika'da ilk defa gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğini tanımlamıştır (Yanık 2009)

Daha sonra ise 1881 yılında Kaliforniyadaki The McCloud River Hatchery gökkuşağı alabalığı yumurtalarını üretmeye başlamış ve ülke çapında satarak yayılmasını sağlamıştır. Dolayısıyla alabalık yetiştiriciliği 1900' lu yılların başında Amerika da bir iş kolu olmuştur ve bu çiftliklerin üçte biri 1950 yılına kadar "fee fishing" olarak yani bir yerin günlük aylık ya da uzun dönemler için kiralanarak balıkçılık yapılması devam etmiştir. İlk ticari alabalık çiftliği İdahoda 1909 yılında ikiz şelalelerin yakınında açılmıştır. Önceleri mezbaha yan ürünleri ile kuru unları kullanarak kendi yemlerini yaş veya yarı yaş yem olarak yapan çiftlikler, 1950' li yılların başında yemlerin kısmen peletlenmesiyle oldukça hızlı bir gelişme kaydetmişlerdir (Yanık 2009).

2.2. Gökkuşağı Alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss*) Biyolojisi

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğinde alabalık önemli bir paya sahiptir. Salmonidae familyasına ve Pasifik salmon cinsine ait olan Gökkuşağı alabalığı *Oncorhynchus mykiss* olarak adlandırılır. Bu familyaya diğer salmon türlerinden

Atlantik salmon, alp alaları, buzul alası, buzul tymalusu ve beyaz balıklar girmektedir (Yanık 2009).

2.2.1. Gökkuşığı alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss*) sistematığı

Gökkuşığı alabalığı' nın sistematikteki yeri çizelge 2.3. deki gibidir.

Çizelge 2.3. Gökkuşığı alabalığı' nın sistematığı

Alem:	Animalia
Şube:	Chordata
Sınıf:	Actinopterygii
Takım:	Salmoniformes
Familya:	Salmonidae
Cins:	<i>Oncorhynchus</i>
Tür:	<i>O. mykiss</i>

2.2.2. Gökkuşığı alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss*) morfolojisi ve yetiştiricilik özellikleri

Gökkuşığı Alabalığı, alabalık türleri içerisinde en fazla yetiştiriciliği yapılan önemli bir türüdür. Ülkemizde Alabalık yetiştiriciliği havuzlarda, deniz kafeslerinde ve baraj göllerinde yapılır (Şen 2012).

Yetiştiricilikte Gökkuşığı alabalığının en fazla tercih edilen tür olmasının nedeni bulunduğu ortama adaptasyonunun çok güçlü olmasından kaynaklanmaktadır. Gökkuşığı Alabalığını diğer alabalık türlerine göre önemli kılan, kuluçka sürelerinin kısa olması, hastalıklara karşı yüksek direncinin olması ve geniş sıcaklık derecelerine dayanabilmesi gibi özelliklerdir. Bu özellikler yetiştiricilik için önemli konulardır. Kuluçka döneminin uzun olması işletmeleri maddi zarara uğratabilir. Su kalitesi bakımından oksijence bol ve sıcaklık olarak 13-18 °C'deki sularda çok iyi büyüebilmesidir (Yanık 2009).

Gökkuşığı Alabalığının vücut şekli suda kolay şekilde hareket sağlayabilecek yapıdadır. Kuyruk dahil sekiz yüzgece sahiptir ve yüzgeçleri kemiklere bağlı değil kaslar arasında gömülü konumdadır. Ağız açıklığı gözün arka kısmına kadar ulaşır ve keskin dişlere sahiptir. Renkleri değişkenlik gösterir. Yan tarafları vücuduna göre daha açık, karın kısmı gümüş rengindedir. Gökkuşığı ismini vücudunda bulunan yan hat boyunca geniş, kırmızı ve pembe gökkuşığı rengindeki banttandır. Erkek balıklarda bu bant üreme döneminde çok daha göz alıcı olur. Baş kısmı da dahil olmak üzere vücudun birçok yerinde küçük siyah birçok benek bulunur (Çelikkaya vd. 1988; Tekelioğlu 2005).

Torpil veya füze şekilli olan vücutları yanlardan hafifçe yassılaşmış ve ince yapılı sikloid pullarla örtülmüştür. Balıklar yaşamları boyunca aynı sayıda pula sahip olurlar. Balıklar büyüdükçe pulları da büyür ve bu pullardan balığın yaşı belirlenebilir.

Ağız yapısı büyük ve terminal konumludur (Şekil 2.2.) (Alpbaz ve Hoşsucu 2002; Geldiay vd. 2007).



Şekil 2.2. Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) (Anonim 1)

Gökkuşağı alabalıklarının yaşam alanları göller, nehirler ve derelerdir. Zooplanktonları yem olarak Fry dönemlerinde kullanırlar. Alabalıklar büyüdükçe sırası ile böcek, kabuklu ve diğer balıkları yem olarak kullanmaktadır. Doğal ortamlarında yumurtlamaları genellikle ilkbaharda olmaktadır. Üretim ortamında su sıcaklığına bağlı olarak yumurtlamaları değişiklik gösterebilir. Kıyı bölgelerindeki gökkuşağı alabalıklarının yumurtlama zamanları Aralığın sonlarına doğru olmaktadır. Dişiler, kum ve çakıllı yerlere yaptıkları yuvalarına 500-2500 iri yumurta (50-150 mgyumurta/L) bırakır ve erkekler bunları hemen döllerler. Su sıcaklığı yumurtaların gelişmeleri ve açılmalarıyla doğrudan ilişkilidir. Gökkuşağı alabalığı yumurtası 4.5 °C 80 günde, 10 °C 31 günde ve 15 derecede ise sadece 19 günde açılmaktadırlar (Leitritz ve Lewis 1980; Yanık 2009).

Gökkuşağı alabalığının yumurtaları diğer balık türlerine oranla çap olarak daha büyüktür. Yumurta çapları 4-7 mm arasında değişkenlik gösterir. Omur sayısı 51-62, yanal çizgideki pul sayıları 100-150 arasındadır (Tekelioğlu 2005; Geldiay 2007; Şen 2012).

Hastalık su ürünleri yetiştiriciliğinde ticaretin ve üretimin azalmasında önemli bir paya sahiptir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde balıkların büyüme evresinde çevre şartlarının bozulmasından kaynaklanan bakteriyel, paraziter, fungal ve viral hastalıklarda artış ortaya çıkabilmektedir (Şen 2012).

2.2.3. Alabalıklarda karşılaşılan hastalıklar

Su ürünleri yetiştiriciliğinde üretimin başarılı olabilmesi için balık için elverişli ortamın sağlanması ve doğal ortamına en yakın şekilde yapılması gerekmektedir. Doğal ortamlarında patojenler ve parazitler problem olmazken yaşam şartlarının değişmesi hastalık etmenlerinin oluşmasına neden olur. İşletmelerde balıklar doğal ortamlarındaki şartlara oranla daha sık ve yüksek yoğunluklarda stoklanmaktadır. Yüksek yoğunlukta stoklama, düşük çözünmüş O₂, balıklara elle müdahale ve besin değeri düşük veya bozulmuş yemler balıklarda stresin oluşmasına ve balıkların doğal savunma

mekanizmasının bozulmasına neden olur. Buda balıkların hastalıklara karşı korunmasını engeller (www.denizlitarim.gov.tr).

Bakteriyal enfeksiyonların ülke ekonomisine ve balıkların sağlığına olan etkileri değişkenlik gösterdiği gibi bu oran yüksek derecelerde de olabilir. Balıklarda ciddi oranda mortaliteye sebep olan enfeksiyonların bir kısmı kronik, az miktarda ölüme neden olan, bazı bakteriyal enfeksiyonlar ise vücutlarında pazarlanabilmelerine engel olan görüntülere neden olmaktadır (Aksoy 2009).

Yetiştiricilikte başarılı olmak ve hastalıklardan korunmak için balıkların yaşadığı ortam, su kalitesi, davranışları sık sık kontrol edilerek olumsuzluk yaratan koşullar ortamdan uzaklaştırılmalı ortamı iyileştirici tedbirler alınmalıdır. Aksi takdirde yetiştirici açısından maddi kayıpların oluşması kaçınılmazdır.

2.2.4. Gökkuşığı alabalığı'nda görülen bazı önemli bakteriyel hastalıklar

Gökkuşığı alabalığı'nda görülen bakteriyel hastalıklar furunkulozis, Bakteriyal hemorajik septisemi (Motil *Aeromonas* Septimsemi), bakteriyel soğuk su hastalığı ve streptokok enfeksiyonu gelmektedir.

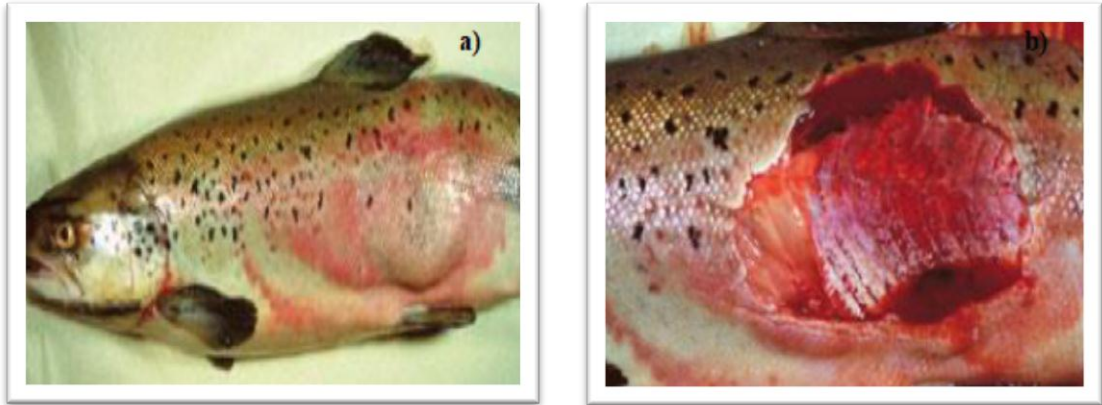
2.2.4.1. Furunkulosis

Hastalığın etkeni *Aeromonas salmonicida*'dır. Oksijenli ortamda minimum 6 °C maksimum 34.5 °C de üreyen hareketsiz, sporsuz, kapsül süz, çomak şekilli ve gram negatif bir basildir. Optimum üreme ısı 20-22 °C ve en iyi üreme pH' ısı 6.4 ile 8.0 dir. Tripton soy agar gibi katı besiyerlerin de kenarları düzgün yuvarlak ve parlak koloniler oluştururlar (Durmaz 2009).

Aeromonas salmonicida tatlı sularda yaşayan salmonid ve non salmonid balıklarda enfeksiyona neden olmaktadır. Salmonid balıkların yetiştiriciliğinde ve doğal ortamında bu hastalık başlıca kayıp nedenlerindendir. Gökkuşığı alabalığı bu hastalığa karşı diğer salmonid türleri arasındaki en dayanıklı olanıdır (Şen 2012). Etken hasta balıkların doku, organ ve kan damarlarında yoğun bir şekilde bulunur. Furunkuloziste bulaşma, balıktan balığa ve yumurta yoluyla anaçtan yavruya olmaktadır. Hastalık etkeni balık patojenleri arasında bilinen en eski patojenlerdendir (Durmaz 2009).

Oldukça yaygın olan furunkulosis hastalığının ortaya çıkmasındaki önemli faktörler, suların kirliliği, su ısısının azalması veya yükselmesi, oksijen azlığı, bakım ve beslenmenin iyi olmaması, suların fiziksel ve kimyasal içeriğindeki değişiklikler, hayvanların stresli olması gibi olumsuzluklardır. Furunkulozis genellikle 10 °C' nin üzerindeki sıcaklıklarda görülür. Salgın oranı %100' e, ölüm oranı ise %80' e ulaşır. Hastalığın seyri ve şiddetinde çevre koşullarının, balığın vücuduna mikropların giriş yolu, konakçının hassasiyeti, balığı enfekte eden bakteri miktarının büyük etkisi vardır (Durmaz 2009).

Hastalığın gelişme süresi çok kısadır. Balıklarda durgunluk, ekzoftalmus, burun deliklerinden kan gelmesi, vücut yüzeyinde ve yüzgeçlerde hemorajiler, subkutan doku ve kaslar arasında çok sayıda küçük lezyonlar meydana gelir (Bağcıgil 2008; Durmaz 2009).



Şekil 2.3. *Aeromonas salmonicida*'nın neden olduğu Furunkulosis hastalığı (Anonim 2)

2.2.4.2. Bakteriyal hemorajik sepsis (Motil *Aeromonas* Sepsis)

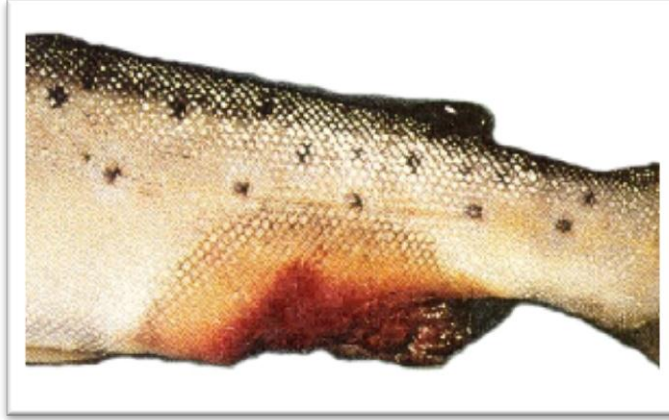
Hastalık etkeni olan *Aeromonas hydrophila*, Vibrionaceae familyasına ait, gram negatif, hareketli, fakültatif anaerobik, çomak şeklinde ve 0,8- 1 x 1,0- 3,5 µm boyutlarında bakterilerdir. Hastalık etkeninin varlıklarını sürdürebildikleri en yüksek sıcaklık 45 °C, optimum üreme sıcaklığı ise 28- 37 °C dir. En iyi üreme pH 5,5 in üzerindedir. Tripton soy agar besiyerinde 20-25 °C ' de 24-48 saat inkübe edilirler. Besiyerinde krem renginde, hafif kabarık 2-3 mm çapında yuvarlak koloniler oluşur. Yetiştiricilik yapan işletmelerde büyük ekonomik kayıplara neden olur (Aksoy 2009).

Mikroorganizmaların türü, vücuda giriş yolları ve miktarları, hastalığa neden olma yeteneğinin dışında bağışıklık sistemlerinin, stresi oluşturan etkenlerin, tür, yaş ve cinsiyetlerinin hastalığın oluşmasında etkisi oldukça fazladır. Balıkta stresi arttıran nedenlerin başında su sıcaklığının yüksek olması, oksijen miktarının az olması, amonyak miktarının fazlalığı ve karbondioksit konsantrasyonu gelmektedir. Bunların dışında balığın vücudunda bulunan açıklıklar, iç ve dış parazitlerin de etkisi vardır. Mikroorganizmaların vücuda giriş yolları, balıkta bulunan büyük küçük lezyonlardır. Mikroorganizmalar bu lezyonlardan girerek enfeksiyona neden olurlar (Arda vd. 2002; Mefut vd. 2007; Aksoy 2009).

Hastalığın belirtisi, balıklarda halsizlik, balıklar havuzların ve tankların kenarlarında durma eğilimi gösterirler (Timur ve Timur 2003). Stres altında ki hasta balıklarda *Aeromonas hydrophila* kuyruk ve yüzgeçler de erime ve hemorajik sepsis dahil olmak üzere çeşitli bozukluklara neden olur (Aoki vd 1999; Aydın ve Ciltas 2004; Bach vd. 1978; Doukas vd. 1998; Fank vd. 2004). Vücut yüzeyinde çeşitli derinliklerde lezyonlar görülür. Bazı olgularda da karında şişkinliklere rastlanabilir. Hastalık bulguları, yüzgeç diplerinde, ağız, alt çene ve anüs etrafında kızarıklık ve kanamalar şeklinde görülür. Hastalığın tedavisinde kullanılan antibiyotiklere karşı etken hemen direnç gösterir (Timur ve Timur 2003).

Hareketli *Aeromonas*' ların neden olduğu Bakteriyal sepsis hastalığında en çok izole edilen tür *Aeromonas hydrophila* dır. *Aeromonas hydrophila* organik maddece zengin sularda bolca bulunur. *Aeromonas hydrophila*' nın balık bağırsak florasında da

saprofit bir tür olarak bulunabileceği bulgularda görülebilmektedir (Timur ve Timur 2003).



Şekil 2.4. *Aeromonas hydrophila*'nın neden olduğu Bakteriyel hemorajik sepsis hastalığı (Anonim 3)

2.2.4.3. Bakteriyel soğuk su hastalığı (Rainbow Trout Fry Syndrome)

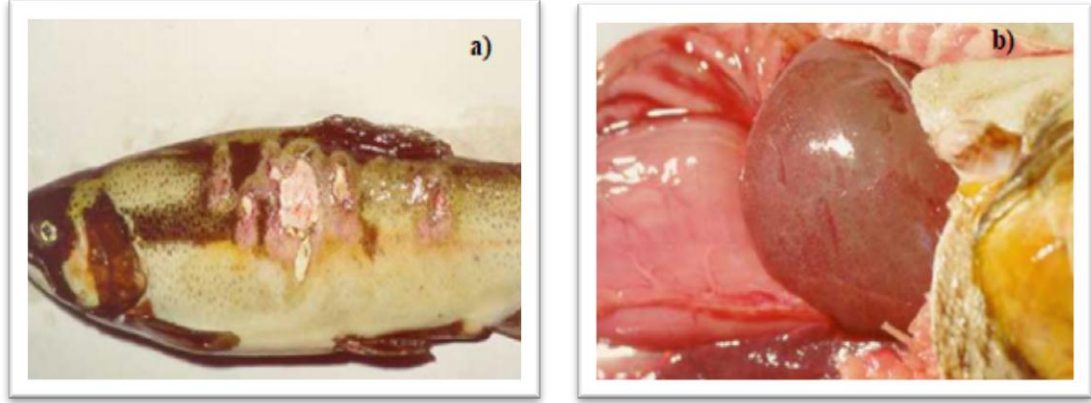
Hastalığın etkeni *Flavobacterium psychrophilum*' dur. Süzülerek hareket etme yeteneğine sahip, uzun ince çomak şekilli, uçları yuvarlak, sporsuz, kapsülsüz, kamçısız, oksijenli ortamda gelişen ya da hem oksijenli ortamda hem de oksijensiz ortamda gelişebilen, gram negatif bir bakteridir. Bakteri hücresinin çapı 0,3-0,75 µm ve uzunluğu 1,25-6,25 µm' dir (Nematollahi vd. 2003; LaFrentz ve Cain 2004).

Bakteriyel soğuk su hastalığı özellikle 4-10 °C su sıcaklığında görülen başta gökkuşağı alabalığı olmak üzere birçok balık türünde rastlanan ve işletmelerde yüksek mortaliteye neden olan, *Flavobacterium psychrophilum*' un neden olduğu (Bruun vd. 2003; Cipriano ve Holt 2005), vücut üzerinde gittikçe çoğalan renk yoğunluğu, spiral şeklinde yüzme, iştahsızlık, karında sıvı birikimi, gözlerin dışa doğru çıkması, solungaç ve iç organlarda kansızlık, deride yara oluşumu, omurların yapısında bozulma, iç organlarda büyüme gibi bulgularla kendini belli eden ve büyük ekonomik kayıpların yaşanmasına sebep olan bakteriyel bir enfeksiyondur (Branson 1998; Ekman 2003; Shotts ve Starliper 2003; Nematollahi vd. 2003; Cipriano ve Holt 2005).

Hastalığın belirtileri, iştah kaybı, güç ve dengede zayıflama, yaşamsal hareketlerinde yavaşlama, spiral şekilde havuz tabanında ve su yüzeyinde yüzme, bilateral ekzoftalmus görülür (Ostland vd. 1997; Branson 1998). Hastalığa yakalanan gökkuşağı alabalık yavrularının dorsal yüzgeci ve kuyrukta beyaz lekelerin meydana geldiği, bu lekelerin sonrasında ölü dokulara dönüştüğü, zamanla bölgede oluşan ölü dokulardan kas dokusuna kadar dağılan bozulmaların oluştuğu bildirilmiştir (Erer 2002; Ekman 2003; Timur vd. 2004).

Hastalıktan etkilenen balıklarda iç organlarda enfeksiyon görülür (LaFrentz ve Cain 2004). Hasta balığın baş kısmında bulunan kıkırdak yapısında erimeler meydana gelir ve beyinleri normal yapısından çok daha küçük bir yapıya sahiptir (Ostland vd.

1997). Hastalığa neden olan bakteri kalp kasına da yerleşerek burada iltihaplanmaya ve bunun sonucunda ölümlere sebep olabilmektedir (Branson 1998; Nematollahi vd. 2003).

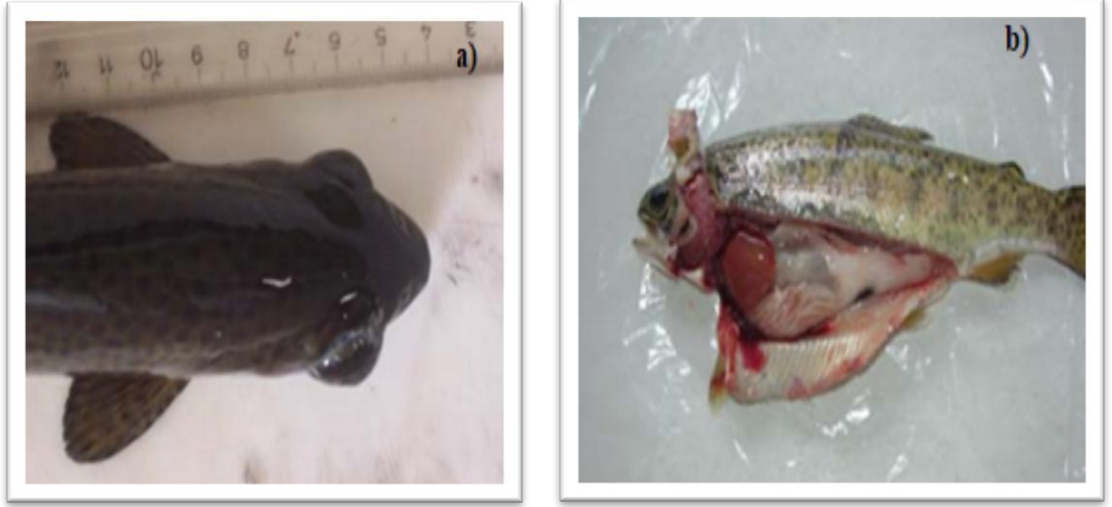


Şekil 2.5. *Flavobacterium psychrophilum*'un neden olduğu Bakteriyel soğuk su hastalığı (Sağlam vd. 2006)

2.2.4.4. Streptokok enfeksiyonları

Streptokok enfeksiyonuna neden olan etken bakteriler, *Lactococcus garvieae* ve *Vagococcus salmoninarum* Lactobacillaceae familyasında yer alan yuvarlak veya oval yapılı, uzun zincirle karakterize olan bakterilerdir. Gram pozitif, katalaz negatif, sporsuz ve hareketsiz mikroorganizmalardır. Boyutları 0.6-0.9 µm çapındadır. Üreme ısısı 22 – 37 °C de 48 saat şeklindedir. Tripton soy agar besiyerinde donuk gri renkli görülür (Özer vd. 2008; Durmaz 2009)

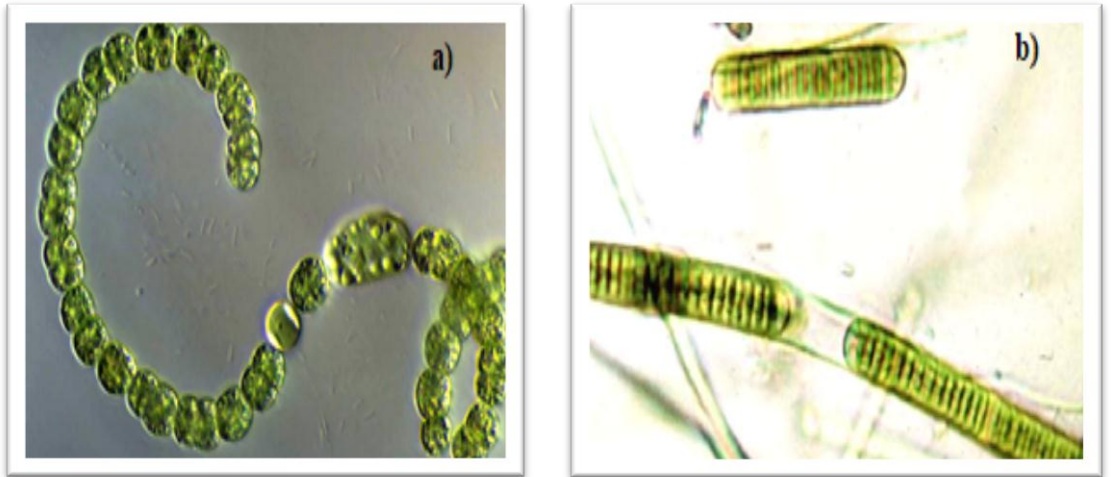
Hastalık etkenleri balıklarda ekzoftalmus, hemorajik septisemi, deride kararma (Şekil 2.4.a), yavaş yüzme, durgunluk, iştahsızlık, karında sıvı birikimine neden olur. Hastalık daha çok su sıcaklığının arttığı zamanlarda ortaya çıkmaktadır. Kirlili ve çamurlu sularda etkene daha sık rastlanır. Yaz aylarında kirlili sularda yaşayan balıklarda patojen yüksek seviyede bulunmaktadır. Balıklara bulaşma su veya direk temas yoluyla olur. Sağlıklı bir balık Streptokoklarla enfekte olduktan 5 gün sonra ölür. Streptokokların donmuş balıklarda 6 ay kadar süreyle canlı kaldıkları tespit edilmiştir. Kültür balıkçılığında yem olarak kullanılan ve pastörize edilmeden balıklara verilen ıskarta balıkların enfeksiyonun ortaya çıkmasına neden olduğu bildirilmektedir (Durmaz 2009). %10-80 oranlarında ölümlere neden olan streptokok enfeksiyonları genellikle 15-20°C' ye ulaşan su sıcaklığında ve diğer stres etkenlerinin ortaya çıkması ile meydana gelir (Özer vd. 2008).



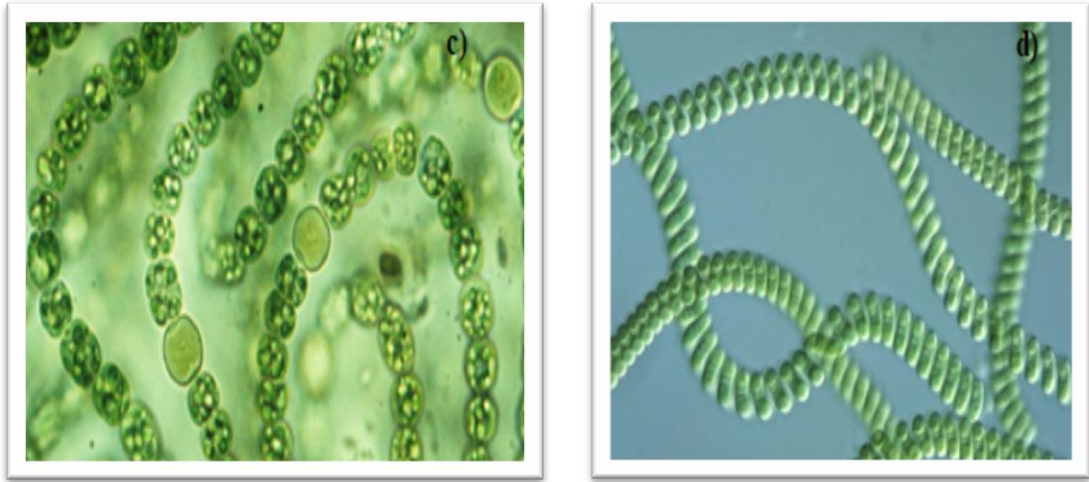
Şekil 2.6. *Lactococcus garvieae* ve *Vagococcus salmoninarum*'un neden olduğu Streptokok efeksiyonu hastalığı **a)** Renkte kararma ve çift taraflı ekzoftalmus, **b)** Karaciğerde hemoraji ve anemi (Özer vd. 2008)

2.3. Siyanobakterilerin Genel Özellikleri

Prokaryotik grubun üyesi olan siyanobakteriler, fotosentetik pigmentlere sahip, fotosentez ile oksijen üreten ilk tek hücreli organizmalardır. Çevresel strese iyi adapte olmuş, filamentli ve koloni halinde bulunurlar. Gerçek bir zara sahip çekirdekleri olmamasından dolayı bakteri olmalarına karşın fotosentez yapmalarından dolayı alglerle benzetilmektedir. Ancak ökaryotik alg sınıfından değil prokaryotik bakteri sınıfındandır.

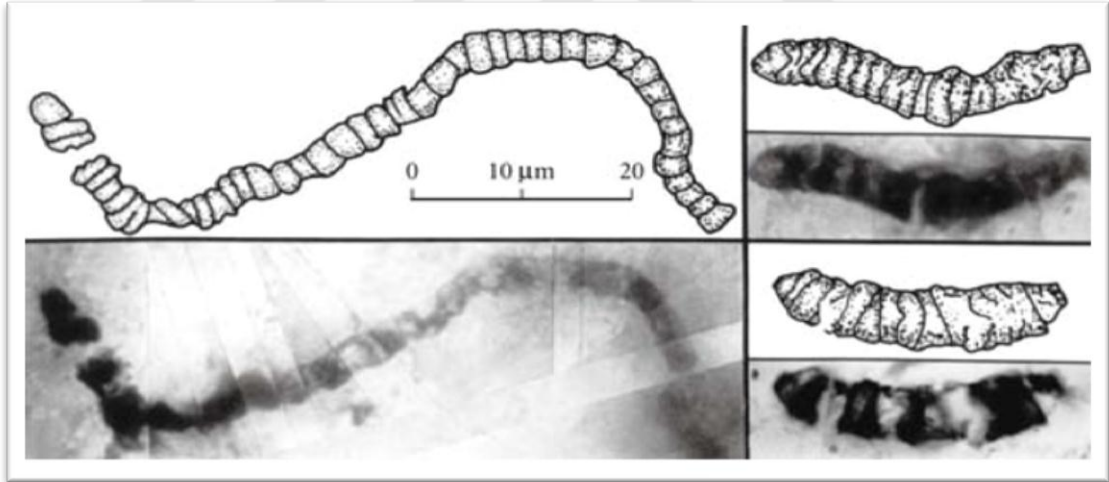


Şekil 2.7. a) *Anabaena* **b)** *Oscillatoria* **c)** *Nostoc* **d)** *Arthrospira platensis* (Anonim 4)



Şekil 2.7.’nin devamı

İlk kez varlıkları fosillerde saptanmış olan Siyanobakteri’ ler evrimsel olarak incelendiğinde oksijen üreten ilk fototrofik organizmalardır ve atmosferin oksijensiz (anaerobik) halden oksijenli hale dönüşümünden sorumlu canlılar olduğu ileri sürülmektedir (Schopf 1978; Horodyski ve Knauth 1994).



Şekil 2.8. Filamentli Siyanobakteri’lere benzeyen 3,5 milyar yıl yaşındaki mikrofosiller, Batı Avustralya (Schopf 1978)

Siyanobakterin sahip olduğu canlının hayatta kalması için gerekli bileşiklerden olan enzim, protein, karbonhidrat, lipit, vitamin bakımından oldukça önemlidir (Pinotti ve Segato 1991). Siyanobakteriler ile 1970’li yıllarda yapılan çalışmalardan sonra bunların antimikrobiyal ve antiviral etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Patterson vd. 1994). En önemli diğer bir özellikleri de oksijensiz azot fiksasyonu yapmalarıdır. Siyanobakteri, latince de mavi anlamına gelen ‘cyanos’ ve küçük asa (çomak) anlamına gelen ‘bacterium’ kelimelerinden türemiştir. Bakteriler ürettikleri pigmentlerin (fikobilinler) renklerinden dolayı mavi yeşilden (fikosiyeninler, yeşil klorofil-a)

menekşe-kırmızıya (fikoeritrin) değişiklik gösterir (Cohen-Bazire ve Bryant 1982; Douglas, 1994).

Siyanobakteri'lerin birçok türünün genomik DNA ve 16s rDNA baz kompozisyonu tayin edilmiştir ve GENBANK de yayınlanmıştır (www.ncbi.org). Charles Woese (2007) tarafından 16s rDNA genomik dizisine göre alg değil suda yaşayan bir bakteri olduğu ispatlanmıştır. Tek hücreli olanların GC oranı %35 den %71 e kadar değişebilir.

Basit beslenme şekline sahip olan Siyanobakterilerin besin içeriğinde vitaminlerin varlığı gerekli değildir. Nitrat ve amonyak siyanobakteriler için azot kaynağı olarak kullanılır. Karanlık ortamda birçok siyanobakteri türü organik bileşikleri kullanamaz ve bu yüzden zorunlu fototrof olarak bilinirler. Bunun yanı sıra ışıklı ortamda glukoz ve asetat gibi basit yapıli organik bileşikleri kullanabilirler. Bazı türler, genellikle kamçılı türler üreyebilmek için karanlık ortamda karbon ve enerji kaynağı olarak organik bileşikleri kullanırlar (Yılmaz ve Duru 2011).

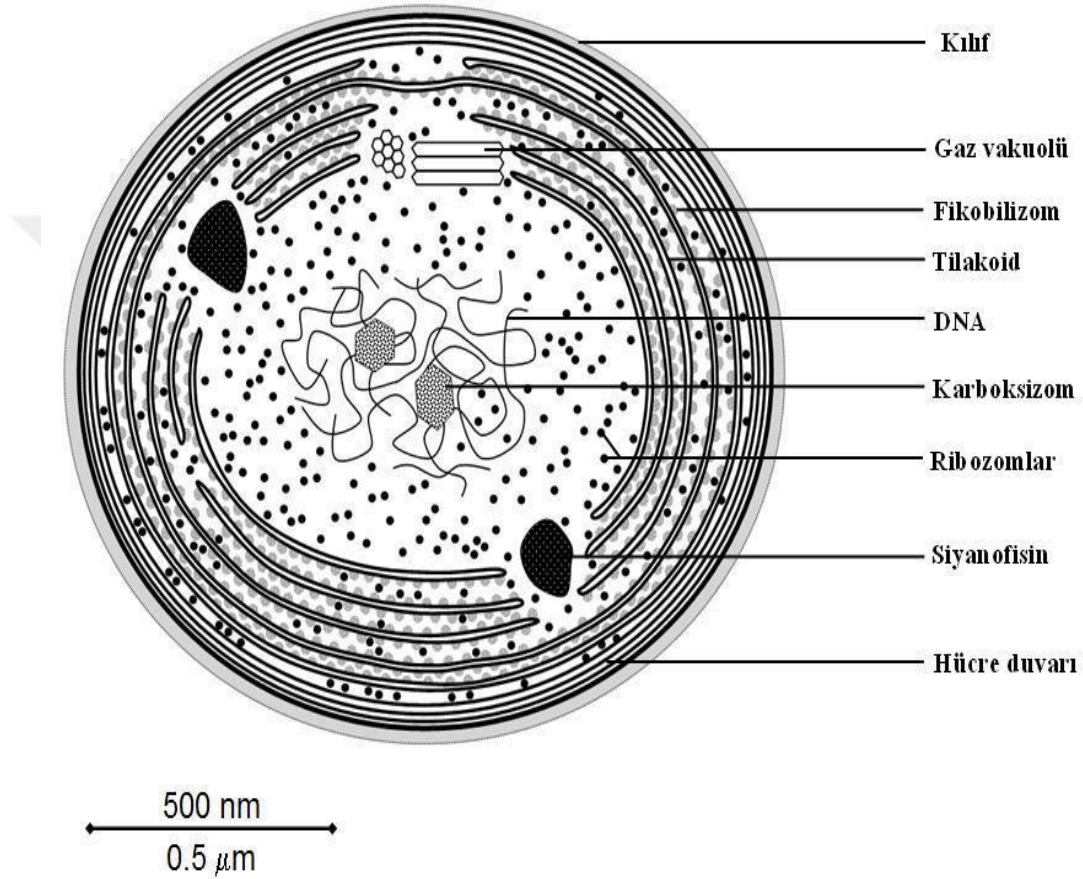
Fotosentetik ökaryotik mikroorganizma olan makro ve mikro algler ve fotosentetik prokaryotik mikroorganizma olan siyanobakteriler; insanların ve hayvanların beslenmesinde kullanılan önemli biyoaktif moleküllerdir (Ballosteros vd. 1992; Solimon vd. 1994). Bu grup mikroorganizmaların antibiyotik, antiviral, antikanser, antifungal, antimikrobiyal ve anti-inflamatuar etkileri üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur (Quinn vd. 1993; El-Sheekh vd. 2006; Scheuer 1990; Chen ve Zhang 1997). Bu etkilerinin yanı sıra bazı türlerinin hipokolestrolemik, enzim inhibitörü, radyasyon etkisi azaltıcı etkisi ve bitki hayvan doku gelişim düzenleyicisi olarak kullanıldığı da bilinmektedir (Patterson vd. 1994; Metting 1986; Fox 1993; Becker 1981). Bunların dışında; siyanobakteri biyomassları kullanılarak biyodizel ve biyogaz üretebildiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Mata 2010; Spolaore 2006). Ayrıca, salmonid ve kırmızı tilapiya ile yapılan besleme çalışmasında *Spirulina* spp.'nin pigment kaynağı olarak yeme ilave edildiği çalışmalar mevcuttur (Yeşilayer vd. 2008).

Chlorella sp. (Katırcıoğlu vd. 2006), *Spirulina* sp. (Özdemir vd. 2004), *Oscillatoria* sp. (Bagchi vd. 1990; Issa 1999), *Phormidium* sp. (Fish ve Codd 1994) ve *Microcystis* sp. (Ishada vd. 1997) gibi türlerin antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiş ve çeşitli patojenleri inhibe edici etkilerinin olduğu bu çalışmalarda gösterilmiştir. Özdemir ve ark. (2004) *Spirulina platensis* ile yaptığı çalışmada *Streptococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* ve *Proteus vulgaris*'a karşı antimikrobiyal aktiviteleri olduğu tespit edilmiş ve belirlenmiştir. Demiriz (2008) yaptığı çalışmada ise, *Spirulina major*'ün genel olarak diğer siyanobakteri türlerine göre daha fazla antimikrobiyal aktiviteye gösterdiği belirlenmiştir.

2.3.1. Siyanobakterilerin morfolojik özellikleri

Ptokaryotik olan ve Cyanophyceae diye adlandırılan siyanobakteriler plastidlere, gerçek çekirdeğe ve zar ile çevrili organellere sahip değildir. Hücreler tipik bakteri büyüklüğü çapı 0,5-1 µm ile 60 µm çapa varan değişiklikler gösterir. Çekirdek zarları olmadığı için sitoplazma içinde pigment maddeleri ve DNA düzgün şekilde bulunmamaktadır. Peptidoglikan yapısında hücre duvarına sahiptir. Ancak prokaryotlara

has 70S ribozom değil 80S ribozoma sahiptir. Bakteriler ürettikleri pigmentlerin (fikobilinler) renklerinden dolayı mavi yeşilden (fikosiyaninler, yeşil klorofil-a) menekşe-kırmızıya (fikoeritrin) değişiklik gösterir. Alglerin mavi-yeşil rengi fikosiyanin ve öteki renkleri oluşturan moleküllerin fi-koeritrin moleküllerini kapatmasından dolayı oluşmaktadır (Yılmaz ve Duru 2011; Kahraman ve Küplülü 2012).

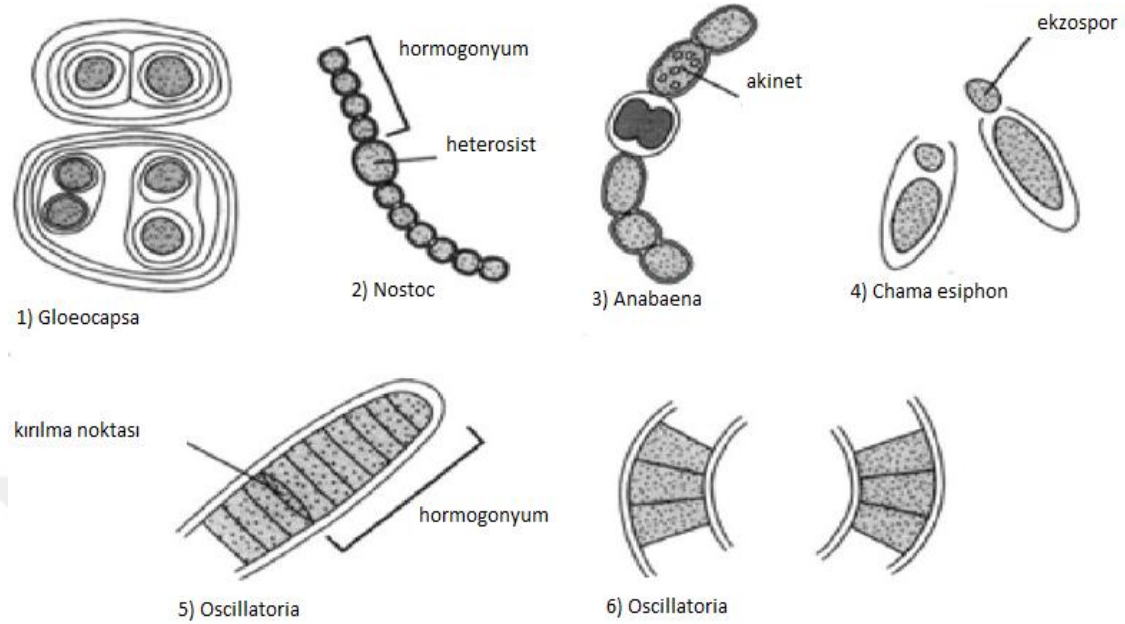


Şekil 2.9. Siyanobakteri hücresinin genel yapısı (Batu 2017)

2.3.2. Siyanobakterilerin yapısal çeşitliliği

Siyanobakterilerin morfolojik olarak en önemli özellikleri metabolik faaliyetler için farklılaşmış yapılara sahip olmasıdır. Siyanobakteriler sitoplazmik yapıda özelleşmiş gaz veziküllerine sahiptir. Bu gaz vezikülleri siyanobakterilerin istenilen derinlikte durmasını sağlar. Azot fiksasyonu yapabilen heterosist olarak adlandırılan özel yapılara sahiptir. Hücrelerin büyüme için gereken optimum koşullar sağlanana kadar korunmasını sağlayan, filamentöz formlarının bazılarında hücreyi karanlık, kuruluk, donma ya karşı koruyan ve hayatta kalmalarını sağlayan akinet yapısına sahiptir. Filamentin bazı hücreleri ölür. Filamentin bu bölgeden kopması ile oluşan

parçalara hormogonyum denir. Hormogonyumlar uygun şekilde gelişerek yeni bireyi meydana getirir.



Şekil 2.10. Cyanophyta türlerinde özelleşmiş hücre tipleri (Anonim 5)

2.3.3. Siyanobakterilerin üretimine etki eden parametreler

Siyanobakterin çoğalmasında rolü bulunan ışık şiddeti, pH, türbülans, tuzluluk ve sıcaklık en önemli büyüme ve üreme parametreleridir. Optimum değerler ve bu değerlere duyarlılık türlere özgüdür (Yılmaz ve Duru 2011). Siyanobakteriler optimum koşullar altında bir veya iki gün içinde iki kat artış gösterebilirler. Yani tek bir mavi yeşil alg hücresi 40 gün içinde 1.000.000 km²'lik bir su alanını mililitresinde 1.000.000 hücre olacak şekilde kaplama yeteneğine sahiptir.

Çizelge 2.4. Mikroalg üretimine etki eden parametreler için genelleştirilmiş değerler (Yılmaz ve Duru 2001).

Parametreler	Aralık	Optimum
Sıcaklık	16-24 ^o C	18-24 ^o C
Tuzluluk	12-40	20-24
Işık yoğunluğu	1-10	2,5-5
Fotoperiyot	16:8 (min.)	24:0 (max.)
Ph	7-9	8,2-8,7

Mikroalg üretiminde bir diğer önemli faktör de havalandırmadır. Havalandırma; sıcaklık, ışık gibi parametrelerin optimum değerlerde kalmasında önemli rol oynar. Kültürün içindeki mikroalglerin homojen bir şekilde dağılmasını sağlar ve bütün

hücrelerin ışıktan eşit miktarda yararlanmasını sağlar. Işık miktarının artması üremenin hızlanmasına neden olur. Fakat ışık miktarının fazla artışı doygunluğa neden olabilir ve organizmada denge bozulması söz konusu olabilir (Yılmaz ve Duru 2011).

2.3.4. *Arthrospira platensis*'in sistematığı ve genel özellikleri

Çizelge 2.5. *Arthrospira platensis* 'in sistematığı (Yılmaz ve Duru)

Alan	Bacteria
Şube	Cyanobacteria
Grup III.	Oscillatorian
Cins	<i>Arthrospira</i>
Tür	<i>Platensis</i>

Planktonik bir siyanobakteri olan *Arthrospira platensis*, karbonat ve bikarbonatca zengin tropik ve subtropikal sularda yoğun olarak bulunan ve yüksek pH'a dayanıklı olan bir türdür (Yılmaz ve Duru 2011).

Arthrospira platensis, Cyanophyceae sınıfından spiral şeklinde ve ipliksi yapıda olan en çok üretimi yapılan, kozmetik alanında, tıpta, birçok sanayi alanında insan ve hayvan besini gibi geniş bir kullanıma sahip olan prokaryotik canlılardır (Yılmaz ve Duru 2011).

Arthrospira platensis kendi eksenini etrafında kayarak hareket eden ve heterosistleri bulunmayan, çok hücreli silindirik trikomların kendi uzunluğu boyunca sarmal şekilde sıralanması ile bilinen kamçılı bir siyanobakteridir (Yılmaz ve Duru 2011).

2.3.5. *Arthrospira platensis*'in besin içeriği

Arthrospira platensis dünyanın çeşitli bölgelerinde ki göllerde doğal olarak bulunur. 35-40 sene içerisinde de laboratuvar ve havuz koşullarında yoğun üretimi yapılmaya başlanan zengin bitkisel bir besin kaynağıdır. *Arthrospira platensis*' in ilk olarak üretimi laboratuvar koşullarında başlayarak belirli yoğunluğa ve hacme gelene kadar bakıldıktan sonra, sera koşullarındaki beton havuzlara aktarılır. Ürünün gelişmesi ve çoğalması için ortama besin tuzları ilave edilir (Yılmaz ve Duru 2011).

Arthrospira platensis' in dünyadaki üretimi kuru ağırlık bazında 3000 tonu geçmiştir. Bir kısmının akuakültür de kullanılan yemler ve gıda katkı maddelerinde mavi renk ekstraktının kullanımı dışında pazarın büyük bir bölümünü sağlıklı besin ürünleri oluşturmaktadır (Yılmaz ve Duru 2011).

1995 kayıtlarına göre dünyada alg üreten 276 ticari işletme vardır. Bunlardan 68'i *Arthrospira* üretmektedir. Amerika'da Kalifornia bölgesindeki bir çiftlikte yılda 400 ton kuru *Arthrospira* üretilmektedir (Yılmaz ve Duru 2011).

Arthrospira ilk olarak Turpin tarafından 1927 yılında izole edilmiştir. Önemi, 1962 yılında Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü (IFP)'nün *Arthrospira*'nın yüksek

değerli bir gıda maddesi olduğunu açıklaması ile artmıştır. Türkiye’de *Arthrospira* üretimi için ilk deneme Ege Üniversitesinde 1997-1998 yıllarında gerçekleşmiştir. İklim koşulları nedeni ile *Arthrospira platensis* üretimi için Türkiye elverişli koşullara sahiptir.

Arthrospira platensis’in protein yapısında bütün aminoasitler bulunur. Mukopolisakkaritlerden oluşan hücre duvarı %20 değerinde karbonhidrat bulundurulur. Bitkilerdeki gibi sert ve selüloz içermez. Bileşimi pektin olan ve içerisi plazma dolu olan hücrenin iç kısmında musilaj tabakası ve bunu takiben hücre çeperi bulunur. *Arthrospira platensis* fotosentezi plazmanın yakın bölümünde bulunan klorofil-a’nın varlığı ile gerçekleştirir. Diğer bakterilerde bulunan çekirdek zarına ve alglerde bulunan kromotoforlara veya kloroplasta sahip değildir. Bunun yanı sıra klorofil-b ye de sahip değildir (Yılmaz ve Duru 2011).

Arthrospira platensis’in üretimi açık havuzlarda enerjisini güneş ışığından elde edip gereksinim duyduğu besinleri üretebilecek şekilde yapılmaktadır. İçerdiği yüksek protein ve besleyici elementlerden dolayı gıda sanayisi, kozmetik ve hayvan yemi üretimi gibi birçok sektör için önemlidir. Açık havuzlarda üretimi ekonomik olmakla birlikte açık havuzlarda üretimi gerçekleştirilen nadir türlerdendir (Yılmaz ve Duru 2011).

Arthrospira platensis bitkisel ve hayvansal kaynaklı besin maddelerine göre çok daha fazla proteine sahiptir. Protein değeri %65 oranındadır. *Arthrospira platensis* de bulunan proteinin sindirilebilirliği de fazladır. Yağ oranı %15-20 oranındadır. Doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Vitamin, antioksidan, aminoasit, mineral ve mikro besleyiciler bakımından da zengin olan *Arthrospira platensis* içeriğinde yüksek tiamin, riboflavin, niasin ve beta karoten de bulundurulur. Doğada bulunan B12 vitamininin kaynağıdır. Ayrıca sindirilebilirlik açısından yüksek olan kalsiyum ve demire de sahiptir (Yılmaz ve Duru 2011).

Çizelge 2.6. *Arthrospira platensis* ’in içerdiği vitamin değerleri (Yılmaz ve Duru 2011)

Vitamin	İçerik (mg/kg)
B-Karoten (provitamin A)	170
Siyanokobalamin (B12)	1.6
d-Ca-pantotenat	11
Folik Asit	0.5
İnositol	350
Niasin (B3)	118
Piridoksin (B6)	3
Tiamin (B1)	55
Tokoferol (E)	190

Çizelge 2.7. Hayvansal ve Bitkisel Kaynaklı Gıdalarda Protein ve Su Oranları (Algbiotek, 2009, Yılmaz ve Duru 2011)

Protein Kaynağı	Su (%)	Protein (%)
Spirulina	5	60 – 70
Tavuk eti	61.3	19
Sardalya	50	20.6
Alabalık	77.6	19.2
Koyun sütü	81.6	5.6
İnek sütü	88.5	3.2
Yoğurt	86.1	4.8
Yumurta	74	12.8
Soya	8	36.7

2.3.6. *Arthrospira platensis*'in kullanım alanları

Geniş kullanım alanına sahip olan siyanobakterilerin ülkemizde birden fazla türü bilinmektedir. Fakat siyanobakteriler ile ilgili çalışmaların yeterli sayıda olmamasından dolayı ekonomik alanda bu türlerden fayda sağlanamamaktadır (Batu 2017).

Arthrospira platensis, besin değeri olarak mineral, vitamin ve proteince zengindir. Bitkisel protein açısından oldukça zengin olan *A. platensis*'in 1970' den sonra besin değerinin yüksek olmasından dolayı gıda takviyesi olarak kullanılmak üzere yoğun olarak üretimine başlanılmıştır. Kullanımı çok eskilere dayanan *A. platensis*, ilk olarak Aztekler tarafından kullanılmıştır. Protein bakımından zengin olması onun yem katkı maddeleri arasındaki önemini arttırmıştır. *A. platensis*' in önemi Çad Gölü kıyısında yaşayan Kanembu kabilesi içinde büyüktür. Bu kabile için *A. platensis* bir yiyecek maddesidir. Ülkemiz bu türü 2000 li yıllarda tanımış ve üretimini ilk olarak Ege ve Marmara üniversitesi yapmış olup dünya da ise ilk üretimi Fransa da 1963 de yapılmıştır. Astronotlar için gıda tableti yapımında kullanılmış ve NASA'nın da desteğiyle ilk bilimsel çalışma olmuştur (Abdulqader vd. 2000; Osborne ve Kahn 2005; Seyidoğlu ve Galip 2013).

Arthrospira platensis'in protein değeri %60-70 civarındır. Bu değer diğer besin maddeleri arasında en yüksek değere sahip olan soya fasulyesinden bile fazladır. Proteince zengin olmasının yanında mineral, kalsiyum, demir, selenyum, magnezyumun da kaynağıdır. Vitamin bakımından zengin provitamin A, E vitamini, tiyamin, biyotin, inositol ve kobalamin içermektedir (Kay 1991; Belay vd. 1996; Belay 1997; Seyidoğlu ve Galip 2013).

Arthrospira platensis'in kolesterol düşürücü antidiyabetik etki, kanser tedavisi ve kan şekeri düzenleyici olarak kullanılmasının dışında içeriğindeki yüksek protein miktarından dolayı insanlar için gıda takviyesi olarak kullanımı mevcuttur (Özdemir vd. 2001). Akuakültürde ve kanatlı hayvan endüstrisinde de hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Balıkların büyüme performansları ile ilgili yapılan çalışmalarda *Arthrospira platensis* balık yemlerine, yeme alışkanlıkları ve proteini sindirebilmeleri göz önüne alınarak farklı miktarlarda karıştırılabileceği bildirilmiştir. %10, %20, %30

ve %40 oranındaki *Arthrospira platensis* balık yemlerine ilave edilerek 90 gün boyunca balıkların büyümeleri izlenmiş ve 90 gün sonunda %10, %20 ve %30 eklenen balıklarda bir değişiklik olmadığı ancak %40 eklenen balıklarda büyümenin diğerlerine göre daha iyi olduğu Dernekbaşı ve ark (2010) tarafından bildirilmiştir. Balıklarda yapılan diğer bir çalışmada ise %0, %5, %10 ve %20 oranında *Arthrospira platensis* 120 günlük süreçte balıkların izonitrojenik ve izokalorik diyetlerine eklenerek 120 gün sonunda Ungsethapland ve ark (2010) tarafından değerlendirilmiştir. Uygulama sürecinde canlı ağırlığının %2'si kadar uygulanan yemler 2 günde 1 kez verilmiştir. Sürecin sonunda balıkların canlı ağırlığında ve büyüme oranında değişiklik olmadığı bildirilmiştir. Son olarak kedi balıklarında yapılan çalışmada ise yeme %3 ve %5 oranında *Arthrospira platensis* eklenmiş günlük canlı ağırlığının değiştiği ve bu oranın %5'lik oranda daha fazla olduğu bildirilmiştir (Promya ve Chitmanat 2011; Seyidoğlu ve Galip 2013).

2.3.7. *Arthrospira platensis*'in antimikrobiyal aktivitesi

Enterobacter aerogenes, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus faecalis*, *Salmonella typhimurium*, *S. epidermis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *E. cloacae*, *Escherichia coli*' ye karşı *Arthrospira platensis*' in antimikrobiyal aktivitelerini incelemiş olan Özdemir ve ark. (2004) çalışmasında metanol, kloroform, etanol, aseton ve hekzan'ı ekstraksiyon da çözücü olarak kullanmıştır. Kullanılan çözücüler arasında metanol'ün *Streptococcus faecalis* ve *Staphylococcus epidermis*'e karşı diğer çözücülerden daha fazla antimikrobiyal etki yaptığını bildirmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Siyanobakteri örneklerinin temini

Arthrospira platensis suşları Akdeniz Su Ürünleri Araştırma Üretim ve Eğitim Enstitüsünden ve Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden temin edilmiştir.

3.1.2. Mikroorganizmaların temini

Çalışmada kullanılan balık hastalık etmenlerinden *Flavobacterium psychrophila*, *Lactococcus garviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida* ve *Vagococcus salmoninarum* izolatları Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Araştırma laboratuvarında mevcut olan stok kültürden sağlandı.

3.1.3. Çalışmada kullanılan kimyasallar

3.1.3.1. Tripton soy agar (TSA)

Tripton soy agar besiyeri; *Flavobacterium psychrophila*, *Lactococcus garviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida* ve *Vagococcus salmoninarum* üretiminde genel katı besiyeri olarak kullanıldı. İçeriğinde kazein peptonu 15,0 g/L, soya besiyeri peptonu 5,0 g/L, NaCl 5,0 g/L, agar-agar 15,0 g/L bulunur.

Besiyeri 1 litrelik distile su için 40 g olacak şekilde manyetik karıştırıcı yardımı ile eritilip, 121°C'de 15 dk otoklavda steril edilir. Steril petri kutularına dökülerek kurumaya bırakılır. Oluşan besiyeri berrak ve sarımsı kahverengindedir.

Çizelge 2.8. Tripton soy agar besiyeri

Kimyasalın Adı	Kullanılan Miktar
Trypticase Soy Agar	40 g
Distile Su	1 litre

3.1.3.2. Tripton soy broth (TSB)

Tripton soy broth besiyeri; *Flavobacterium psychrophila*, *Lactococcus garviae*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas salmonicida* ve *Vagococcus salmoninarum* üretiminde genel sıvı besiyeri olarak kullanılır. İçeriğinde kazein peptonu 17,0 g/L, soya besiyeri peptonu 3,0 g/L, D(+) glukoz 2,5 g/L, Sodyum klorid 5,0 g/L, Potasyum-2-Hidrojen fosfat 2,5 g/L bulunur.

Besiyeri 1 litrelik distile su için 30 g olacak şekilde manyetik karıştırıcı yardımı ile eritilir. Hazırlanan besiyeri erlenlere eşit miktarda dağıtılıp 121° C'de 15 dk otoklavlanıp steril edilir. Oluşan besiyeri berrak sarımsı renktedir.

Çizelge 2.9. Tripton soy broth besiyeri

Kimyasalın Adı	Kullanılan Miktar
Trypticase Soy Broth	30 g/L
Distile Su	1 litre

3.1.3.3. BG11 besiyeri

Arthrospira platensis üretiminde kültür ortamı olarak spesifik olan BG11 besiyeri kullanıldı. Stok 1 (Na_2MGEDTA 0,1 g/L, demir amonyum sitrat 0,6 g/L, sitrik asit $1\text{H}_2\text{O}$ 0,6 g/L, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 3,6 g/L, distile su ile otoklavda 121° de 15 dk steril edildi) solüsyonundan 10 ml, stok 2 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 7,5 g/L, distile su ile otoklavda steril edildi) solüsyonundan 10 ml, stok 3 ($\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 4,0 g/l yada K_2HPO_4 3,05 g/l ve distile su ile otoklav edildi) solüsyonundan 10 ml, A5 (mikroelement) (H_3BO_3 2,8 g/L, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1,81 g/L, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,222 g/L, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,079 g/L, $\text{COCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,050 g/L, $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,391 g/L yada MoO_4 (%85) 0,018 g/L ve distile su ile otoklav edildi) solüsyonundan 1,0 ml, Na_2CO_3 0,02 g ve NaNO_3 1,5 g alınarak 1 litrelik distile su ile besiyerinin Ph 7,5 olacak şekilde ayarlanıp otoklavlanmıştır (Gürbüz 2008).

Çizelge 2.10. BG11 besiyeri stok kültürü hazırlamada kullanılan kimyasallar ve miktarları

Kimyasalın Adı	Kullanılan Miktar
Stok 1	
Na_2MGEDTA	0,1 g/L
Ferric ammonium citrate	0,6 g/L
Citric acid. $1\text{H}_2\text{O}$	0,6 g/L
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,6 g/L
Stok 2	
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	7,5 g/L
Stok 3	
$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ya da	4,0 g/L
K_2HPO_4	3,05 g/L
A 5 (mikroelement)	
H_3BO_3	2,8 g/L
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,81 g/L
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,222 g/L
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,079 g/L
$\text{COCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,050 g/L
$\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ya da	0,391 g/L
MoO_4 (%85)	0,018 g/L

Çizelge 2.11. Hazırlanan stok kültüründen BG11 besiyeri hazırlamada kullanılan solüsyon miktarları

Stok Solüsyonu	Litre Başına Solüsyon Miktarı
Stok 1	10 ml
Stok 2	10 ml
Stok 3	10 ml
Na ₂ CO ₃	0,02 g
A5 (mikroelement)	1,0 ml
NaNO ₃	1,5 g

3.1.3.4. Siyanobakteri çözücüleri

Siyanobakterilerin antimikrobiyal etkilerinin tespiti için ekstraksiyonda çözücü olarak metanol (Merck) ve etanol (Merck) ve pozitif kontrol için penisilin kullanıldı.



Şekil 3.1. Siyanobakteri çözücüleri **a)** Metanol **b)** Etanol

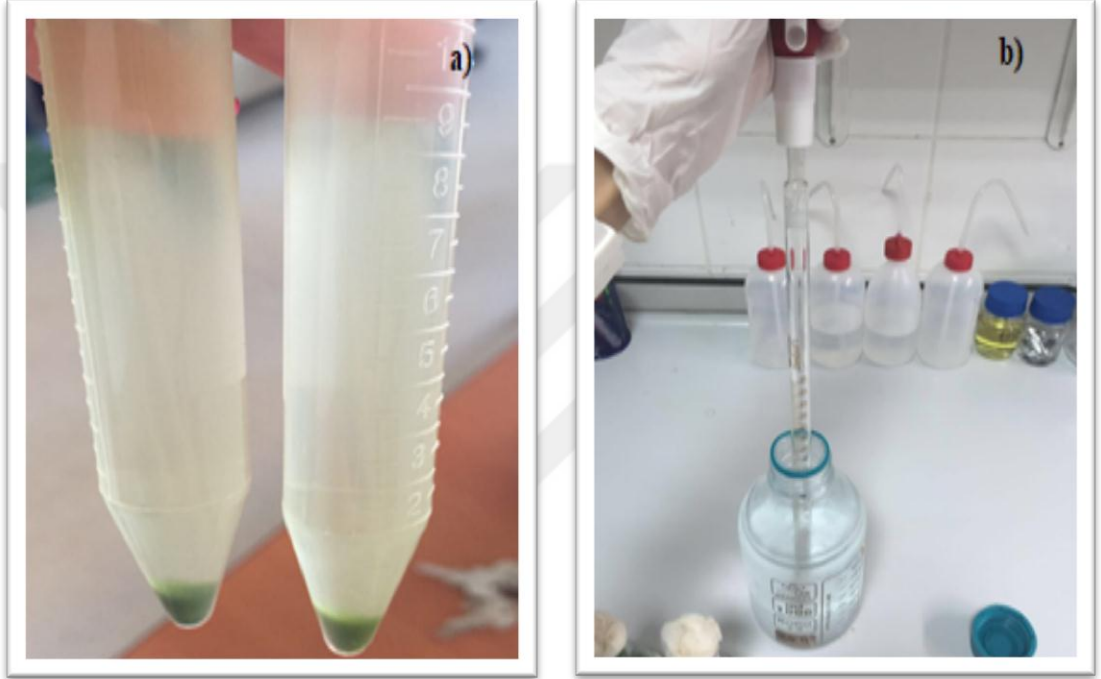
3.1.3.5. Yararlanılan alet ve ekipmanlar

Bu tez çalışmasında: buzdolabı (Beko, Türkiye), derin dondurucu (Şenocak, Türkiye), Ph metre (Hanna instruments, ABD), termal karıştırıcı (Biosan, Litvanya), hassas terazi, manyetik karıştırıcı (Stuart- Bibby scientific, Birleşik Krallık), mikrodalga fırın (Arçelik, Türkiye), su banyosu (Memmert, Almanya), Mikroskop (Olympus, Japonya), etüv (Nüve, Türkiye), otoklav (Hirayama, Japonya), vortex (VWR International, ABD), mikro santrifüj (Sigma, ABD), santrifüj (Heraeus, Almanya), otomatik pipetler (Eppendorf, Almanya) ve cam malzemeler kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. *Arthrospira platensis*'in üretilmesi

Deneme ortamı olarak saf suyla hazırlanan BG11 besiyeri kullanılmıştır. *Arthrospira platensis* ortam sıcaklığı 26 °C'ye, pH 9'a, aydınlatma 3000 lux ışık şiddetine ayarlanmış ve sürekli havalandırma yapılmıştır. *Arthrospira platensis* BG11 besiyerinde 1 litrelik cam şişeler de havalandırılmalı ve çalkalamalı olarak 26° C' de gün ışığında 15-20 gün inkübe edilerek üretilmiştir. (Rippka vd. 1988; Castenholz, 1988).

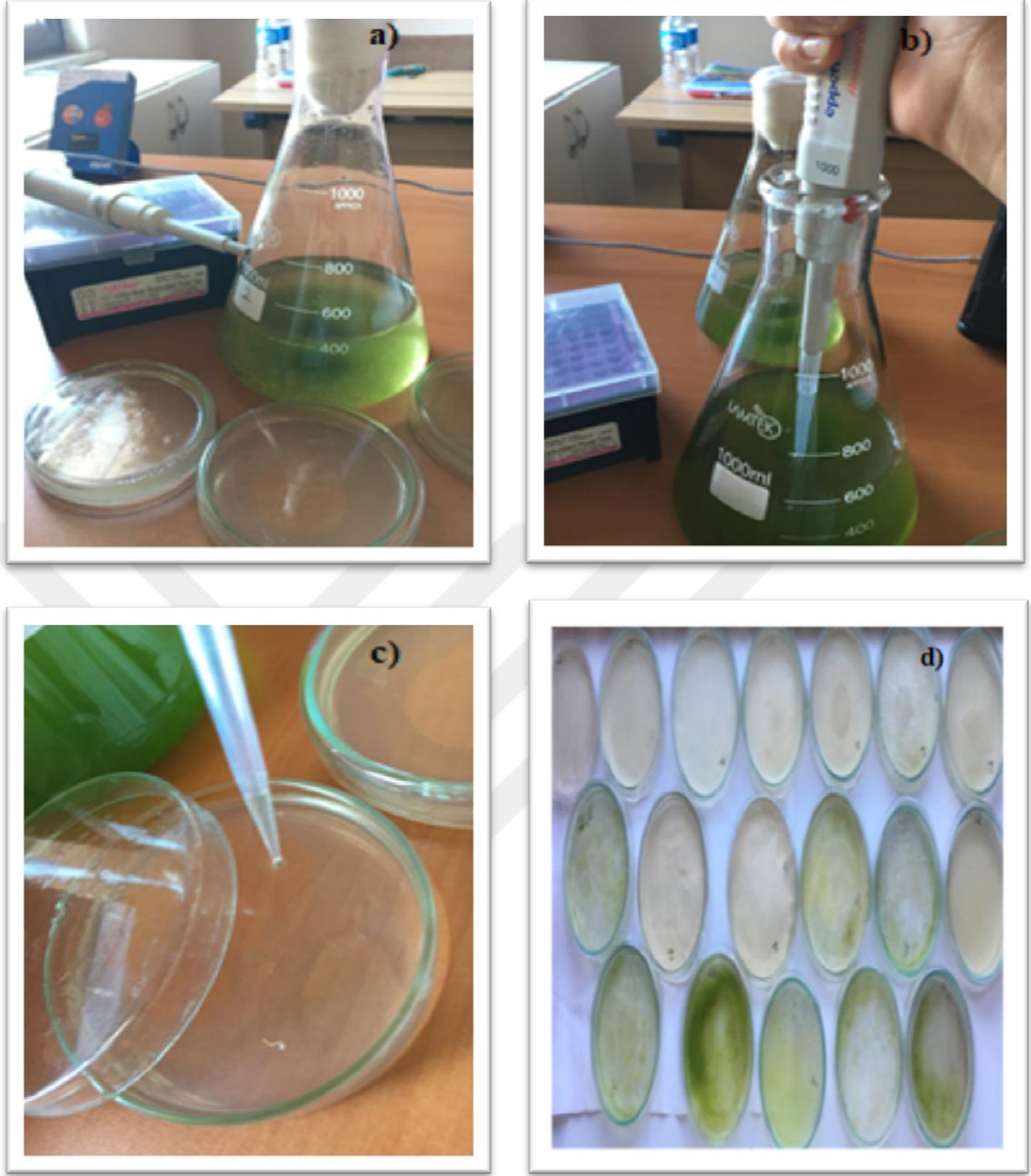


Şekil 3.2. *A. platensis* 'in BG11 besiyerinde üretim aşamalarına örnek resimler (orijinal)



Şekil 3.2.'nin devamı

Rutin üretimlere destek olması için *Arthrospira platensis*' in katı besiyerin de üretimi gerçekleştirilmiştir. Katı besiyeri, BG11 besiyerine %1 lik agar konularak elde edildi. Katı besiyeri için BG11 hazırlanırken kullanılan NaNO_3 kullanılmadı. 121°C de 15 dk otoklavlanıp steril edilen besiyeri petri kaplarına döküldü ve kuruması beklendi. Hazırlanan petrilere sıvı kültürden 1 ml alınan örnekler eküvyon yardımı ile tüm yüzeye serildi. Oluşan besiyeri şeffaf beyazımsı renktedir.



Şekil 3.3. BG11 sıvı kültürde üretilen *A. platensis*'in katı besiyerine ekimin yapılması (orijinal)

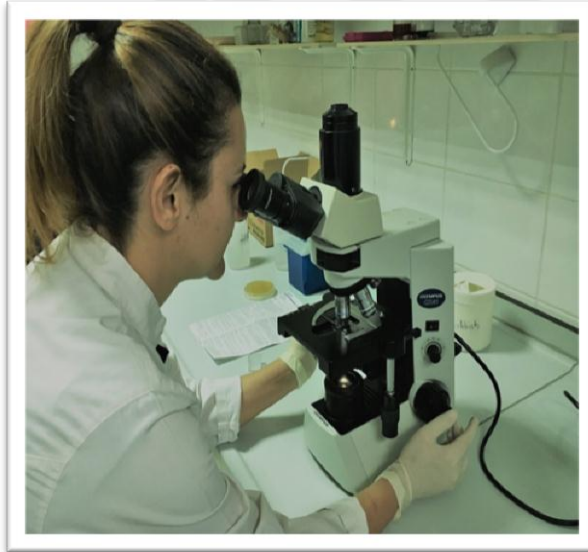
3.2.2. Test edilecek mikroorganizmaların üretilmesi ve saklanması

Bakterilerin rutin üretimleri için otoklavda steril edilen tripton soy agar besiyerleri aseptik şartlar altında petrilere uygun miktarda dökülüp katılaştırıldı. Sıvı kültür için tripton soy broth besiyeri hazırlanıp erlenlere döküldükten sonra otoklavda steril edildi. Petrilere 0,1 ml test mikroorganizmaları steril L-bağet yardımı ile tüm yüzeye homojen olacak şekilde yayılarak ekim işlemi tamamlandı. *Aeromonas* spp. 22-25 °C de 24-48 saat, *F. psychrophila* 18 °C min. 48 saat, *V. salmoninarum* 18 °C 24 48 saat ve *L. garviae* 20 °C de 48 saat inkübe edildi.



Şekil 3.4. Bakterilerin rutin üretimleri için sıvı kültürden katı besiyerine ekim işlemi (orijinal)

Test edilecek mikroorganizmaların üretimi yapıldıktan sonra gram boyama yöntemi uygulanarak mikroskop altında kontaminasyon olup olmadığına bakılmıştır.



Şekil 3.5. Gram boyama uygulanan bakterilerin mikroskopta incelenmesi (orijinal)

3.2.3. *Arthrospira platensis* ekstratlarının hazırlanması ve disklere uygulanması

Antimikrobiyal aktivite deneyleri için *Arthrospira platensis* hasadı sahip olduğu hava vezüküllerinden dolayı pelet oluşturmaması nedeni ile filtre kağıdın dan vakumlu sinterize cam dipli kroze yardımı ile süzme işlemi yapıldı. Sıvı besiyerinden süzülen örneklerden biyokütle eldesi sağlanmıştır.

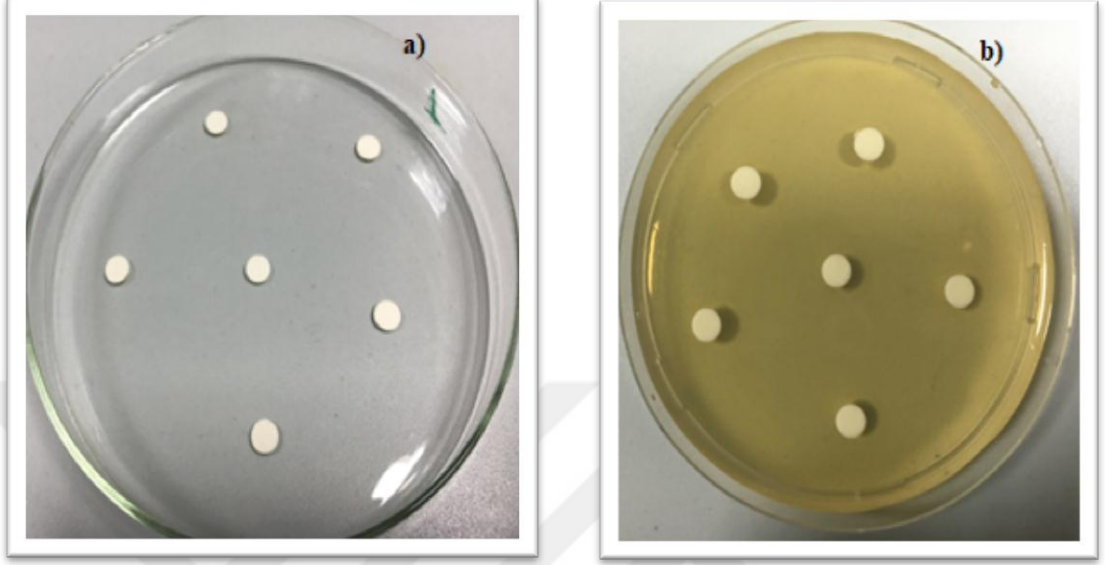


Şekil 3.6. *Arthrospira platensis*'i vakumlu sinterize cam dipli kroze ile süzme işlemi (orijinal)

Süzülen örnekler 1 gün boyunca filtre kağıdı üzerinde kurutuldu. Kurutulan örnekler uygun yöntemler kullanılarak filtre kağıdı üzerinden alınıp tartıldı. 300 ml sıvı kültürden 0.21 g kuru ağırlık elde edilen örnekler ependorf tüplerine alınarak 1:10 oranında çözücü eklenip 1 saat oda sıcaklığında ekstrakte edildikten sonra 13.000 rpm'de 3 dakika santrifüj edilip 24 saat ekstraksiyona bırakılmıştır. Ekstraksiyon sonunda elde edilen süpernatantlar kullanılıncaya kadar 4 °C' de muhafaza edilmiştir.

Siyanobakteri ekstraktlarının bakteriler üzerine etkisini saptamak amacıyla disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır (Demiriz 2008). Altı mm çapındaki (Oxoid) disklere aseptik şartlara uyularak +4 de muhafaza edilen ekstratlardan mikropipet yardımı il 30-40 µl siyanobakteri ekstraktı emdirilip 37 °C'de 1 gece kurutuldu. Bakteri ekimi yapılmış tripton soy agar besiyeri üzerine belli aralıklarla siyanobakteri ekstraktları emdirilmiş diskler yerleştirildi. Negatif kontrol olarak sadece metanol, etanol ve

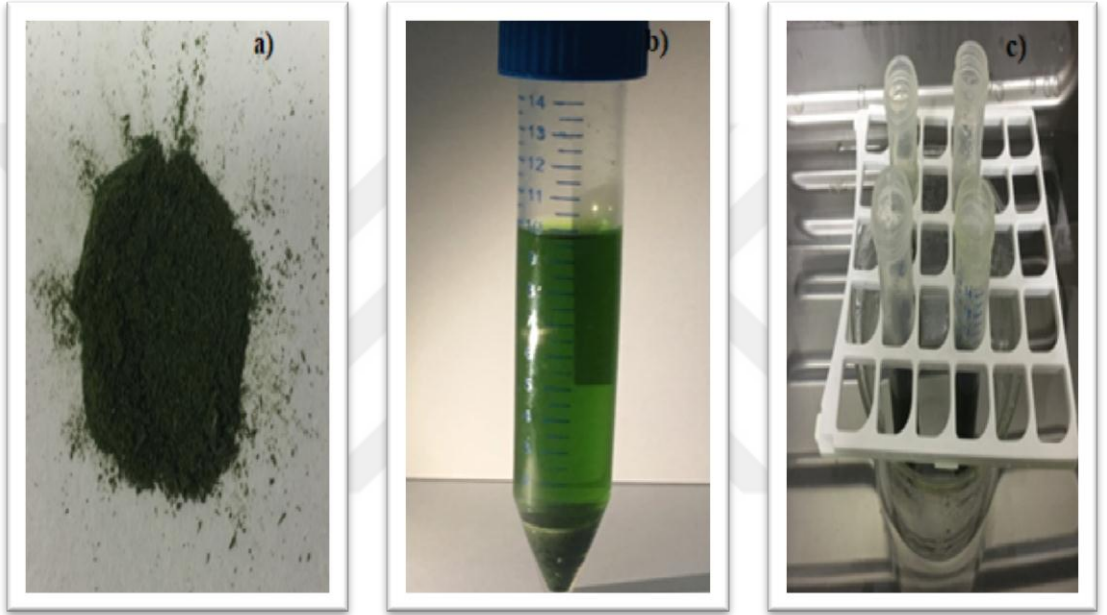
penisilin emdirilmiş diskler kullanıldı. 24 ve 48 saat'lik 37 °C'de inkübasyon süresi sonunda disklerin etrafında inhibisyon zonları olup oluşmadığı gözlenerek antimikrobiyal etkinin olup olmadığına bakıldı. Oluşan zonlar cetvel yardımı ile ölçülmüştür.



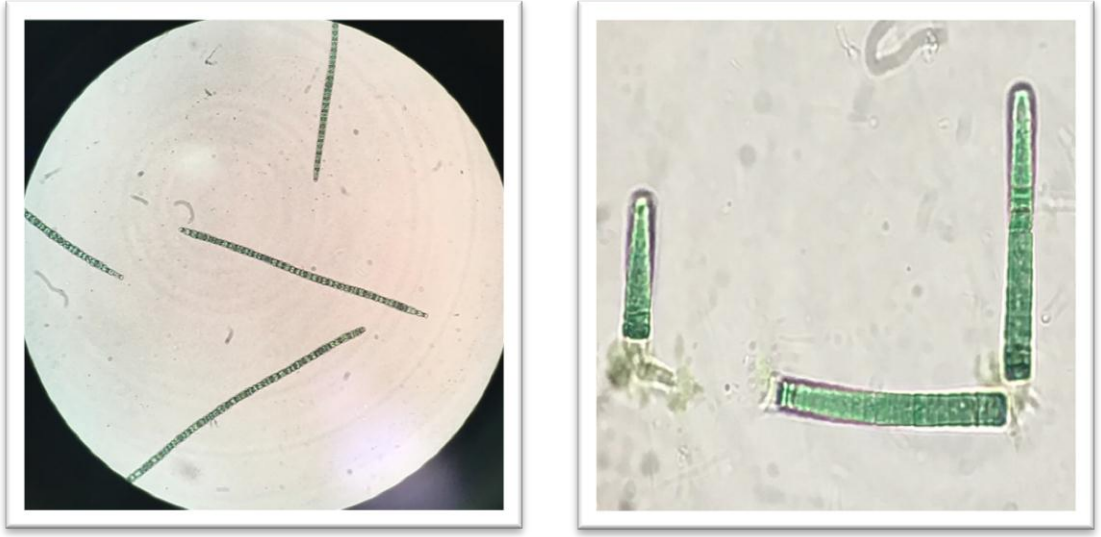
Şekil 3.7. a) Çalışmada kullanılan antimikrobiyal disklerin uygulanması **b)** bakterilerin rutin üretimleri için kullanılacak olan tripton soy agar petri kabı (orijinal)

4. BULGULAR

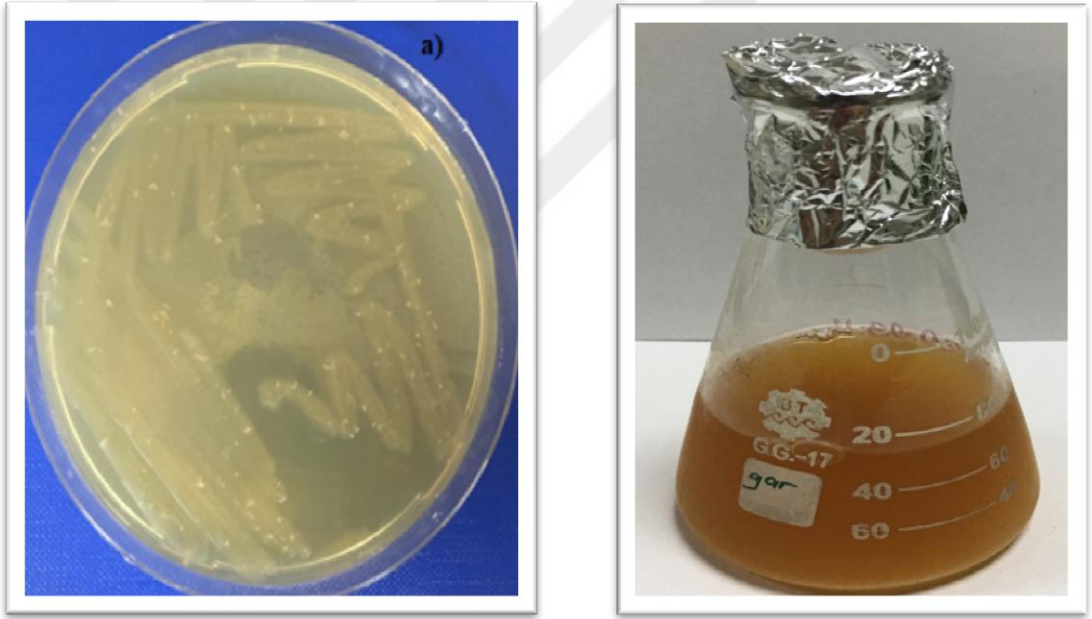
Bu çalışmada, *Arthrospira platensis* örneklerinden metanol ve etanol ekstraktlarının bazı balık hastalık etkenleri üzerine olan antimikrobiyal etkilerini saptamak amacıyla disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen ekstraktların bakteri suşlarına karşı oluşturdukları inhibisyon zonları Şekil 4.3 - 4.7 arasında verilmiştir. İnhibisyon zonları, disk ile beraber inhibisyon zonunun tüm sınırı ölçülerek milimetrik olarak kaydedilmiştir. Test edilen mikroorganizmalar içinde metanol ekstraksiyonun da en çok etkiyi gösteren türler 9.0 mm zon çapı ile *Aeromonas hydrophila*, 7.0 mm zon çapı ile *Vagococcus salmoninarum* olmuştur. Etanol ekstraksiyonunda 6.0 mm zon çapı ile *Aeromonas hydrophila*, 5.0 mm zon çapı ile *Vagococcus salmoninarum* olmuştur.



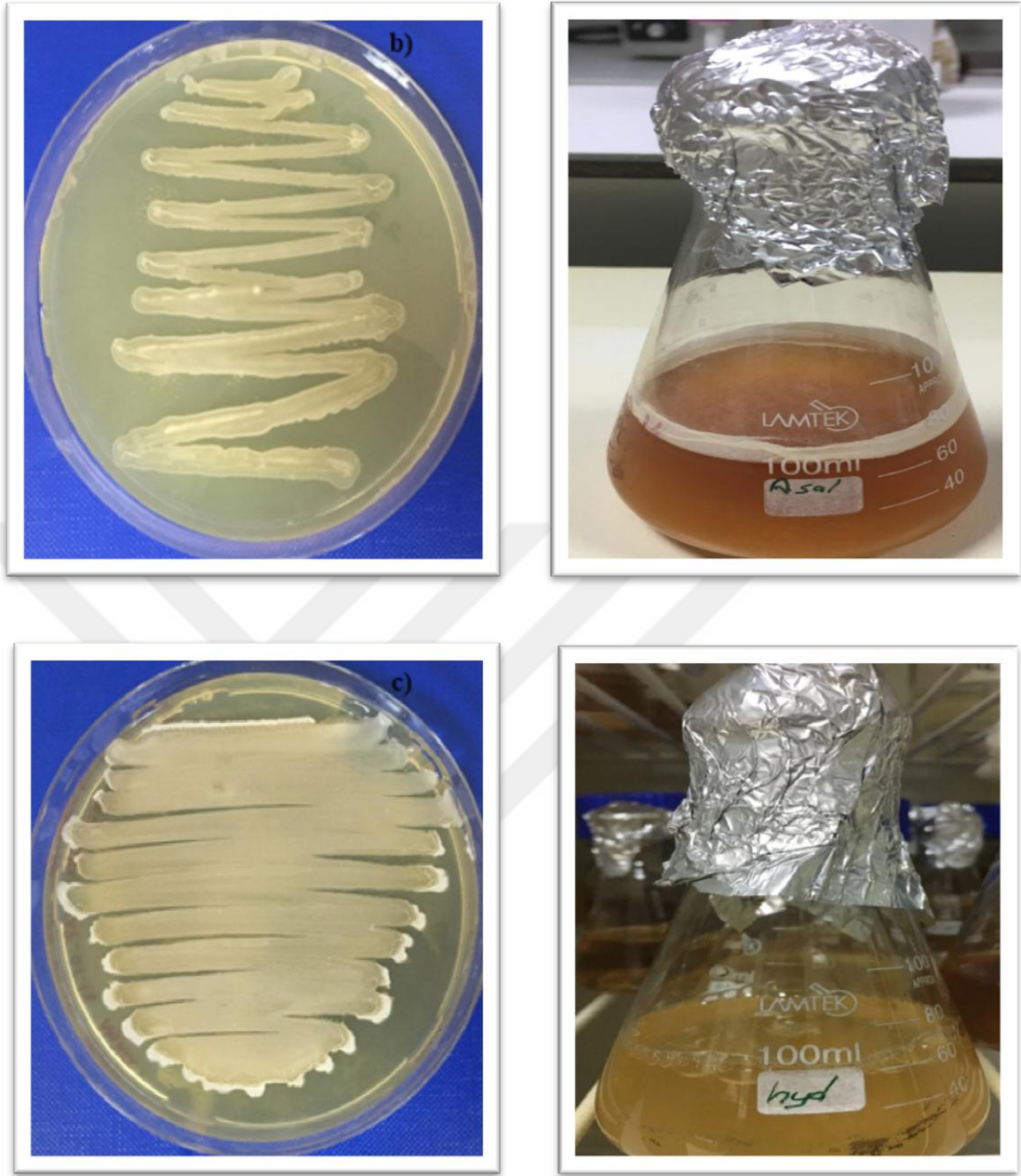
Şekil 4.1. a) Süzme işlemi yapılan *Arthrospira. platensis*’in toz haline getirilmiş hali **b)** Ekstraksiyonda kullanılan etanol ve metanol’ ün *A. platensis* ile muamelesi **c)** Ekstraksiyon için hazırlanan karışımın su banyosunda bekletilmesi (orijinal)



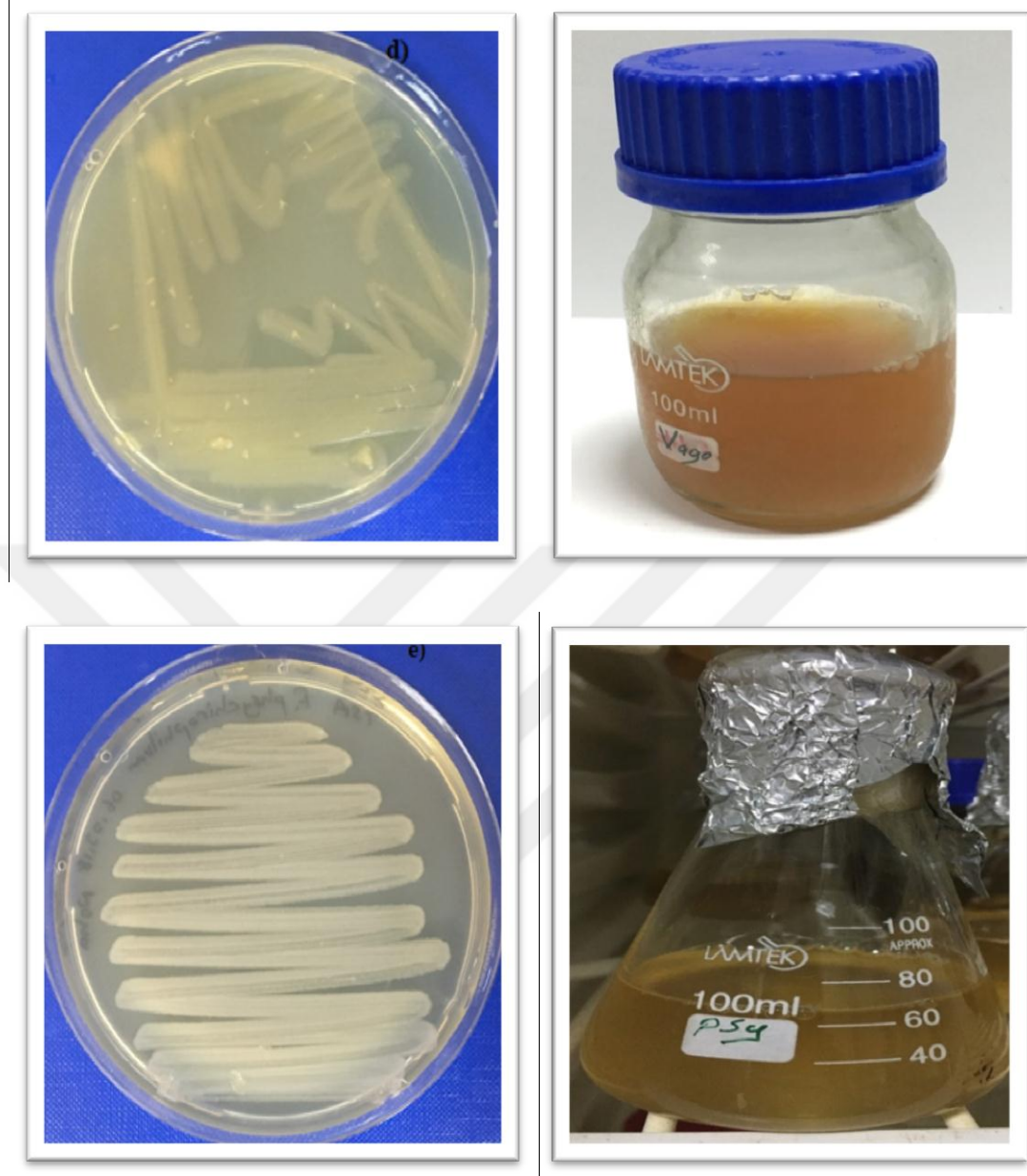
Şekil 4.2. Üretilen *Arthrospira platensis* lerin mikroskop altında incelenmesi (orijinal)



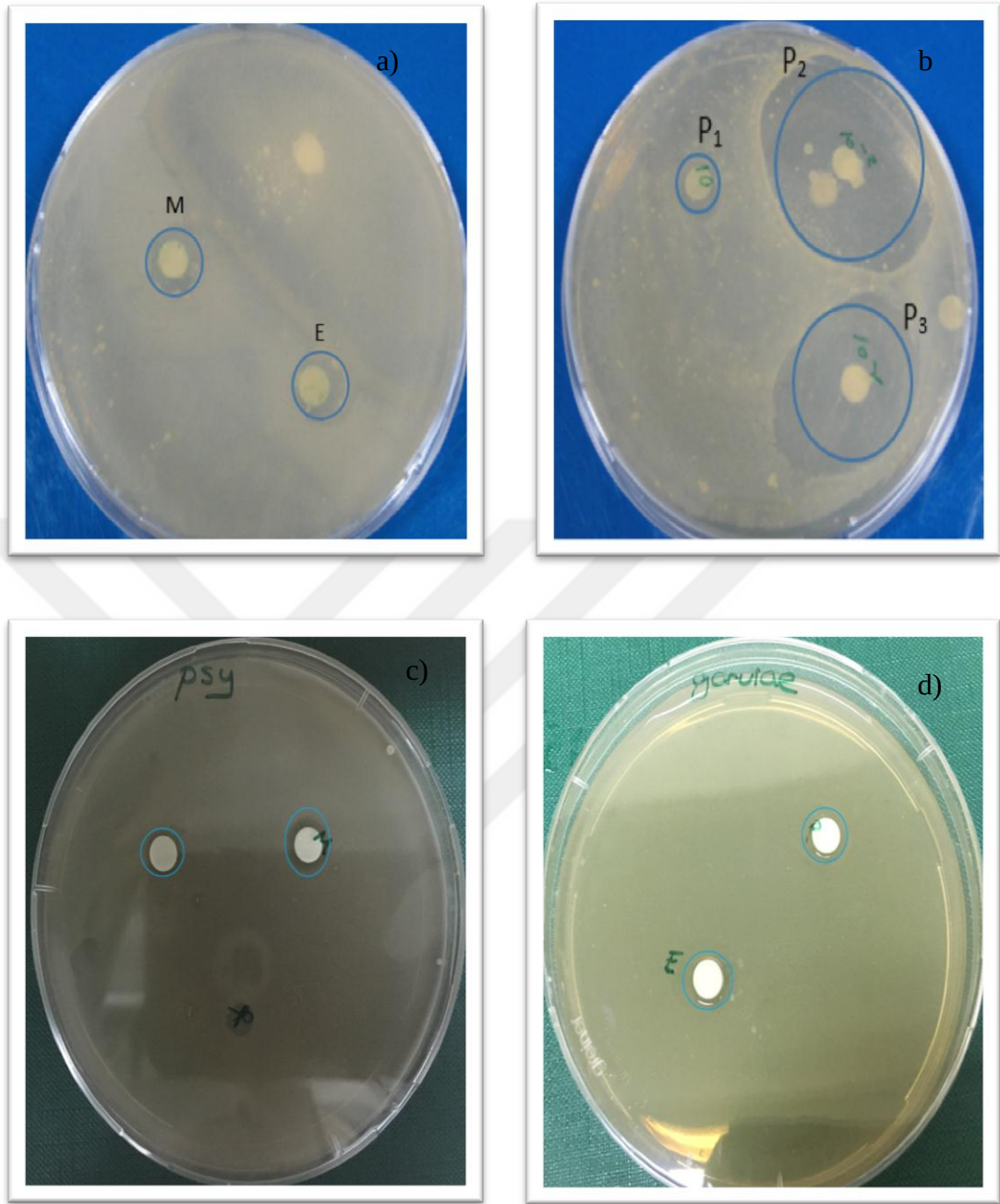
Şekil 4.3. Çalışmada antimikrobiyal etkinin varlığında kullanılan test mikroorganizmalarının tripton soy agar besiyerinde ki üreme görüntüleri a) *Lactococcus garviae* b) *Aeromonas salmonicida* c) *Aeromonas hydrophila* d) *Vagococcus salmoninarum* e) *Flavobacterium psychrophilum*



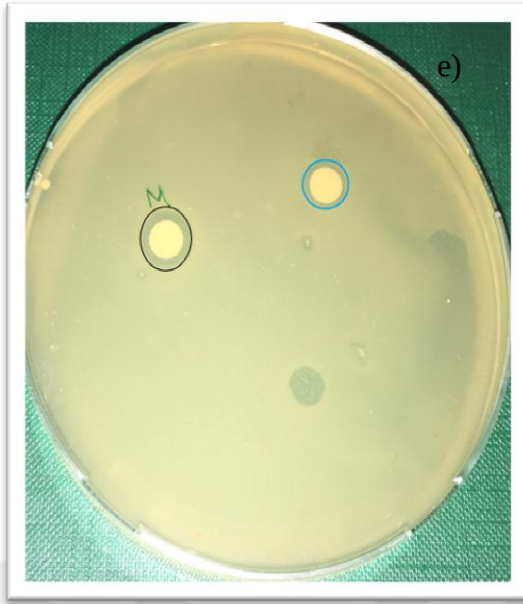
Şekil 4.3.'ün devamı



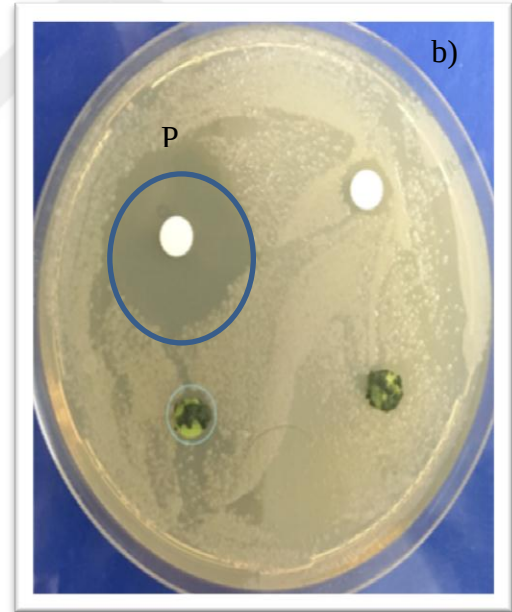
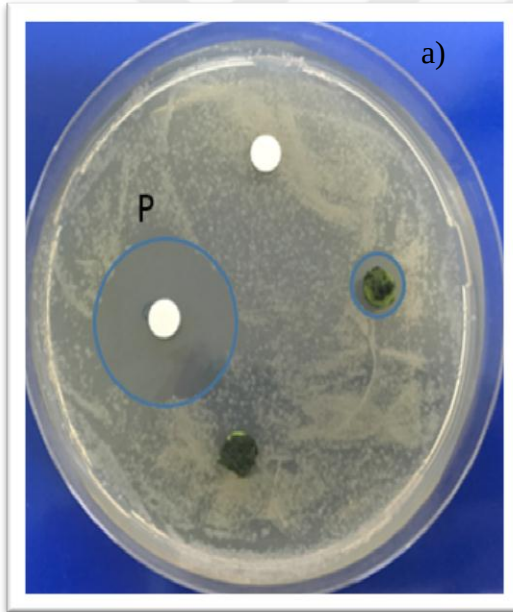
Şekil 4.3.'ün devamı



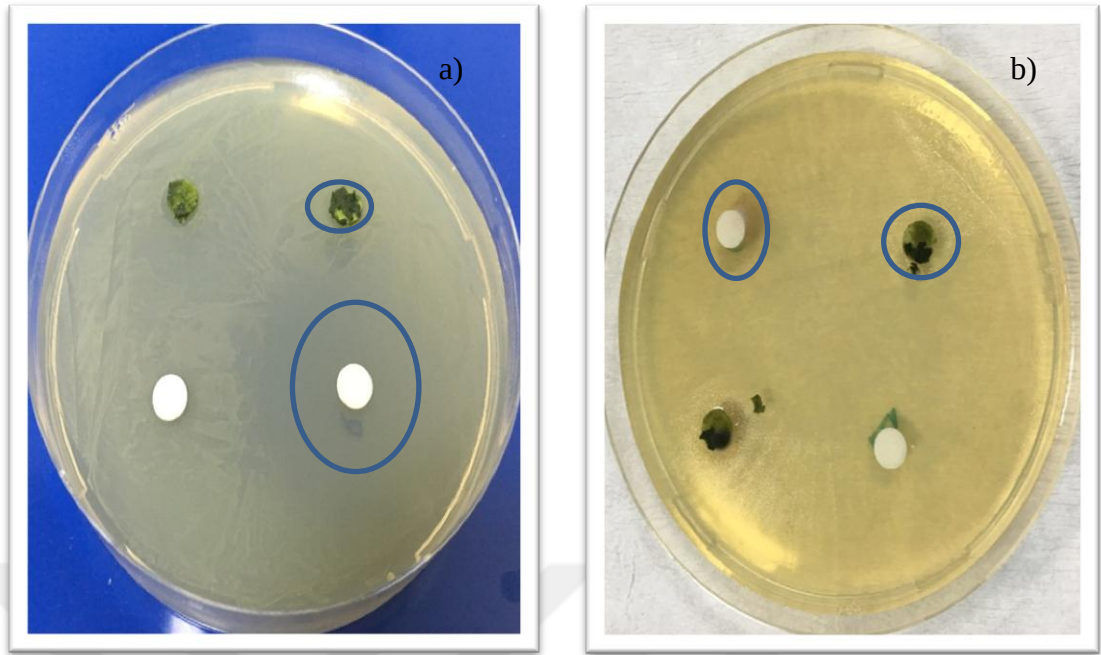
Şekil 4.4. Test mikroorganizmalarına kontrollerin uygulanması **a)** *Aeromonas hydrophila* (metanol, etanol) **b)** *Aeromonas salmonicida* (penisilin) **c)** *Flavobacterium psychrophilum* (metanol) **d)** *Lactococcus garviae* (etanol) **e)** *Vagococcus salmoninarum* (metanol)



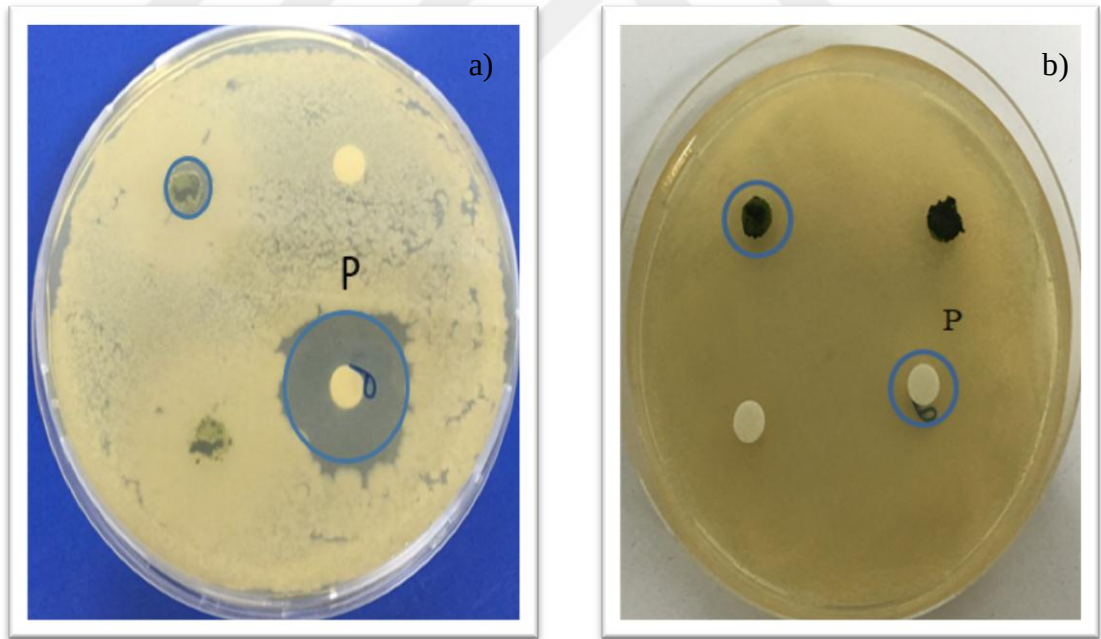
Şekil 4.4.'ün devamı



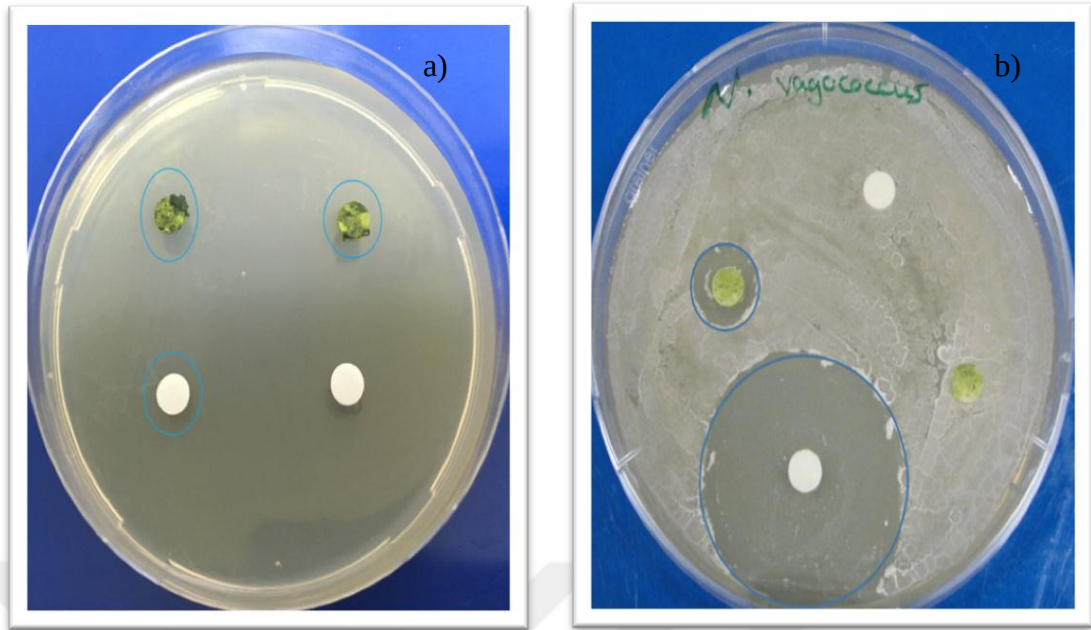
Şekil 4.5. *Arthrosphira platenis* ekstratı disklerinin *Aeromonas salmonicidae* üzerine olan antimikrobiyal etkisi **a)** metanol **b)** etanol



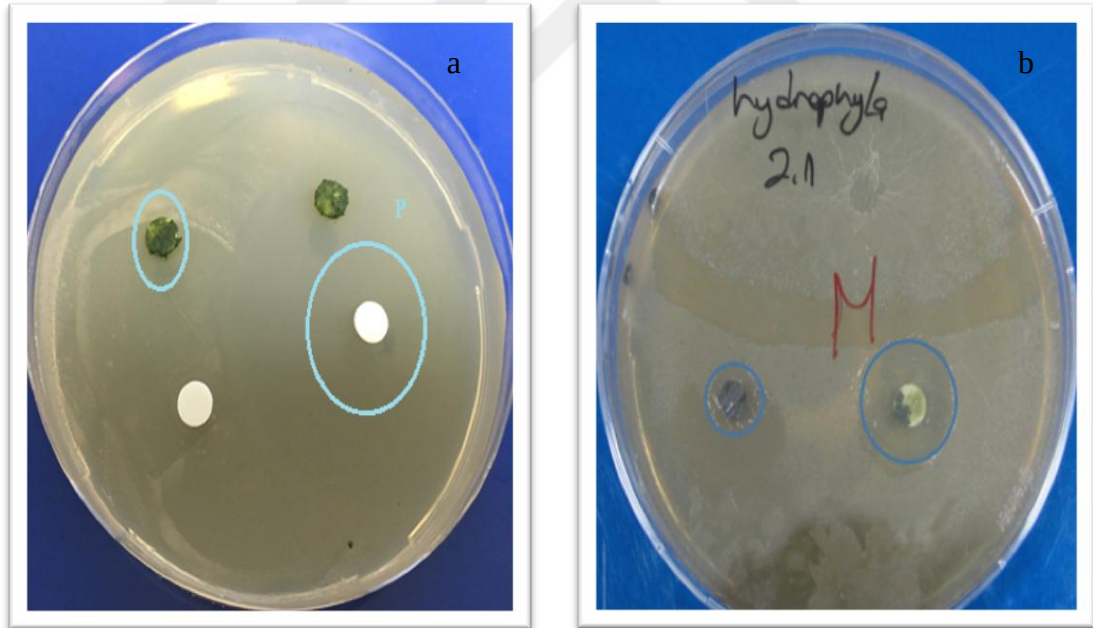
Şekil 4.6. *Arthrosphira platenis* ekstratı disklerinin *Lactococcus garviae* üzerine olan antimikrobiyal etkisi **a)** etanol **b)** metanol



Şekil 4.7. *Arthrosphira platenis* ekstratı disklerinin *Flavobacterium psychrophilum* üzerine olan antimikrobiyal etkisi **a)** etanol **b)** metanol (Orijinal)



Şekil 4.8. *Arthrosphira platenis* ekstratı disklerinin *Vagococcus salmoninarum* üzerine olan antimikrobiyal etkisi **a)** etanol **b)** metanol



Şekil 4.9. *Arthrosphira platenis* ekstratı disklerinin besiyerinde *Aeromonas hydrophila* üzerine olan antimikrobiyal etkisi **a)** etanol **b)** metanol

Çizelge 2.12. *Arthrosphira platensis* 'in metanol ve etanol ile elde edilen ekstratlarının 5 farklı test mikroorganizmasına karşı antimikrobiyal etkisini gösteren zon çapları (mm)

Test mikroorganizmaları	Etanol +ekstrakt (mm)	Metanol +ekstrakt (mm)	Etanol (mm)	Metanol (mm)
<i>A.salmonicida</i>	2.0	4.0	1.5	2.0
<i>A.hydrophila</i>	6.0	9.0	5.5	6.0
<i>F.psychrophilum</i>	2.0	6.0	1.3	5.0
<i>L. garviae</i>	3.0	5.0	3.0	4.0
<i>V.salmoninarum</i>	5.0	7.0	1.4	6.0

5. TARTIŞMA

Yapılan bu tez çalışmasında, *Arthrosphira platensis*' in etanol ve metanol çözümleri ile elde edilen ekstraktların 5 farklı bakteri (*A. hydrophila*, *A. salmonicida*, *F. psychrophilum*, *L. garviae* ve *V. salmoninarum*) suşlarına karşı antimikrobiyal etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Siyanobakteri türleri genel olarak protein, yağ asitleri, vitaminler, mineraller, pigmentler ve hücresel metabolitleri bakımından zengin içeriğe sahip olmaları nedeniyle son yıllarda üzerinde en çok çalışılan organizmalar olmuştur. Ülkemizde de mikroalgal biyoteknoloji üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda artış gözlenmektedir.

Çalışmada kullanılan tür olan *Arthrosphira platensis* içerdiği yüksek miktarda protein, pigmentler ve GLA (gamma linolenik asit) gibi ürünler bakımından öneme sahip olan bir siyanobakteri türüdür (Cirik 1989). Bu özelliklerinden ötürü *S. platensis*'in bir besin desteği olarak ticari yığın kültürleri 1970'lerin sonunda başlamıştır (Abdulqader 2000). Yüksek protein içeriğinden dolayı insanlar için bir besin desteği olarak kullanımının yanında, hayvan yemi olarak akuakültürde ve kanatlı hayvan endüstrisinde yoğun şekilde kullanımı mevcuttur (Belay vd. 1996).

Ayrıca birçok araştırmacı tarafından antimikrobiyal etkisi denenmiş ve kanıtlanmış olan siyanobakterilere olan ilgi de giderek artmaktadır. Araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar alglerin kimyasal ve farmosötik çalışmaların potansiyel kaynakları olduklarını göstermektedir (Scheuer 1990, Chen vd Zhang 1997). Diğer çalışmalarda alglerden elde edilen ekstraktların antiviral, antifungal, antibakteriyel, antitümoral, antiinflamatuvar olduğunu bulmuşlardır (Ballosteros vd. 1992, Solimon vd. 1994).

Doğal yem katkı maddelerinin hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki rolünün bilimsel olarak ortaya konulması, hayvan sağlığının korunmasında yem katkı desteğinin önemini artırmıştır. Bu nedenle probiyotikler, bitki ve bitki ekstraktları gibi doğal yem katkı maddeleri daha fazla tüketilir hale gelmiştir. Bu maddeler vücuda fizyolojik yararlar sağlayabilecek ve hastalıkların risklerini azaltabilecek niteliktedir. Katkı maddeleri ile ilgili son çalışmalar özellikle bağışıklık sisteminde görülen olumlu etkiler üzerine yoğunlaşmaktadır. *A. platensis*' in insanlar üzerinde etkinliği birçok araştırma ile saptanmış ve hayvanlarda da birçok olumlu etkisi olduğu bildirilmiştir.

Balıklarda yapılan çalışmalarda balıkların yeme alışkanlıklarına ve bitkisel proteinleri sindirebilme yeteneğine göre farklı düzeylerde *A. platensis*' in yeme karıştırılabileceği bildirilmiştir. Dernekbaşı ve ark. (2010), balıklarda 90 günlük deneme sürecinde yeme %10, %20, %30 ve %40 oranlarında *A. platensis* ilave etmiştir. Çalışma sonunda büyüme parametreleri değerlendirilmiş, ancak gruplar arasında bir farklılık gözlenmediği, fakat %40 oranında *A. platensis* verilen gruptaki gelişimin diğerlerine oranla daha iyi olduğu bildirilmiştir. Ungsethaphand ve ark. (2010) balıklarda yaptıkları diğer bir çalışmada, 120 gün boyunca izonitrojenik ve izokalorik diyetlere sırasıyla %0, %5, %10 ve %20 oranlarında *A. platensis* katılmış, deneme sonunda büyüme parametreleri değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda ki antimikrobiyal etkiler ve zonlar dikkate alındığında *Arthrospira platensis*' in metanol ekstraksiyonun da en fazla duyarlılığa sahip olan test mikroorganizmaları 9.0 mm zon çapı ile *A. hydrophila*, 7.0 mm zon çapı ile *V. salmoninarum*, 6.0 mm zon çapı ile , *F. Psychrophilum*, 5.0 mm zon çapı ile *L. garviae*, en düşük duyarlılığa sahip olan test mikroorganizması ise 4.0 mm zon çapı ile *Aeromonas salmonicida* olmuştur. Bu bulgular Scheuer (1990) yaptığı çalışmadaki, Chlorophyta, Rhodophyta ve Phodophyta gruplarına ait alglerle yaptığı çalışmada metanol ekstraktının n-hekzan ve etilasetat ekstraktlarından daha fazla antimikrobiyal aktivite gösterdiği ile ilgili benzer bulgularla desteklenmektedir. Jaritz vd. (2011) *Arthrospira maxima*'nın *Bacillus subtilis*' e karşı antimikrobiyal aktivitesinin incelendiği çalışmasında metanol ekstraktlarının en etkili ekstraktlar olduğu gösterilmiştir.

Arthrospira platensis' in etanol ekstraksiyonun da en fazla duyarlılığa sahip olan test mikroorganizmaları 6.0 mm zon çapı ile *A. hydrophila*, 5.0 mm zon çapı ile *V. salmoninarum*, 3.0 mm zon çapı ile *L. garviae*, 2.0 mm zon çapları ile *F. Psychrophilum* ve *A. salmonicida* olmuştur. Tüney vd. (2006)'in alglerle yaptığı çalışmada kullanılan alg türlerinin aseton ve metanol ekstraktlarının etkileri arasında belirgin bir farklılık bulunamamıştır. Özdemir ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada *Spirulina platensis*'den metanol ile elde edilen ekstraktların *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis* ve *Candidaalbicans*'a karşı diklorometan, petroleteri ve etil asetat ekstraktlarına göre daha fazla antimikrobiyal aktivite gösterdiğini belirtmişlerdir

6. SONUÇLAR

Azalan doğal kaynakları dengelemek için su ürünleri yetiştiricilik sektörü her yıl %10 büyümektedir. Balık yemlerine doğal alg kaynaklarının eklenmesi; balık yetiştiricilerinin en büyük iki problemi olan sorunu çözmeye yardımcı olmaktadır. Bu sorunlardan birincisi, çiftlik balıklarındaki enfeksiyon ve hastalıklardır. Bu soruna karşı doğal alg kaynaklarının olumlu etkisi hastalık ve enfeksiyonlara karşı direnci artırması, ikincisi ise pazarlanabilmesinde büyük önemi olan lezzet, doku ve deri rengidir. Doğal alg kaynaklarının bu soruna olumlu etkisi ise lezzet, doku ve rengini artırıcı katkıda bulunmasıdır.

Sonuç olarak, çalışmamızda kullanılan *Arthrospira platensis* türüne ait metanol ve etanol kullanılarak elde edilen ekstraktların test edilen bakterilere karşı farklı derecelerde antibakteriyal etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar daha sonra yapılacak çalışmalarla etken maddenin karakterizasyonu ve etki mekanizmasının aydınlatılması su ürünlerinde yapılacak hastalık ve alternatif besleme kaynaklarıyla ilgili diğer çalışmalara ışık tutacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Abdulqader, G. Barsanti, L. Tredici, M. 2000. Harvest of *Arthrospira platensis* from Lake Kossorom (Chad) and its household usage among the Kanembu. *Journal of Applied Phycology*. 12, 493-498.
- Aktar, S. Cebe, G. E. 2010. alglerin genel özellikleri, kullanım alanları ve eczacılıktaki önemi. *Ankara Ecz. Fak. Derg.* 39 (3) 237-264, 2010.
- Anonim 1: <https://salibahtiyar.tr.gg/Turkiye-nin-Endemik-ve-Egzotik-Alabaliklari.htm> [Son erişim tarihi: 30.12.2017].
- Anonim 2: <http://cdn.istanbul.edu.tr/statics/veteriner.istanbulc.edu.tr/wp-content/uploads/2015/04/28-BALIK-HASTALIKLARI.pdf> [son erişim tarihi: 01.02.2018].
- Anonim 3: <http://www.akvaryumforum.com/forum/ilac-ve-tedavi-yontemleriforumu-249/49373-hemorajik-septisemi-olmekte-olan-balikta-deri-alti-kanamasi-var-mi.htm> [Son erişim tarihi: 21.02.2018].
- Anonim 4: <https://alchetron.com/Anabaena>. [Son erişim tarihi: 10.03.2018].
- Anonim 5: <http://docplayer.biz.tr/19201819-Hucre-yapisi-ve-organizasyonuna-gore-canlilar.html>. [Son erişim tarihi: 02.01.2018].
- Aoki, T. 1999. Motile Aeromonads: *Aeromonas hydrophila*, In *Fish Diseases and Disorders, Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections* (edited by P.T.K. Woo and D.W. Bruno). CABI Publishing, 1947.
- Arda M. Seçer, S. Ve Sarıeyyüpoğlu, M. 2002. Balık Hastalıkları, Medisan Yayın Serisi:56, Ankara.
- Aydın, S. and Cıltas, A.K. 2004. SySTEMİC *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum): gross pathology, bacteriology, clinical pathology, histopathology and chemotherapy. *J. Of Anim. And Vet. Adv.*, 3. 810-819.
- Bach, R.P. K. Chen, and G.B. Chapman, 1978. Changes in the spleen of channel catfish *Ictalurus punctatus* rafinesque induced by infection with *Aeromonas hydrophila*. *J. Of Fish Dis.* 1,205-207.
- Bagchi, S. N. Palod, A. and Chauhan, V. S. 1990. Algicidal properties of a bloomforming blue-green algae, *Oscillatoria sp.* *J. Basic Microbiol.*, 30(1):21-29.
- Ballesteros, E. Martin, D. and Uriz, M. 1992. Biological activity of extracts from some Mediterranean macrophytes. *J Bot Mar* 35: 481.
- Batu, A. 2017. Mogan gölü, beytepe göleti ve delice nehri (kızılırmak) mavi-yeşil

- algleri üzerine incelemeler. Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı. Ankara.
- Becker E. Ventkateraman L. V. 1981. Biotechnology and Exploitation of Algae- The Indian Approach- Edited by R.D. Fox, All Indian Coordinated Project on Alga Dep. of Science and Tech., India.
- Branson EJ. 1998. Rainbow trout fry syndrome: an uptade, Fish Veterinary Journal, 2: 63-66.
- Bruun, MS. Madsen, L. Dalsgaard, I. 2003. Efficiency of oxytetracycline treatment in rainw trout experimentally infected with *Flavobacterium psychrophilum* strains having different in vitro antibiotic susceptibilities, Aquaculture, 215: 11-20.
- Chen, F. and Zhang, Y. 1997. High cell density mixotrophic culture of *Spirulina platensis* on glucose for phycocyanin using a fed-batch system. Enzyme Microbiol.Technol. 20;221-224.
- Cipriano, RC. Holt, R.A. 2005. *Flavobacterium psychrophilum*, cause of Bacterial Cold Water Disease and Rainbow Trout Fry Syndrome, Fish Disease Leaflet No. 86 United States Dept. of the Interior. U.S. Geological Service, National Fish Health Research Laboratory, Kearneysville, WV.
- Cirik, S. 1989. Zengin Bir Bitkisel Gıda Spirulina. Tübitak Bilim ve Teknik Derg.22,257: 19-20, Ankara
- Derkenbaşı, S. Ünal, H. Karayücel, I. and Aral, O. 2010. Effect of Dietary Supplementation of Different Rates of Spirulina (*Spirulina platensis*) on Growth and Feed Conversion in Guppy (*Poecilia reticulara* Peters, 1860). Journal of Animal and Veterinary Advances, 9 (9),1395-1399.
- Duke, J.A., Bogenschutz-Godwin, M.J., Doke, P.A. and Ducellier, J. 2002. Handbook of Medicinal Herbs. Second Edition. CRC pres LLC. Printed in USA.
- Durmaz, Y. 2009. Alabalıkların önemli bakteriyel hastalıkları.
- Doukas, V. Athanassopoulou, F. Karagouni, E. And Dotsika, E. 1998. Short Communication *Aeromonas hydrophila* Infection in Cultured Sea Bass, *Dicentrarchus labrax* L., and *Puntazzo puntazzo* Cuvier from the Aegean Sea, J. Of Fish Dis., 21(4), 317-320.
- El-Sheekh, M.M. Osman, M.E.H., Dyab, M.A. and Amer, M.S. 2006. Production and characterization of antimicrobial active substance from the cyanobacterium *Nostoc muscorum*. Enviromental Toxicology and Pharmacology 21. 42-50.
- Ekman, E. 2003. Natural and experimental infections with *Flavobacterium psychrophilum* in salmonid fish, Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

- Erer, H. 2002. Balık Hastalıkları. 2. baskı, Selçuk Üniv. Basimevi, Konya.
- Fang, H.M. Ge, R. Sın, Y.M. 2004. Cloning, characterization and expression of *Aeromonas hydrophila* majör adhesion. Fish Shellfish Immunol. 16, 645-658.
- Fox, R.D. 1993. Algoculture, The Microalgae Spirulina (Cyanophyceae), A Study of the Conditions Necessary for Their Growth. These de Doctorat, France.
- Geldiay, R. 2007. Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üni. Su Ürünleri Fakültesi Yayınları: 46, Ders Kitabı:16, İzmir, 644.
- Ishada, K. Matsuda, H. Murakami, M. and Yamaguchi, K. 1997. Kawaguchipeptin B, an antibacterial cyclic undecapeptide from the cyanobacterium *M. Aeruginosa*. J. Nat. Prod., 60:724-726.
- Issa, A.A. 1999. Antibiotic production by the Cyanobacteria *Oscillatoria angustissima* and *Calothrix parietina*. Env ToxicPharm 8: 33-37.
- Jaritz, N. B. M. Perez-Solis, D. R. Ruiloba de Leon, S. L. Olvera-Ramírez, F. R. 2011. Antimicrobial activity of aqueous and methanolic extracts from *Arthrospira maxima*. Formatex, 1267-1271.
- Katırcıoğlu, H. , Beyatlı, Y. , Aslim, B. , Yüksekdağ, Z. and Atıcı, T. 2006. Screening for Antimicrobial Agent Production of Some Microalgae in Freshwater. The Internet Journal of Microbiology 2.
- LaFrentz, B. R. Cain, K. D. 2004. Bacterial Cold Water Disease, Department of Fish and Wildlife Resources and the Aquaculture Research Institute, University of Idaho, Moscow, ID 83844-1136.
- Mata, T.M. Martins, A. A. Caetano, N. S. 2010. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 217-232
- Mefut, A. Emre, Y. Diler Ö. Altun, S., ve İnce İ. 2007. Akdeniz Bölgesindeki bazı Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) İşletmelerinde Bakteriyel Balık Patojenlerinin Tespiti ve Kontrolü, Türk Sucul Yaşam Dergisi, Ulusal Su Günleri 2007, sayı :5- 8.
- Metting, B. 1986. Biologically active compounds from microalgae. Enzyme Microb. Technol.,8:386-394.
- Nematollahi, A. Decostere, A. Pasmans, F. Haesebrouck, F. 2003. *Flavobacterium psychrophilum* infections in salmonid fish, Journal of Fish Disease, 26: 563-574.
- Ostland, V. E. McGrogan, D. G. Ferguson, H. W. 1997. *Cephalic osteochondritis* and *necrotic scleritis* in intensively reared salmonids associated with *Flexibacter*

- psychrophilus*, Journal of Fish Diseases, 20: 443-451.
- Özdemir, G. Karabay, N.U., Dalay, M.C. and Pazarbaşı, B. 2004. Antibacterial Activity of Volatile Component and Various Extracts of *Spirulina platensis*. Phytotherapy Research 18. 754-757.
- Özer, S. Demirel M. Us, M. ve Yıldırım S. 2008. Mersin İli Çağlarca Köyündeki Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Kuluçkahanerlerinin Mikrobiyal Florası, Journal of Fisheries Sciences 2 (3), 261- 271.
- Patterson, G.M.L. Larsen, L.K. and Moore, R.E. 1994. Bioactive natural products from blue-green algae, J. Phycol., 29(39):14.
- Pinotti, M.H.P. and Segato, R. 1991. Economic importance of Cyanobacteria. Semina Londrina, 12(4), 179-211.
- Promya, J. and Chitmanat, C. 2011. The effects of *Spirulina platensis* and *Cladophora* algae on the growth performance, meat quality and immunity stimulating capacity of the African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*). Int. J. Agric. Biol., 13, 77-82.
- Quinn, J. Li, H.H. Singer, J. Morimoto, B. Mets, L. Kindle, K. and Merchant, S. 1993. The plastocyanin-deficient phenotype of *Chlamydomonas reinhardtii* Ac-208 results from a frame-shift mutation in the nuclear gene encoding preapoplastocyanin. J. Biol. Chem. 268, 7832-7841
- Schoopf, J. W. 1978. The evolution of the earliest cells, Scient. Am., 239(3): 84-102.
- Scheuer, P.J. 1990. Some marine ecological phenomena: chemical basis and biomedical potential. Science 248: 173-177.
- Soliman, F.M. El-Tohamy, S.F., Fathy, M.M., Ramdan, A., Afify, N.A. and Sanad, O.A. 1994. Phytochemical and biological investigation of *Jania rubens* (L.) Lamx. Amino acids, proteins, nitrogenous bases and biological screening. J Drug Res Egypt 21: 155-164.
- Spolaore, P. Joannis-Cassan, C. Duran, E. Isambert, A. 2006. Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering;101(2): 87-96.
- Seyidoğlu, N. Galip, N. 2013. *Spirulina platensis* 'in Hayvanlarda Büyüme Performansı ve Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi. Animal Health Prod and Hyg 2(2) :240 - 244
- Shotts, E. B. Starliper, C. E. 2003. Flavobacterial Diseases: Columnaris Disease, Col-Water Disease and Bacterial Gill Disease, Woo PTK and Bruno DW (Ed), Fish Diseases and Disorders, 3: 559-573.

- Şen, E. B. 2012. Gökkuşığı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) İzole Edilen Hareketli Aeromonas Türlerinde Bulunan Virulans Genlerin Tespiti Üzerine Bir Çalışma. Yüksek lisans tezi.
- Timur, G. Ve Timur, M. 2003. Balık Hastalıkları, İstanbul Üniversitesi Rektörlük Yayın No: 4426. İstanbul. 538.
- Timur, G. Timur, M. Korun, J. 2004. Türkiye’de bir alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) kuluçkahanesinde *Flavobacterium psychrophilum* enfeksiyonunun çıkışı üzerinde bir araştırma, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 17: 21-27.
- TUİK, Su ürünleri istatistikleri 2015. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr>. [son erişim tarihi: 15.01.2018]
- TUİK, Su ürünleri istatistikleri 2016. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr>. [son erişim tarihi: 15.01.2018]
- Ungsethaphand, T. Peerapornpisal, Y. Whangchai, N. and Sardsud, U. 2010. Effect of feeding *Spirulina platensis* on growth and carcass composition of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* O. *niloticus*), Maejo Int. J. Sci. Technol. 4(02), 331-336.
- Yanık, T. 2009. Gökkuşığı Alabalığı ve Alabalıkgillerin Morfolojik Özellikleri Arazi Çalışmaları. Doğal alabalık çalıştay. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü 25240-Erzurum.
- Yeşilayer, N. Doğan, G. Erdem, M. 2008. Balık yemlerinde doğal karotenoid kaynaklarının kullanımı. Journal of fisheriesSciences.com. 2(3): 241-251.
- Yılmaz ve Duru, 2011. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 4(1): 31-43, ISSN 1308-0040, E-ISSN 2146-0132, www.nobel.gen.tr, Siyanobakteri *Spirulina platensis*’in Besin Kimyası ve Mikrobiyolojisi

ÖZGEÇMİŞ

Yeşim ŞEN

yesim.sen@outlook.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2015-2018	Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2010-2014	Su Ürünleri Fakültesi, Antalya