

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DEKİ BAZI DENİZ SÜNGERLERİNİN
ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ

Hasan Mücahit CANAKAY

Biyoloji Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 25/07/2011

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Binnur MERİÇLİ YAPICI

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Hasan Mücahit CANAKAY tarafından **Doç. Dr. Binnur MERİÇLİ YAPICI** yönetiminde hazırlanan “**TÜRKİYE’DEKİ BAZI DENİZ SÜNGERLERİNİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Binnur MERİÇLİ YAPICI

Danışman

Doç. Dr. İhsan YAŞA

Jüri Üyesi

Doç. Dr. K. Melik TAŞKIN

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 25/07/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Hasan Mücahit CANAKAY

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, tez konumun belirlenmesinden itibaren beni özgür bırakan, yüksek lisans öğrenimim boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarında bilgi ve önerileriyle yol gösteren, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi saygı değer danışman hocam Doç. Dr. Binnur MERİÇLİ YAPICI' ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Sünger örneklerinin ekstraksiyonuna yardım eden ve önerileriyle çalışmama destek olan Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden sayın Dr. Gülen TÜRKER'e teşekkür ederim.

Süngerlerin tür teşhisini gerçekleştiren Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR'a teşekkür ederim.

Ayrıca, sünger örneklerinin temini konusunda desteklerinden dolayı, Derya Deniz Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti. Yönetim Kurulu Başkanı sayın Mehmet Celaleddin SARIDAL'a teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan ve tezin her aşamasında desteğini benden esirgemeyen Gelibolu Cumhuriyet Anadolu Lisesi müdür yardımcısı sayın Mehmet EMRE ve öğretmen arkadaşım sayın Mutlu YAMAK'a, laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Turgut BİLGİ' ye teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince benimle beraber tüm zorlukların üstesinden gelen, eşim Özlem CANAKAY ve biricik oğlum Alper CANAKAY'a ; hayatımın her evresinde maddi ve manevi yönden bana destek olan ve bugünlere gelmemi sağlayan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hasan Mücahit CANAKAY

SİMGELER VE KISALTMALAR

ATCC	: American Type Culture Collection
CFU	: Colony Forming Unit=Koloni oluşturan birim
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
m	: Metre
mL	: Mililitre
mcg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikronmetre
gr	: Gram
mg	: Miligram
%	: Yüzde oranı
P 10	: Penicillin (10 µg)
AM 25	: Ampicillin (25 µg)
KETO 20	: Ketocanazole (20 µg)
NY 100	: Nystatin (100 µg)
(TE)	: Test Edilmedi
(MRSA)	: Metisiline-Dirençli <i>Staphylococcus aureus</i>
SCUBA	: Self Contained Underwater Breathing Apparatus
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
AMPs	: Antimikrobiyal Peptidler
İYE	: İdrar Yolu Enfeksiyonu
HIV	: Human Immunodeficiency Virus=İnsan Bağışıklık Yetmezlik Virüsü
AIDS	: Acquired Immune Deficiency Syndrome=Kazanılmış Bağışıklık Yetmezlik Sendromu
MİK	: Minimum İnhibitör Konsantrasyon
MBK	: Minimum Bakteriyosidal Konsantrasyon

ÖZET

TÜRKİYE'DEKİ BAZI DENİZ SÜNGERLERİNİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ

Hasan Mücahit CANAKAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Binnur MERİÇLİ YAPICI

25/07/2011, 68

Bu araştırmada, Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi'ndeki üç farklı dalış istasyonundan sünger örnekleri toplanmış ve bu örnekler sırasıyla *Spongia officinalis*, *Spongia agaricina*, *Aplysina aerophoba* olarak tanımlanmıştır. Metanol ekstraksiyonu ile elde edilen sünger ekstratlarının mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışmada test mikroorganizmaları olarak *Bacillus cereus* ATCC 7064, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 25902, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus* var. *elipticus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium granulatum*, *Penicillium rugulosum*, *Penicillium jenseii*, *Aspergillus candidus*, *Geotrichum candidum* ve *Candida albicans* ATCC 10239 kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre *Spongia officinalis*, *Spongia agaricina*, *Aplysina aerophoba* sünger ekstratlarının, test mikroorganizmalarına karşı farklı düzeylerde antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı en fazla antimikrobiyal aktivite *Aplysina aerophoba* süngerine ait ekstratlerden elde edilmiştir. Ayrıca *Spongia agaricina* süngerinden elde edilen ekstratların test funguslarına karşı antimikrobiyal aktivitesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Deniz süngerleri, antimikrobiyal aktivite, disk difüzyon yöntemi, test mikroorganizmaları.

ABSTRACT

THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF SOME MARINE SPONGES IN TURKEY

Hasan M¼cahit CANAKAY

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Biology Thesis of Master of Science

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Binnur MERİÇLİ YAPICI

25/07/2011, 68

In this research, the samples of sponges were collected from three different diving stations in the Sea of Marmara, the Dardanelles, the Soros Gulf and these samples were respectively identified as, *Spongia officinalis*, *Spongia agaricina* and *Aplysina aerophoba*. The antimicrobial activities of the sponge extracts obtained by methanol extraction against microorganisms were investigated by disc diffusion method. In the study, *Bacillus cereus* ATCC 7064, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 25902, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 122228, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus var. elipticus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium granulatum*, *Penicillium rugulosum*, *Penicillium jenseii*, *Aspergillus candidus*, *Geotrichum candidum* and *Candida albicans* ATCC 10239 were used as test microorganisms.

According to the survey results, *Spongia officinalis*, *Spongia agaricina*, *Aplysina aerophoba* sponge extracts proved to have antimicrobial activity, in different levels, against the test microorganisms. The most antimicrobial activity against the Gram-positive and the Gram-negative bacteria used in the study was obtained from the extracts of the sponge *Aplysina aerophoba*. However, it was found out that the extracts from *Spongia agaricina* had the most antimicrobial activity against the test fungi.

Key words: Marine sponges, antimicrobial activity, disc diffusion method, test microorganisms.

İÇERİK	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Süngerlerin Tanımı ve Genel Özellikleri.....	3
2.2. Süngerlerin Morfolojik Özellikleri.....	4
2.3. Süngerlerin Anatomik Özellikleri.....	4
2.4. Süngerlerde İskelet ve Kanal Sistemleri.....	6
2.5. Sünger Tipleri (Kanal Sistemleri).....	8
2.6. Sinir Sistemi ve Duyu Organları	8
2.7. Süngerlerde Üreme	8
2.7.1. Eşeysiz Üreme	9
2.7.2. Eşeyli Üreme.....	10
2.8. Süngerlerde Solunum, Beslenme, Davranış ve Diğer Canlılarla İlişkileri	10
2.9. Süngerlerin Kullanım Alanları.....	11
2.10. Ticari Değeri Olan Sünger Çeşitleri.....	12
2.11. Süngerler İle Yapılan Önceki Çalışmalar.....	13
2.11.1. Süngerlerde Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları.....	14
2.11.2. Süngerlerde Antifungal Aktivite Çalışmaları.....	18
2.11.3. Süngerlerde Antitümöral Aktivite Çalışmaları.....	20
2.12. Antibiyotiklerin Kullanım Alanları.....	22
2.13. Antibiyotiklerin Etki Mekanizmaları.....	23
2.13.1. Antibiyotiklerin Mikroorganizmalar Üzerindeki Etkinlik Dereceleri.....	24
2.13.1.1. Bakteriyostatik Etki.....	24
2.13.1.2. Bakteriyosidal Etki.....	24
2.14. Antibiyotiklere Karşı Geliştirilen Direnç Mekanizmaları.....	24
2.14.1. Doğal Direnç.....	25
2.14.2. Kazanılmış Direnç.....	25

2.15. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Teknikler..	26
2.15.1. Disk Difüzyon Yöntemi (Kirby-Bauer) Yöntemi.....	26
2.15.2. Tüp Dilüsyon Yöntemi.....	27
BÖLÜM 3- MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal.....	28
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Sünger Türleri ve Özellikleri.....	28
3.1.1.1. <i>Spongia officinalis</i> Linnaeus (1759)	28
3.1.1.2. <i>Spongia agaricina</i> Pallas (1766) "Fil kulağı".....	30
3.1.1.3. <i>Aplysina aerophoba</i> Nardo, 1833	31
3.1.2. Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları.....	33
3.1.3. Çalışmada Kullanılan Çözücüler.....	34
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Sünger Örneklerinin Toplanması	34
3.2.2. Sünger Örneklerinin Ekstraksiyonu	36
3.2.2. Disklerin ve Mikroorganizma Kültürlerinin Hazırlanması.....	37
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Araştırma Bulguları.....	39
4.1.1. <i>Spongia officinalis</i> Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi.....	39
4.1.1.1. Bozkent'teki (Marmara Denizi) Dalış Noktasından	
Toplanan <i>Spongia officinalis</i> Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi.....	39
4.1.1.2. Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) Dalış	
Noktasından Toplanan <i>Spongia officinalis</i> Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi	40
4.1.1.3. Kömür Limanı Gelibolu (Saroz Körfezi) Dalış Noktasından	
Toplanan <i>Spongia officinalis</i> Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi.....	40
4.1.2. <i>Spongia agaricina</i> Pallas, 1766 Süngerinin	
Antimikrobiyal Aktivitesi	40
4.1.3. <i>Aplysina aerophoba</i> Nardo, 1843 Süngerinin	
Antimikrobiyal Aktivitesi	41
4.2. Tartışma.....	55
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR.....	62
Çizelgeler.....	I
Şekiller.....	II
Özgeçmiş.....	III

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Süngerler, canlılar aleminin alglerden sonra en ilksel yapıdaki üyeleridir ve çok hücreli hayvanların en basit grubunu oluştururlar (Hooper ve Van Soest, 2000; Friedrich ve ark., 2001). Süngerler, antik çağlardan beri insanlar tarafından kullanılmaktadır. Özellikle ticari önem taşıyan süngerler; yüksek su tutma ve süzme özellikleri (Zhang ve ark., 2003) aşınmaya karşı dayanıklı olmaları, yumuşaklığı, esnekliği ve inceliği gibi dekoratif özellikleriyle oldukça aranan değerli hammaddelerdir (Katağan ve ark., 1991 ; Hooper ve Van Soest, 2000).

Süngerler, genellikle hareketsizdirler ve sabit bir yere tutunarak etraflarında akan deniz suyundan filtrasyon yoluyla beslenirler. Büyük süngerler 10 saniyede kendi hacimleri kadar suyu filtre edebilirler (Vacelet, 1985). Bir kilo sünger dokusunun günde ortalama iki ton su süzdüğü gözönüne alındığında da süngerlerin organik madde döngüsünde ve deniz suyunun filtrasyonunda önemli bir yere sahip oldukları ortaya çıkmaktadır (Thakur ve Müller, 2004).

Süngerler uygun karakteristik yapıları nedeni ile son yıllarda deniz ekosistemlerindeki kirlilik çalışmalarında bioindikatör olarak kullanılmaktadır (Carballo ve Naranjo, 2002; Cebrian ve ark., 2003; Perez ve ark., 2005).

Süngerler fiziksel savunmadan yoksun olmaları nedeniyle, kendilerini korumak için sekonder metabolitler üretirler. Bu sekonder metabolitler düşmanlardan korunma amacıyla başka, antifouling amaçlı, yaşam alanını genişletmek için etraftaki canlıların büyümesini baskılamak, üremeyi kolaylaştırmak gibi sebeplerle de üretilebilir (Thoms ve ark., 2004).

Süngerler, sahip oldukları sekonder metabolitler nedeniyle tıp alanında önem taşıyan araştırmalarda kullanılmaktadır (Amade ve ark., 1987). Son yıllarda özellikle süngerlerin antimikrobiyal, antifungal, antivirütik, antikanser, antikemotaktik, antitüberküloz, ve nörotoksik etkileri üzerinde çalışılmaktadır (Muricy ve ark., 1993; Rangel ve ark., 2001; Monks ve ark., 2002; Chelossi ve ark., 2004).

Süngerlerle ilgili yapılan araştırmalar genellikle yurtdışı kaynaklı çalışmalar olup; fauna araştırmaları, deniz veya laboratuvar ortamında gerçekleştirilen kültür çalışmaları ile antimikrobiyal aktivite çalışmalarını içermektedir. Bu çalışmalar bilim insanları tarafından ilgi ile karşılanmakta ve takip edilmektedir. Ülkemizde ise, süngerlerle ilgili yapılan bilimsel çalışmalar daha çok fauna araştırması ve deniz ya da laboratuvar ortamlarında yürütülen kültür çalışmaları şeklindedir. Ülkemizde süngerlerin antimikrobiyal aktivitesi

konusunda, bugüne kadar yapılmış birkaç çalışma dışında yeterli çalışmaya rastlanılmamıştır.

Türkiye'deki Bazı Deniz Süngerlerinin Antimikrobiyal Aktivitesi konulu tez çalışması ile Türkiye denizlerinde yetişen üç farklı deniz süngerine ait ekstraların, patojen bakteri ve funguslara karşı antimikrobiyal aktivitesi kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Bu nedenle bu tez çalışması, süngerlerin antimikrobiyal aktivitesini belirlemeye yönelik, ülkemizde ilk kez yapılan bir tez çalışması olup, özgün bir çalışma niteliği taşımaktadır.

Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması, denizlerimizdeki sünger tür çeşitliliğinin fazla olması, ülkemiz açısından çok değerli bir biyolojik zenginliktir. Mevcut bilgiler ışığında, süngerlerden elde edilecek antimikrobiyal maddelerin mikroorganizmalar üzerindeki etkileri, kimyasal yapıları ve etki mekanizmaları araştırılarak; insanlık için yararlı hale getirilebilir. Antibiyotiklere direnç geliştirmiş mikroorganizmalara ve çeşitli hastalıklara karşı yeni ilaçların geliştirilmesi amacıyla kullanılabilir.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bir çok deniz canlısının kendi patojenlerine karşı kendilerini korumak için antimikrobiyal maddeler ve farklı bileşikler ürettikleri bilinmektedir. Bu nedenle potansiyel bir kaynak olarak kabul edilebilirler (Qaralleh ve ark., 2010).

Süngerlerin ürettikleri bu sekonder metabolitler çok çeşitlidir, ayrıca bunları rakiplere ve istilacılara karşı savunma aracı olarak kullandıklarına dair kanıtlara literatürde rastlanabilmektedir (Pawlik ve ark., 1995).

Süngerlerin ürettiği sekonder metabolitlere yönelik araştırmalarda bu bileşiklerin süngerlerin metabolizmalarına yönelik oynadıkları rollerin dışında canlının bulunduğu çevreye yönelik stratejilerinde de aktif oldukları anlaşılmıştır (Belarbi ve ark., 2003).

Güvenli ve etkili antimikrobiyal ilaç geliştirme çalışmaları geçtiğimiz 70 yılda tıpta devrim yarattı. Ancak, antibiyotiklerin yaygın kullanımı, antibiyotiğe dirençli patojenlerin ortaya çıkmasını teşvik etmiştir. Bu gelişme, genellikle ilaç direnci geliştiren insan patojenlerine karşı kullanılan yeni antibiyotikler geliştirme ihtiyacını doğurmuştur (Qaralleh ve ark., 2010).

2.1. Süngerlerin Tanımı ve Genel Özellikleri

Süngerler (Porifera), yaklaşık 500-600 milyon yıl önce Paleozoik zamanda oluşmuş çok hücreli, ilkel canlılardır (Demirsoy, 2005). Deniz süngerleri, belirli organlarının bulunmayışı ve hareket yeteneklerinin olmayışı nedeniyle uzun süre bitkisel canlılar olarak kabul edilmişlerdir. Ancak Aristo bunların hayvanlar aleminden olabileceğini belirtmiş ve 1765 yılında J. Ellis'in süngerlerin su akımı meydana getirdiğini ve bu esnada vücut yüzeyinde kasılmaların oluştuğunu gözleyerek bunların hayvanlar âleminde yer alması gerektiği bulgusuyla bu fikir doğrulanmıştır (Katağan ve ark., 1991).

Deniz süngerleri değişik araştırmacılar tarafından uzun süre Coelenterata grubunda gösterilmiş ise de 1816 yılında araştırmacı Blainville tarafından Spongiaria grubu olarak ayrıca sınıflandırılmışlardır (Karapınar, 1964).

Süngerler latince "delik" anlamına gelen "porus" kelimesi ile "taşımak" anlamına gelen "ferre" kelimelerinin birleşmesi ile "Porifera" (Delikliler) olarak adlandırılmıştır. Süngerlerin günümüzde geçerli olan adı Porifera ise ilk kez Grant tarafından 1836 yılında kullanılmıştır (Katağan ve ark., 1991).

Süngerlerin pek çoğu denizde yaşamakla birlikte, tatlı suda yaşayan türleri de bulunmaktadır (Demirsoy, 2005). Günümüzde 8.000 adet sünger türü tanımlanmıştır ancak gerçek sayılarının bunun iki katı kadar olduğu tahmin edilmektedir (Hooper ve Van

Soest 2002). Yaklaşık 15.000 sünger türü, deniz ortamlarında bu türlerin sadece % 1'i tatlı sularda yaşamaktadır (Belarbi ve ark., 2003).

Süngerler antik çağlardan beri insanlar tarafından kullanılmaktadır. Homeros ve Aristo'nun eserlerinde süngerlerden söz edilmektedir. Eski Yunanlılar tarafından temizlik işlerinde kullanıldığı gibi, zırhların ve miğferlerin içini astarlamak amacıyla da kullanıldığı bilinmektedir. Süngerlerin ticari amaçla kullanışı ise M.Ö. 283- 247 yıllarında Büyük İskender zamanında görülmektedir (Katağan ve ark., 1991).

İnsanlar tarafından kullanılan ve ticarete "deniz süngeri" adıyla işlem gören malzeme, bu hayvanların bazı türlerinin kendilerine özgü sponjin denilen bir tür keratin yapısındaki lifsi iç iskeletleridir (Galtsoff, 1960). Dolayısıyla, iç iskeletleri sağlam ve esnek sponjin liflerden oluşan deniz süngerleri "Ticari Deniz Süngerleri" veya kısaca "Ticari Süngerler" olarak adlandırılmaktadır (Vacelet, 1985). Ticari süngerlerin iskeletleri sponjin adı verilen kollojen bir yapıdan oluşmuştur. Bu cins süngerler denizlerin ilk 100 metreye kadar olan derinliğindeki diplerde yoğun olarak bulunurlar (Katağan ve ark., 1991).

2.2. Süngerlerin Morfolojik Özellikleri

Tatlı sularda yaşayan türleri de bulunmakla birlikte süngerlerin önemli bölümü denizlerde yaşar. Bilinen 8000 türden yalnızca 150 tanesi tatlı sularda yaşamaktadırlar. Süngerler bilinen her türlü deniz ekosisteminde, kutup bölgelerinden, ılıman ve tropik denizlere kadar var olabilmeyi başarmışlardır. Denizlerde yaşayan süngerler kendilerini kaya, mercan resifi ve çeşitli kabuklular üzerine sabitleyerek yaşamaktadır, kumul ve çakıl alanlarda da bazı türlerine rastlanmaktadır. Süngerlerde kendilerini sabitlemeyi tercih etmeyen bazı örnekler bulunmakla birlikte, bu durum oldukça nadirdir (Hooper ve Van Soest, 2002).

Süngerlerin dış görünüşleri oldukça değişkendir; hatta aynı türler içerisinde bile morfolojik farklılıklar görülebilir (Hooper ve Van Soest, 2002). Bununla birlikte kupa, kadeh ve vazo şeklinde düzenli olabildikleri gibi, şekilsiz veya ağaç dalları gibi ya da kayalık vs. yüzeyleri örten kabuk biçiminde olanları da vardır. Boyları çok değişken olup birkaç mm. ile 2 m. arasında değişebilir. Renkleri ise mavi, yeşil, sarı, kırmızı, kahverengi, kirli beyaz, gri, siyah vs... olabilir (Katağan ve ark., 1991).

2.3. Süngerlerin Anatomik Özellikleri

Basit bir sünger, su küpünü andırır. Su küpünün ağız kısmına tekabül eden ve Oskulum adı verilen bir açıklık vardır. Oskulum aynı küpün içi gibi bir boşluğa açılır. Bu boşluğa "Gastral boşluk" adı verilir ve oskulum vasıtasıyla dışarı atılır. Süngerlerin vücut

çeperinde çok sayıda gözenek bulunur, bu gözeneklere “ Por ” adı verilir. Porlar oldukça düzensiz şekilde dağılmışlardır. Porlar ve gastral boşluk arasında kanallar yer alır. Porlardan giren ve oskulumdan çıkan daimi su akımı, gastral boşluğu çevreleyen “Koanosit” denilen yakalı kamçılı hücrelerin kamçılarının hareketi ile sağlanır. Sünger vücudunun kalın olan çeperi 3 farklı tabakadan oluşmuştur. Bunlar;

1- Dermal tabaka, 2- Gastral tabaka, 3- Ara tabakadır (Katağan ve ark., 1991).

Dermal tabaka pinakosit adı verilen, birbirleri ile temas halinde bulunan yassılaştırmış ve etrafları ince bir kutikula ile çevrili hücrelerden oluşmuş bir epitel tabakadır. Bu tabakanın hücreleri arasında porlar bulunur (Katağan ve ark., 1991).

Gastral tabaka gastral boşluğu tamamen çevreleyen bir tabaka olup, yakalı kamçılı hücrelerden oluşmuştur. Yaka çok sayıda mikrovillusün bir araya gelmesinden oluşur. Kamçı bu yakanın içinden çıkar. Oskulumdan atılan suyun miktarı koanosit hücrelerinin sayısına bağlıdır. Ayrıca koanositler yakalı kamçılı hücrelerdir. Su ile gelen besin partikülleri ve özellikle bakteriler yakanın kaidesinde bulunan bir sitoplazma bölgesiyle yutulur. Koanosit hücrelerinde sindirim vakuolleri ile bir tek boşaltım vakuolü bulunur (Katağan ve ark., 1991).

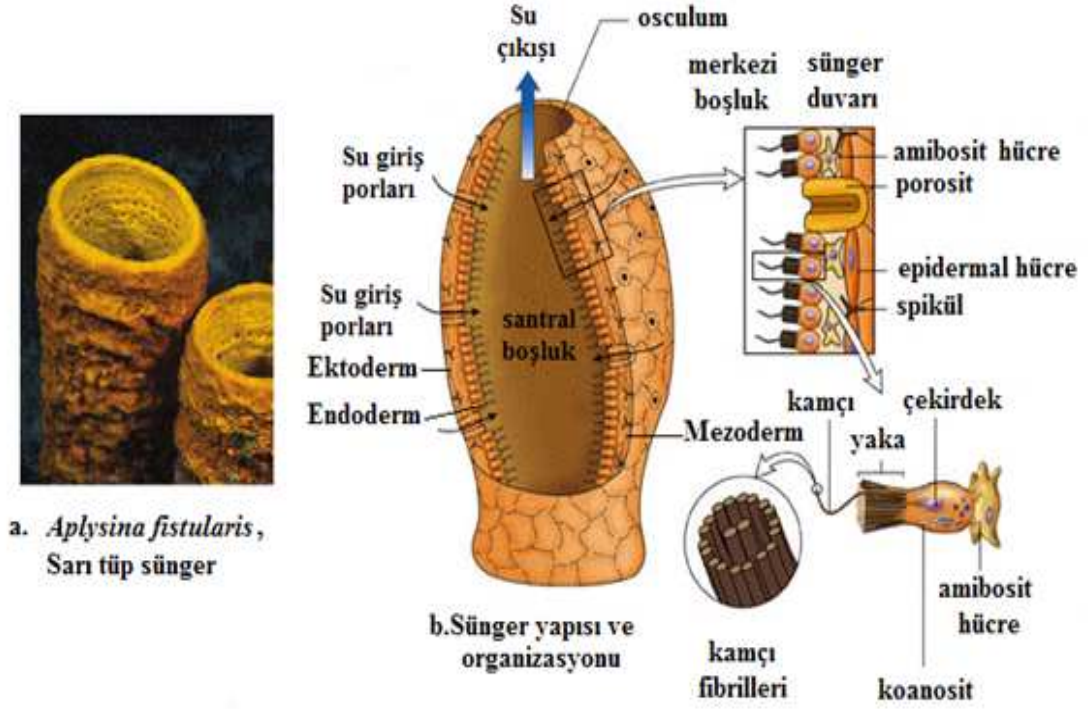
Ara tabaka (mesoglea skleroblast) porosit, amobisit, kas ve sinir hücreleri gibi farklı bir çok hücre tipinden oluşmaktadır (Katağan ve ark., 1991).

Ara tabakayı oluşturan hücrelerin yapısı ve özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Porositler, bunlar pinokositlerden türemiş yuvarlak hücrelerdir (Katağan ve ark., 1991). Amibositler, koanositlerden türemiş farklı hücrelerdir. Bazıları gastral tabakadan ayrılarak farklılaşmış ve sindirimden sorumlu olan koanosit hücrelerdir. Diğer bir bölümü ise kollemitler olup, jelatinimsi bir ara madde salgırlar. Kollemitlerin bazıları embriyoner özellikteki genç hücrelerdir ve diğer tüm hücreler bunlardan oluşurlar. Örneğin arkeositler üremeden sorumlu hücrelerdir (Katağan ve ark., 1991).

Skleroblastlar, pinokositlerden oluşan spikül salgılayıcı hücrelerdir. Dış tabakadan gelen üç pinokosit hücresi ortalarından bir boşluk bırakacak şekilde bir araya gelirler ve merkez kalker salgırlar; böylece spikül oluşur ve daha sonra her bir hücre biri kaidede biri de uçta olmak üzere ikiye bölünür. Kaidedeki hücreler spikül kollarının kalınlaşmasını, uçtakiler ise uzamasını sağlarlar (Katağan ve ark., 1991).

Kas hücreleri (Miyositler) ve sinir hücreleri; bu hücreler bazı süngerlerde ortaya konulmuştur bununla birlikte bu sinir hücreleri sürekli bir birliktelik oluşturmazlar (Vacelet 1975; Bergquist 1978; Katağan ve ark., 1991). Şekil 2.1.'de sünger morfolojisi görülmektedir.



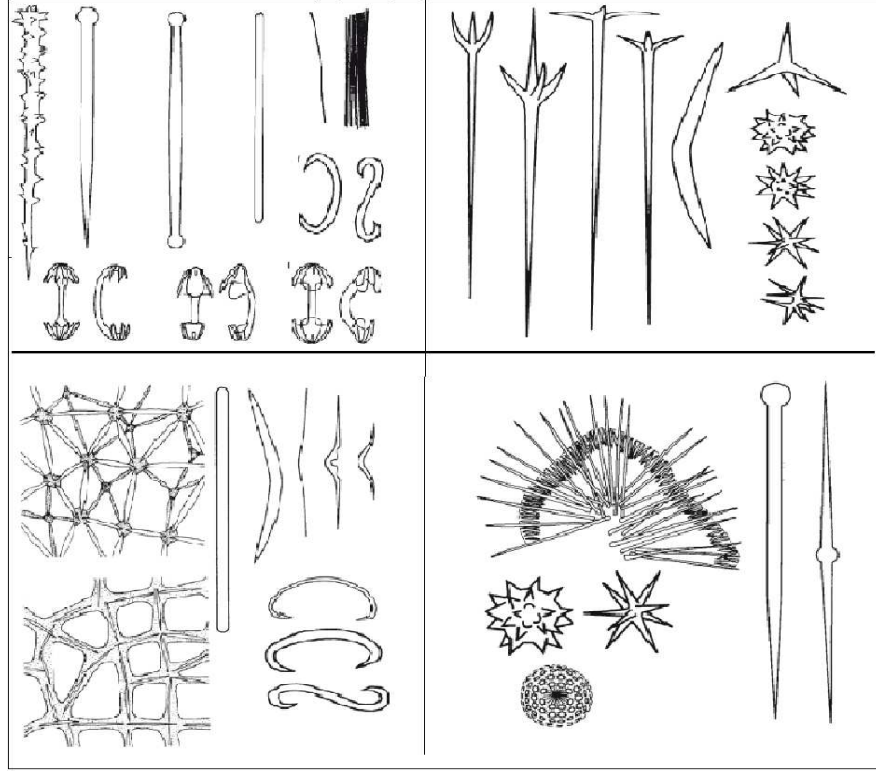
Şekil 2.1. Genel sünger morfolojisi.

(http://www.biologyjunction.com/sponges_cnidarian_notes_b1.htm) internet adresinden alınarak düzenlenmiştir.

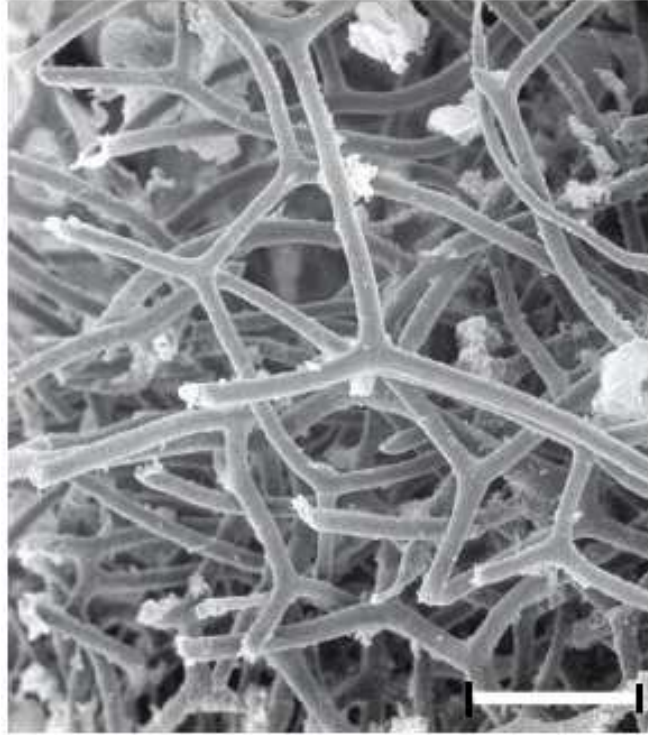
2.4. Süngerlerde İskelet ve Kanal Sistemleri

Sünger iskeleti mezofil içerisinde yer alan ufak iğne şeklindeki silika ya da kalsiyum karbonattan meydana gelen, spiküllerden oluşur. Bu yapılar içyapı iskele malzemesi olarak davranırlar ancak koruma amaçlı olarak da fonksiyon görürler. Bazı süngerlerde iskelet kollajen materyalden ibaret spongin liflerinden oluşmaktadır ve bu yapılar birçok ticari süngerde görülmektedir. Spiküller skleroblast hücreler tarafından oluşturulurlar (Vacelet, 1975; Bergquist, 1978).

Spiküller monakson (tek eksenli), diakson (iki eksenli), triakson (üç eksenli) ve tetrakson (dört eksenli) olabilir (Katağan ve ark., 1991). Çeşitli sünger spikülleri ve iskelet yapıları Şekil 2.2.'de görülmektedir. *Spongia officinalis*'e ait spongin iskelet yapısının elektron mikroskopundaki görüntüsü Şekil 2.3.'te görülmektedir.



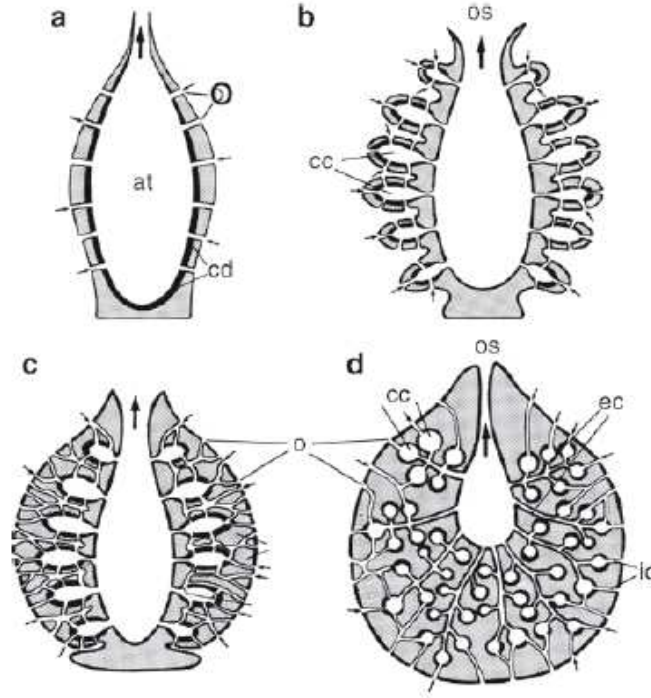
Şekil 2.2. Çeşitli sünger spikülleri ve iskelet yapıları (Ereskovsky, 2010).



Şekil 2.3. *Spongia officinalis*' e ait spongin iskelet yapısının elektron mikroskopundaki görüntüsü. Ölçek çizgisi 200µm (Ereskovsky, 2010).

2.5. Sünger Tipleri (Kanal Sistemleri)

Süngerlerde; akson, sikon, lökon ve silleibid olmak üzere 4 tip sünger tipi vardır. Şekil 2.4.'te kanal sistemlerine göre sünger tipleri görülmektedir.



Şekil 2.4. Kanal sistemlerine göre sünger tipleri. a)askon b)sikon c)silleibid d)lökon
at atrium, cc choanocyte chamber, cd choanoderm, ec exhalant canal, ic inhalant canal,
o ostium, oc osculum (Ereskovsky, 2010)

2.6. Sinir Sistemi ve Duyu Organları

Son zamanlarda gerek ışık ve elektron mikroskopunda yapılan gözlemler, gerekse histokimyasal incelemeler süngerlerde integrasyon (sinirsel düzenleme) sisteminin varlığını kanıtlamıştır. Tepkiler lokaldir ve sinir hücresi olarak kabul edilen hücreler 5-hidroksi-triptamin, adrenalin, noradrenalin, monoaminoksidaz, asetilkolin esterase veya nörosekretinler içerir. Transmitterlerin amebiyot hücrelerle taşındığı düşünülmektedir.

Süngerlerde duyu organı saptanmamıştır (Demirsoy, 2005).

2.7. Süngerlerde Üreme

Süngerlerde üreme eşeyli ve eşeysiz olmak üzere 2 şekilde görülmektedir (Bergquist, 1978; Vacelet, 1985).

2.7.1. Eşeysiz Üreme

Süngerlerdeki eşeysiz üreme şekillerinden biri tomurcuklanma olup, dış tomurcuklanma ve iç tomurcuklanma olarak ikiye ayrılır. Dış tomurcuklanmada arkeosit hücreler süngerin yüzeyine akın ederek burada gruplaşıp, yeni bir kitle oluştururlar ve anne süngerden ayrılırlar. Herhangi bir yere tutunan arkeositler farklılaşarak yeni bir sünger bireyi oluştururlar. İç tomurcuklanmaya ise tatlısu süngerlerinde rastlanır. Yazın sonunda ortam şartları bozulduğunda süngerler “Gemmula” adı verilen yapılar oluştururlar. Gemmulalar arkeositlerin yoğun bir şekilde bir araya gelmesiyle oluşur ve bir kabuk salgırlar. Kabuk iki tabakalı kitinsi bir yapı olup, bunların arasındaki skleroblastlar, amfidisklerden oluşan bir iskelet meydana getirirler (Vacelet 1975; Bergquist 1978; Katağan ve ark., 1991).

İlkbaharda uygun ortam koşullarının gelmesi ile gemmulaların içindekiler dışarı atılır ve arkeositler yeniden bölünüp farklılaşarak, farklı hücreleri oluştururlar. Eğer gemmulalar anne süngerin iskeletini terk edememişse bu iskeletle kaynaşırlar. Son yıllarda, gemmulaların zor durumda kaldıklarında (besin yetersizliği, ısı değişimi gibi) in vitro koşullarda bazı deniz süngerlerinde de oluştuğu fark edilmiştir (Vacelet 1975; Bergquist 1978; Katağan ve ark., 1991).

Bazı sünger araştırma grupları bu yapıların biyoteknolojik potansiyelleri olabileceğini düşünmektedir ve bu yapılardan laboratuvar ortamında yetişkin süngerler üretilmesi çalışmaları devam etmektedir (Vacelet, 1975; Bergquist, 1978).

Süngerlerde izlenen bir diğer eşeysiz üreme şekli rejenerasyondur. Bir süngerin herhangi bir bölümü yaralanırsa veya koparsa, bu eksik bölüm hemen sünger tarafından onararak tamamlanır. Parçalanmış bölümler ameoboid hücrelerin faaliyeti sonucu kendilerini tamamlayarak yavaş yavaş büyür ve yeni bir sünger oluştururlar. Kopan parçanın gelişerek yeniden tam bir sünger haline gelmesi mümkün olduğu gibi, ince bir ipek kumaşla bir sünger parçasının sıkıştırılması suretiyle sızdırılarak su içine dağılan hücreler tekrar bir araya gelerek yeni bir sünger oluşturabilirler. Bu olay ilk olarak Wilson (1907) tarafından fark edilmiş ve sünger yetiştirilmesinde kullanılmıştır (Katağan ve ark., 1991).

2.7.2. Eşeyli Üreme

Süngerler yumurta ve sperm hücreleri vererek eşeyli olarak da çoğalırlar. Gametler amibosit ve koanositlerden oluşur. Bazı süngerler hem erkek hem de dişi gamet oluştururlar. Bu tip süngerler hermafrodit (bir bireyde çift cinsiyet bulunduran) hayvanlardır. Diğer türler ayrı eşeylidir ve bunlara "Gonokorik Hayvanlar" denir (Katağan ve ark., 1991).

Süngerlerde gametler vücudun herhangi bir yerinde mesoglea içinde koanosit veya embriyo hücrelerinden oluşan arkeositlerden başlayarak çoğalırlar. Süngerlerde embriyonik gelişme gruplarına göre oldukça farklıdır. Birkaç tür yumurtalarını dışarı bıraksa da, genellikle oskulumdan dışarı çıkararak serbest kalır. Larva kamçı önde olmak üzere serbest olarak suda birkaç saat yüzer ve dibe iner. Dibte kamçılı bölümünden kendini zemine sabitler. Sabitlenmenin ardından endodermik hücreler ektoderm hücrelerinin altına göç ederler ve mesoglea taslağını oluştururlar. İki tabaka arasındaki granüler maddenin, porların ve oskulumların oluşması ve iskelet spiküllerinin salgılanması ile sünger gelişimini tamamlayarak genç bir sünger halini alır (Vacelet, 1975; Bergquist, 1978).

2.8. Süngerlerde Beslenme, Davranış ve Diğer Canlılarla İlişkileri

Gastral tabakada yer alan koanosit hücrelerin kamçı hareketleriyle yaratılan su akımı sayesinde su, kanal sistemini dolaşarak oksijen ve besin partiküllerini taşır. Süngerlerde solunum dıştan örtü hücreleri, içten yakalı kamçı hücreler ve vücut içi hücreleri tarafından sağlanır. Amibositler oksijeni mesoglea içinde vücudun her tarafına dağıtırlar ve karbondioksiti dışarıya verirler. Solunum tamamen hücre solunumu şeklinde gelişir. Süngerler filtre ettikleri suyun içinde yer alan küçük partiküllerle beslenirler (Katağan ve ark., 1991).

Süngerler 0,1µm–50µm arasındaki tüm organik partiküllerle herhangi bir seçim yapmadan kolaylıkla beslenebilirler (fitoplankton, heterotrofik bakteri, heterotrofik ökaryot ve zemindeki organik madde). Süngerlerin büyük miktarlardaki deniz suyunu işlemeye geçirebilme ve ihtiyacı olan partikülleri elde edebilme yeteneklerinden dolayı, diğer süspansiyon yoluyla beslenenlere karşı büyük bir avantajı olduğu düşünülmektedir. Bu avantajda süngerlerin tropikal resif habitatları gibi besince fakir habitatlarda dominant grup olarak yaşamalarına olanak sağlıyor (Bergquist, 1978).

Vacelet (1985)'e göre, 10 cm yükseklikte ve 1 cm çapında bir sünger günlük ortalama 22 lt su filtreleme kapasitesine sahiptir. Büyük süngerler 10 saniyede kendi hacimleri kadar suyu filtre edebilmektedirler. İyi güneş ışığı alan bölgelerde ise süngerlerin

vücutlarında bulunan siyanobakterilerin fotosentezi neticesinde sünger kendine ekstradan bir besin sağlar. Süngerlerde davranış oldukça kısıtlıdır (Katağan ve ark., 1991).

Bazı süngerlerde oskulum ve ostium açıklıkları civarında sinir hücreleri bulunsa da, bunlar hiçbir zaman bir sistem oluşturmazlar. Bu nedenle belli uyarılara cevaplar çok yavaş olmaktadır. Karides ve yengeçler gibi birçok canlı sünger boşluklarında yaşamaktadır. Denizyıldızı, karides, yengeçlerin ve diğer bazı canlıların genç bireylerine habitat oluşturmaktadırlar. Süngerlerin önemli bir predatörü yoktur. Hoşa gitmeyen kokuları ve tatları yanında iskeletlerinin spikülü olması da bunun önemli sebeplerindendir. Bilinen en temel avcıları deniz salyangozları ve deniz tavşanlarıdır (Katağan ve ark., 1991).

2.9. Süngerlerin Kullanım Alanları

Doğal deniz süngerleri, cinslerine göre değişen farklılıklarının yanında, emme kabiliyetlerinin yüksekliği, aşınmaya ve asitlere karşı dayanıklı olması, su tutma özelliğinin fazlalığı, yumuşaklığı, doğallığı, elastikiyeti ve inceliği ile ticari sektörler tarafından çok aranan, değerli bir ihtiyaç maddesidir (Katağan ve ark., 1991).

Denizin mavi derin sularından binbir güçlükle çıkarılan, temizlenip işlenerek hizmetimize sunulan bu deniz süngerlerinin, kullanıldığı alanlar cinslerine göre değişmekte ve geçmişten günümüze süregelmektedir. Antik çağlarda savaş zırhlarını astarlamada ve çanak çömlekçiler tarafından toprak kapların killenmesinde kullanılan süngerler günümüzde çok geniş yelpazede kullanım alanı bulmaktadır.

Genel olarak süngerlerin kullanım alanları aşağıdaki şekilde sayılabilir:

1. Bebekler ve yetişkinler için banyo süngeri olarak,
2. Cilt ve makyaj temizliğinde,
3. Cerrahi ve optik malzemelerin imalat ve temizliğinde,
4. Ev, işyerlerindeki ve otomobillerdeki ince ve nazik yüzeylerin temizlenmesinde temizlik malzemesi olarak,
5. Deri ve ayakkabı sektöründe, boyama işlerinde,
6. Matbaacılıkta, (merdanelerin silinmesi vs.)
7. İnce porselen, seramik işçiliğinde sır geçirmede,
8. Bürolarda pul süngeri olarak,
9. Kumaş boyama işlemlerinde,
10. Sanayi alanında silindir gömleklerinin honlanmasında,
11. Kiremit ve tuğla sanayiinde, inşaat sektöründe izolasyon malzemesi olarak,
12. Tıbbi ilaçların üretiminde hammadde olarak,

13. Ameliyathanelerde kan emici özelliği nedeniyle tampon malzemesi olarak,
14. Litogratlarda,
15. Resim yapımında ve boyacılıkta,
16. Kuyumculukta ve gümüşçülük sektöründe büyük ölçüde kullanılmaktadır.
17. Akvaryumlardaki balıklarımızın yavru yatağıdır,
18. Filtre amaçlı kullanılmaktadır.
19. Günümüzde dekorasyon ve süs eşyası olarak süngerler büyük ölçüde kullanılmaktadır.

Son yıllarda bütüncül deniz yetiştiriciliğini geliştirme çalışmalarında temizleyici bileşen olarak süngerler de yer almaya başlamıştır. Denizlerdeki yüzer kafeslerde yoğun balık yetiştirilen tesislerden yayılan yoğun organik atığın, tesis çevresinde yetiştirilecek süngerler tarafından geri dönüştürülebileceği öngörülmektedir (Katağan ve ark.,1991).

2.10. Ticari Değeri Olan Sünger Çeşitleri

Katağan ve ark. (1991)'a göre günümüzde 5000 civarında sünger türü bilinmekte, bunlardan sadece 10 kadarı az veya çok ticari öneme sahiptir. Bunların da önemli bir bölümü Demospongia sınıfının Dictyoceradita ordosuna dahil Spongiidae familyasında yer alır. Bu süngerler içinde Spongia ve Hippospongia genusları oldukça sık ve esnek spongin ağı oluşturmaları nedeniyle kullanıma çok elverişlidirler. Bu cins süngerler sıcak ve ılıman denizlerin sahilden itibaren 100 metre derinliğe kadar olan diplerinde yayılış gösterirler.

Yapılan araştırmalara göre Türkiye denizlerinde ekonomik değeri olan ve dünya ticaretinde kullanılan sünger türleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Katağan ve ark., 1991).

Çizelge 2.1. Türkiye denizlerinde bulunan ticari süngerler (Katağan ve ark., 1991)

Cins İsmi (Genus)	Tür İsmi (Species)	Alt Tür İsmi (Subspecies)	Uluslararası İsmi	Türkçe İsmi
<i>Hippospongia</i>	<i>communis</i>		Honey comb	Kaba, Bal Peteği
<i>Spongia</i>	<i>officinalis</i>	<i>adriatica</i>	Turkey toilet	Türk Banyo Süngeri
<i>Spongia</i>	<i>officinalis</i>	<i>mollissima</i>	Turkey cup Solid	Türk Fincanı, Sağlam Sünger, İpek Sünger
<i>Spongia</i>	<i>agaricina</i>		Elephant ear	Fil Kulağı
<i>Spongia</i>	<i>zimocca</i>		Turkey zimocca	Kahverengi Türk Süngeri

2.11. Süngerler İle Yapılan Önceki Çalışmalar

Yapılan literatür taramasında; deniz süngerleri ile ilgili yapılan yerli ve yabancı çalışmaların büyük çoğunluğu sünger faunasının tanımlanması, sünger yetiştiriciliği ve kültür çalışmaları üzerine olduğu görülmektedir.

Deniz canlılarından yeni etken maddelerin izolasyonu, tedavi ve ekonomik açıdan değerlendirilmeleri ile ilgili çalışmalar, Avrupa ülkelerinde son elli yıldır sürmesine ve son yıllarda hızlı bir biçimde artmasına rağmen, ülkemizde deniz kaynaklı doğal ürünler hakkındaki bu tür çalışmalara son yıllarda rastlanılmaktadır.

Süngerlerin ikincil metabolitlerinin göstermiş olduğu, antiviral, antimikrobiyal ve antitümör özellikleri ve terapötik ilaç olarak kullanılabilme potansiyelleri, Avrupa’da ve dünyada birçok bilim adamının ve biyoteknoloji çevrelerinin artan ilgisini çekmektedir ve bu nedenle de bilim çevreleri tarafından en çok çalışılan deniz canlısıdır. Süngerler pek çok alanda kullanılmakla beraber özellikle tıbbi biyoteknolojide ve endüstriyel biyoteknolojide oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Hooper ve Van Soest, 2000). Süngerlerden elde edilen, ilaç piyasasında ve klinik deneme aşamalarında olan biyoaktif ürünler Çizelge 2.2.’de görülmektedir.

Çizelge 2.2. Süngerlerden elde edilen, ilaç piyasasında ve klinik deneme aşamalarında olan biyoaktif ürünler (Thakur ve Müller, 2004)

Bileşikler	Uygulama Alanı	Klinik Faz
Ara-A	Antiviral	Kullanımda
Ara-C	Antikanser	Kullanımda
Manoalide	Moleküler Probe: Fosfolipaz A2 inhibitör	Kullanımda
IPL512602 (Steroid)	Antienflamatuar/ Astım	Klinik Faz II
Manoalide	Antienflamatuar Sedef	Klinik Faz I
KRN 7000 (α -Galactosylceramide)	Antikanser	Klinik Faz I
LAF389 (Aminoasit türevi)	Antikanser	Klinik Faz I
Discodermolide (Polyketide)	Antikanser	Klinik Faz I
HTI286 (Tripeptid)	Antikanser	Klinik Faz I

Yalçın (2007), tarafından ülkemiz deniz süngerleri ile ilgili olarak hazırlanan derlemede *Axinella* cinsi deniz süngerinin biyolojik aktiviteleri incelenmiş olup yaklaşık 20 türle tüm dünyada yayılış gösteren *Axinella* cinsi süngerlerin bromlu bileşikler, siklopeptidler, polieterler, steroller ve terpenler gibi değişik sekonder metabolitlerin kaynağı olduğu ifade edilmiştir. Bu derlemede, *Axinella* cinsi ve içerdiği bazı maddeler, antimikrobiyal, sitotoksik, antienflamatuvar ve antioksidan aktiviteler gibi biyolojik aktiviteleri açısından da ele alınmıştır.

Taşdemir ve ark. (2007) yayınladıkları bir makalede *Agelas oroides* Türk süngerinden elde edilen enoyl redüktaz enziminin *Plasmodium falciparum*, *Mycobacterium tuberculosis* ve *Escherichia coli* üzerindeki inhibe edici özelliği açıklanmaktadır.

Ergene (2009) tarafından “Deniz Süngerlerinden *Sarcotragus spinulosus*’un Biyoaktif Etken Maddelerinin İzolasyonu ve Yapı Tayini” konulu yüksek lisans tezi ve Gökalp (2006) “Doğu Akdeniz-Ege Süngerlerinden (Porifera) Seçilen Türlerin İncelenmesi, Bu Canlılardaki Kollajen Tip II, IV ve İntegrin 1 β Proteinlerinin Varlığının İmmüno-histokimyasal ve Moleküler Genetik Düzeyde Araştırılması” konulu yüksek lisans tezlerinin yapıldığı tespit edilmiştir.

Ülkemizde deniz süngerlerinin antimikrobiyal aktivitesi ile ilgili herhangi bir tez çalışması ile karşılaşılmamıştır. Bu nedenle Türkiye’deki Bazı Deniz Süngerlerinin Antimikrobiyal Aktivitesi konulu tez çalışması, deniz süngerlerinin antimikrobiyal aktivitesi konusunda ülkemizde yapılan ilk yüksek lisans tezi olması nedeniyle özgün ve önemli bir çalışmadır.

2.11.1. Süngerlerde Antimikrobiyal Aktivite Çalışmaları

Amade ve ark. (1982) yayınladıkları bir makalede Fransız Polinezyası ve Brittany kıyısından (Fransa) toplanan deniz süngerlerinden alınan örnekler üzerinde antibakteriyel ve antifungal aktivite için araştırmalar yapmışlardır. Sünger örneklerinden *Homaxinella trachys*, *Hyrtios eubamma*, *Verongia aerophoba* ve *Phakellia ventilabrum* ve *Dendrilla sp.* incelenmiştir. Biyoaktivite *Dendrilla sp.* yoğunlaşmış durumda tespit edilmiştir. *H. eubamma* süngerinde antibakteriyel ve antifungal aktivite faaliyetinden sorumlu bileşik puupehenone olarak tespit edilmiştir. *P. ventilabrum* süngerinde ise yeni sesquiterpenoid isonitrile’den kaynaklanmaktadır.

Amade ve ark. (1987) yılında yayınladıkları başka bir makalede; 1983 yılında Akdeniz Fransız kıyılarında toplanan deniz sünger örnekleri antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri için test edilmiştir. 28 Demosponges sünger türü üzerinde yapılan çalışmalarda mikroorganizmalar beş sınıfa ayrılmış ve incelenmiştir. Sünger ekstraktları (5 Gram pozitif

ve 5 Gram-negatif terrestrial bakteri, 10 deniz bakterisi, 15 insan patojenik mantar ve 5 patojen maya)'ya karşı antimikrobiyal aktivite dağılımı bildirilmektedir. Sünger ekstraktlarının çalışmada kullanılan Gram-pozitif bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesi (% 77) Gram-negatif bakterilere karşı (% 53) oranında görülmüştür. Deniz bakterileri ve mayalara karşı antimikrobiyal faaliyet daha az ve frekansı (% 32)' dir. Çalışmada kullanılan sünger örneklerinden, yapısında simbiyotik bakterileri büyük miktarda ihtiva edenler süngerlerin daha zayıf bir antifungal etkinlik gösterdiği bildirilmektedir.

Antarktik süngerlerin antibiyotik faaliyetleri incelenmiş ve sünger özlerinin Gram pozitif bakterilere % 100 büyüme inhibisyonu sağladığı, Gram negatif bakterilerde ise % 47 oranında bir veya daha fazla bakteriye etki ederek, büyüme inhibisyonuna neden olduğu tespit edilmiştir (Mcclintock ve Gauthier, 1992).

Güneybatı Atlantik sığ deniz sularında bulunan deniz süngerlerinin antimikrobiyal aktivitesi açıklanmaktadır. Araştırmada 21 sünger türü çalışılmış 9 sünger türünde (*Monanchora arbuscula*, *Tedania ignis*, *Tedania sp.*, cf. *Arenosclera sp.*, *Amphimedon viridis*, *Polymastia janeirensis*, *Aplysina fulva*, *Pseudaxinella lunaecharta*, ve *Mycale arenosa*) % 95 oranında güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada sünger habitaları ile büyüme formu ve antimikrobiyal aktivite arasında ilişki olduğu da belirtilmektedir (Muricy ve ark., 1993).

İspanya'da üç sünger türü olan *Crumbe crambe*, *Ircinia fasciculata* ve *Spongia officinalis*'e ait antimikrobiyal aktivite özellikleri ile bu süngerlerin yüzeylelerinde epibiotic bakterilerin varlığı araştırılmıştır. Deniz süngerlerinin antimikrobiyal aktivitesi ile sünger yüzeylelerinde bulunan deniz bakterileri arasındaki korelasyon incelenmiştir (Becerro ve ark., 1994).

Karayip süngerlerinden 33 sünger türe ait özütler deniz bakterine karşı antimikrobiyal aktivite bakımından incelenmiş; süngerlerin antimikrobiyal aktivite gösterdiği yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Biyoessey sonuçlarına göre 16 sünger türünden elde edilen sünger ekstrelerinin test mikroorganizmalarına karşı % 48 oranında antimikrobiyal aktivite sergilediği, nekrotik sünger dokularından elde edilen ekstrelerde dahi mikroorganizmalara karşı % 40 oranında inhibisyon gerçekleştiği tespit edilmiştir (Rochelle ve ark., 1999).

Hentschel ve ark. (2001) yaptıkları bir araştırmada Akdeniz'den toplanan deniz süngerleri *Aplysina aerophoba* ve *Aplysina cavernicola* 'ya ait antimikrobiyal aktiviteler ile bu deniz süngerleri ile simbiyont yaşayan bakterilerin izole edilmesi bildirilmektedir. *Aplysina aerophoba* ve *Aplysina cavernicola* süngerlerinden elde edilen 27 izolat 16S

rDNA karşılaştırmalı analizleri ile 8 filogenetik gruba ayrılmıştır. Süngerlerden elde edilen ekstraktlar 238 mikroorganizma suşu üzerinde denenmiş ve özellikle 27 suş üzerinde oldukça etkili antimikrobiyal aktivite sergiledikleri tespit edilmiştir.

Hindistan'nın Mannar Körfezi'nden toplanan deniz süngerlerinin çeşitli patojen bakterilere karşı antibakteriyel etkinliği araştırılmıştır. 102 bakteriye karşı standart prosedürler ile antimikrobiyal aktivite araştırılmış ve *Psammaphysilla purpurea* sünger türünden elde edilen ekstrakt test mikroorganizmalarına karşı olağanüstü antibakteriyel faaliyet göstermiştir. Bu sünger ekstresinin patojenik *Escherichia coli* bakterisine karşı antimikrobiyal ilaç üretiminin artırılması için kullanımı düşünülmektedir (Kanagasabhapathy ve ark., 2004).

Thakur ve Müller (2004) yılında yayınladıkları bir makalede denizlerde yaşayan canlıları inceleyen bilim adamlarının 20. yüzyılda 10000'den fazla biyoaktif molekül keşfettiği açıklamaktadır. Özellikle süngerlerden elde edilen sekonder metabolitlerin ve aktif farmakolojik bileşiklerin günümüzde yeni antibakteriyel, antifungal, antitümoral özelliğe sahip yeni ilaçların geliştirilmesinde çok önemli bir role sahip olduğu belirtilmektedirler.

Rifai ve ark. (2005) tarafından yayınlanan bir makalede Fas'ın Atlantik kıyılarından ve Tayland Körfezi'nden toplanan on deniz süngeri kloroform ile ekstraktları çıkarılmış ve dört bakteri beş mantar türüne karşı disk difüzyon yöntemi ile antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir. Sünger ekstraktlarının test edilen bakteri ve en az birine karşı % 50 antimikrobiyal aktivite gösterdiği, fungus suşlarına ise sadece % 20 antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Güney Doğu Hindistan kıyılarında, Mannar Körfez bölgesinde Tuticorin sahilinde bulunan kapalı su kıyılarında, dört sünger türünün (*Echinodictyum sp.*, *Spongia sp.*, *Sigmatocia fibulatus* ve *Mycale mannarensis*) antimikrobiyal aktivite gösterdiği ve bu süngerlerden yetmiş beş deniz bakterisi izole edildiği bildirilmektedir (Anand ve ark., 2006).

Deniz süngerlerinin bakterilerden *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* ve *Vibrio harveyi* ve bir fungal patojen olan *Candida albicans*' a karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tesbit edilmiştir. Çalışmada ayrıca Filogenetik karşılaştırmalı analizler de yapılarak, bakterilerin 16S rRNA dizisi analizleri de karşılaştırılmıştır (Anand ve ark., 2006).

Touati ve ark. (2007) yaptıkları bir araştırmada Akdeniz kıyısında Tunus (Manastır)' dan toplanan yedi deniz süngerlerine ait ekstraktlar etil asetat ile deniz süngerlerinden izole edilmiş, sekiz patojenik insan bakterisine karşı agar disk difüzyon yöntemi ile test

edilmiştir. Sonuç olarak süngerlerin % 90' ında en az bir bakteri türüne karşı önemli bir antibakteriyel faaliyet tespit edilmiştir.

Bharat ve ark. (2007) Hindistan'ın Güneybatı sahillerinden Hint Okyanusunda Cape Comorin sığ kayalık resiflerinden topladıkları 17 sünger türüne ait örnekleri metanol-toluen ile ekstrakte ederek antimikrobiyal aktivite çalışması yapmışlardır. Yapılan çalışmada toplanan tüm sünger türlerinde gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı orta düzeyde antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir .

Bharat ve ark. (2007) gram negatif bakterilere karşı sünger ekstreleri % 100 büyüme inhibisyon oluştururken, bir veya daha fazla gram pozitif bakterilere karşı % 47 inhibisyon olduğu tespit edilmiştir. Antimikrobiyal aktivite gram negatif bakterilere karşı daha yaygın iken gram pozitif bakterilere karşı daha az oluşmaktadır.

Özellikle iki sünger türünde gram pozitif bakterilere karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gözlenmiştir. Bunlar *Latrunculia apicalis* ve *Haliclona sp.* süngerlerinden elde edilen ekstraktlarda tespit edilmiştir. Bu subtropikal bölgede yetişen deniz süngerlerinde antimikrobiyal aktivite kutup bölgesinde bulunan süngere göre daha yaygın olduğu ve daha güçlü olduğu görülmüştür (Bharat ve ark., 2007).

Filipinler Mactan Adası, Cebu, kapalı deniz sularından dokuz sünger türü toplanmış ve antimikrobiyal aktivite özelliği standart disk difüzyon yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Bir Gram pozitif, iki Gram negatif bakteri ve mantara karşı etkinlik araştırılması yapılmıştır. Dokuz sünger arasında, sadece *Haliclona sp.* ve *Ircinia sp.* türleri *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*' ye karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir. *Haliclona sp.* inhibitör etkinliği, *B. subtilis*, *E. coli* ve *P. Aeruginosa*' ya karşı sırasıyla 24,0 mm, 16,5 mm, 21,0 mm, olduğu, *Ircinia sp.* ekstresi ise 23,0 mm, 11,5 mm, 15,5 mm, zon tespit edilmiştir. *Ircinia sp.* ekstraktı, *E. coli* 'ye karşı minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) 3.9 mg / ml, *B. subtilis* ve *P. aeruginosa*'ya karşı olarak 7,8 mg / ml tespit edilmiştir. *Haliclona sp.* ekstraktı kullanılarak MİK, *E. coli* ve *P. aeruginosa* türlerine karşı 0,8 mg / ml, *B. subtilis* baktersiste karşı ise 1,6 mg / ml tespit edilmiştir (Pangan ve ark., 2007).

Kolombiya Karayip bölgesi, Uraba Körfez resiflerinden toplanan 24 sünger türlerine ait özlerde in vitro antimikrobiyal taraması yapılmıştır. Bu çalışma (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Escherichia coli* ATCC 25922) bakteri ve maya (*Candida albicans* ATCC 10231) suşlarına karşı yürütülmüştür. Üç farklı polariteli (metanol, kloroform ve n-hekzan) çözücüler ile elde edilen her sünger özü disk difüzyon yöntemi ile değerlendirilmiştir. On dokuz tür sünger özütünde bazı test mikroorganizmalarına karşı (% 80) antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Galeano ve Martinez , 2007).

Gandhimathi ve ark. (2008)'de Hindistan'ın Bengal Körfezi sahilinden toplanan 26 deniz süngerinde patojen bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal etkili endosimbiyotik aktinomiset suşu izole etmişler ve bunlara ait antimikrobiyal aktivite çalışması yapmışlardır. Deniz süngerlerinden agar ortamda izole ettikleri aktinomisetlerden kültür ortamına alınan mikrobiyal simbiyont *Callyspongia diffusa* ile ilişkili olarak, özellikle insan patojenlerinin büyümesine karşı % 38,46 oranında antimikrobiyal aktivite sergilediği tespit edilmiştir.

Lutta ve ark. (2008) tarafından Kenya'nın Mombasa şehrindeki Balıkçılık Araştırma Enstitüsü ve İngiliz Kanalı'ndan elde edilen *Axinella infundibuliformis* sünger türü üzerinde üç farklı yöntemle sünger ekstraktları elde edilerek bu ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi incelenmiştir. Bu araştırmanın sonuçları süngerlerin özellikle insan patojenlerin büyümesine karşı doğal antimikrobiyal ürün üreten kaynaklar olduğunu bize göstermiştir.

İran'da offshore bölge Nay Band Bay, Buşehr, (Fars Körfezi İran kıyıları) toplanan altı sünger türüne ait sünger özleri üç farklı çözücü (Metanol, etil asetat ve n-hekzan) ile elde edilerek, bu sünger özlerinin antimikrobiyal ve antifungal aktiviteleri disk difüzyon yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, önceki aşamada inhibisyon zonu 9 mm' den fazla olan sünger özlerinin faaliyetleri minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) ile test edilerek değerlendirilmiştir. % 83.3 oranında süngerler en az bir bakteriye karşı antimikrobiyal aktivite ve % 83.3 oranında en az bir mantarlara karşı antifungal aktivite göstermektedir (Safaeian ve ark., 2009).

Santos ve ark. (2010) yılında yayınlanan bir makalede Brezilya'da toplanan deniz süngerlerinin biyoaktif metabolitler açısından zengin bir kaynak oluşturduğu belirtilmektedir. Toplam dokuz sünger türünden elde edilen ekstraktlarda antimikrobiyal aktivite araştırılmıştır. 16S rRNA karşılaştırmalı dizi analizi sonuçlarına göre 158 suştan; antibiyotiklere karşı güçlü direnç gösteren gram pozitif ve gram negatif bakterilerden 12 suşa karşı etkili antimikrobiyal aktivite gösterdikleri belirtilmiştir. Bu bulgular ile ilaca dirençli bakterilerin neden olduğu enfeksiyonların tedavisinde, süngerlerden elde edilen antimikrobiyal maddelerin, yeni alternatif tedavi kaynakları geliştirmek için önemli bir katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

2.11.2. Süngerlerde Antifungal Aktivite Çalışmaları

Gaspar ve ark. (2004) yılında yayınlanan bir makalede deniz ortamında, süngerler (Porifera'nın) biyolojik aktif ikincil metabolitlerin en zengin kaynaklarından biri olduğu açıklanmaktadır. Deniz süngeri *Didiseus oxeata* biyoaktif metabolitlerin karakterizasyonu ile potansiyel ilaç ve zirai ilaç uygulamaları ile izolasyon malzemesi olarak kullanımının

yanında ve süngerden elde edilen Curaçao ekstresi seskuiterpenoidler ve antifungal özellik taşıyan curcuphenol ve curcudiol içermektedir.

Fas'ın Atlantik kıyılarından toplanan *Hippospongia communis* ve *Ircinia variabilis* sünger ekstrelerinde *Candida tropicalis* R2 (bir amfoterisin B ve nistatin dirençli suşu) oldukça yüksek kapasitede inhibe etmesi nedeniyle umut verici bir durum olarak ortaya çıkmıştır. Diğer bakteri ve mantarlara karşı geniş spektrumlu aktivite belirlenmiştir. Sünger ekstraktlarının dört mantar türüne karşı antifungal faaliyet minimum inhibitör konsantrasyonu (MİK) ve sıvı mikrodilüsyon yöntemi kullanılarak iki test ortamında karşılaştırılarak belirleyerek karakterize edilmiştir (Rifai ve ark.,2005).

Touati ve ark. (2007) yaptıkları bir araştırmada Akdeniz kıyısında Tunus (Manastır)' dan toplanan yedi deniz süngerlerine ait ekstraktlar etil asetat ile deniz süngerlerinden izole edilmiş ve altı insan patojenik mantarına karşı agar disk difüzyon yöntemi ile test edilmiştir. Sünger ekstraktları % 20 oranında mantarlara karşı antifungal etkinliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Özellikle *Agelas oroides* ve *Axinella damicornis* sünger ekstraktları bakteri büyümesini engellemek için kendi kapasitesi nedeniyle oldukça umut verici olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada in vitro antibakteriyel ve antifungal aktivite ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar bu aktif moleküllerin belirlemek ve saflaştırmak amacıyla tamamlayıcı yeni araştırmalarda kullanılmak üzere umut verici bir çalışma olduğu belirtilmektedir.

Lutta ve ark. (2008) tarafından yayınlanan bir makalede Kenya'nın Gulf Uraba sahilinden toplanan *Axinella infundibuliformis* sünger ekstrelerinden çeşitli kromatografik ve spektroskopik tekniklerle elde edilen saf bileşiklerin antimikrobiyal ve antifungal aktiviteleri araştırılmıştır.

Fusetani (2010), "Deniz Omurgasızlarında Antifungal Peptidler" başlıklı makalesinde; karasal ve denizel organizmaların çoğunluğu tarafından ribozomal aminoasit şeklinde sentezlenen "antimikrobiyal peptidler (AMPs) " kullanılarak bakteriler ve mantarlar da dahil olmak üzere geniş bir yelpazede mikroorganizmaları inhibe etmek için kullanıldığını açıklamaktadır. Antimikrobiyal peptidler, nonribosomal peptit sentetaz adı verilen enzim kompleksleri tarafından sentezlenen 20 aminoasitten oluşan peptidlerdir. AMPs'lerin çoğunluğu, hidrofilik ve hidrofobik yüzeyler içeren amfifilik ve katyonik yapıdadır. Antimikrobiyal peptidlerin zar geçirgenliği olmaksızın yüzeylerle temas yetenekleri kusursuzdur. Bu sayede mikrobiyal membran yapılarında bozulmalar yaparak antimikrobiyal aktivite göstermektedir.

Nonribosomal peptidler genellikle deniz omurgasızlarında bulunmaktadır. D-amino asitler ve organik asitler içeren depsi-peptides vakaları gibi amino asitlerin yanı sıra olağandışı amino asitler oluşur. Bu peptidler, antimikrobiyal, sitotoksik ve enzim inhibitör gibi biyolojik faaliyetlerini, yüzey geçirgenliğinden sitoplazmik hedeflere harekete kadar dağılan geniş bir yelpazede sergilerler. AMPs deniz omurgasızlarında doğuştan gelen bağışıklık mekanizmalarının birincil bileşeninde vardır. Buna karşılık, deniz süngerleri, hiçbir AMPs içermemelerine karşın güçlü sitotoksik ve antifungal aktivite sergilemektedirler. Bu alışılmadık aminoasitten oluşan nonribosomal peptidler içeren metabolitlerin, bu peptidlerin çoğunun simbiyotik bakteriyel kökenli olduğu kabul edilir. Ancak bu peptidlerin rolünün tam olarak bilinmediğini açıklamaktadır.

Lakshmi ve ark. (2010) tarafından yayınlanan bir makalede deniz süngeri *Halielona exigua* (Krikpatrick)'nın antifungal aktivitesi üzerine yapılan çalışma anlatılmaktadır. Metanolik bölünme ve dört fraksiyonlu ekstraksiyon sonunda, antifungal aktivite hekzan ve kloroform ile çözünen ekstraktlarda saptanmıştır. Hem fraksiyonları ile kombine edilen bu özlerin en önemli aktif bileşikleri saflaştırılmıştır. Saflaştırılmış bileşik, araguspongin C, bu mantarlara karşı 50 µg/ mL özde MIC ile *Cryptococcus neoformans*, *Sporothrix schenckii*, *Trichophyton mentagrophytes* ve *Aspergillus fumigatus*'a karşı umut verici sonuçlar ortaya koyduğu bildirilmektedir.

Petrosiidae familyasına ait 4 Malezya sünger türünün antibakteryal ve antifungal aktivitesi araştırılmıştır. Genel olarak sünger ekstrelerinin sulu özütlerin organik özütlere göre daha yüksek verimli bulunmuştur. Genellikle, tüm süngerlerden elde edilen ekstreleri antimikrobiyal ve antifungal aktivite göstermiştir. Dört süngerden izole edilen sulu ekstreleri test suşlarının en az birine karşı antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Qaralleh ve ark., 2010).

Özellikle, *N. exigua* süngere ait özütler güçlü antimikrobiyal etki göstermiştir. Antibakteriyel ve antifungal aktivite inhibisyon zonları sonuçları ayrıca MİK değerleri ile de karşılaştırılmıştır. *N. exigua* antimikrobiyal aktivitesi MİK değerlerinde konsantrasyon 0.07 mg / mL güçlü mikrobiyal etki gösterdiği belirtilmiştir (Qaralleh ve ark., 2010).

2.11.3. Süngerlerde Antitümöral Aktivite Çalışmaları

Güney Brezilya, Santa Catarina kıyılarından toplanan 10 deniz süngeri türü yeni ilaç araştırmaları için organik ve sulu ekstreleri antikanser, antibakteriyel, antifungal ve antikemotaktik faaliyetler için test edilmiştir. On türden sekizinde bioassay sonuçlarına göre bir veya daha fazla bakteriye karşı antimikrobiyal faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir (Monks ve ark., 2002).

Polymastia janeirensis Boury-Esnaults, 1973, *Haliclona aff tubifera* George ve Wilson, 1919, ve *Mycale arcuiris* Lerner ve Hajdu, 2002 ve *Raspailia (syringella)* sp. süngerlerine ait organik özlerinin, her 100 µg / ml bir kolorektal tümör hücre hattı HT29 ' a karşı in vitro tarama testinde de sitotoksikite göstermiştir (Monks ve ark., 2002).

Üç insan tümör hücre serilerine (HT29, U373 ve NCI-H460) karşı ileri analizler yapılmış 25-50 µg / ml arasında değişen MIC konsantrasyonları göstermiştir. *P. janeirensis*, *M. arcuiris*, *Raspailia (syringella)* sp., *Guitarra sp.*, *Tedania* Duchassaing ve Michelotti, 1864 ve *Pseudaxinella reticulata* Ridley ve Dendy, 1886 altı tür süngere ait sulu özleri lökosit testinde her anlamlı (pV 0.05) polimorf göç (PMN) geriliği tespit edilmiştir. Kemotaktik antibakteriyel testlerinde, sadece *H. aff tubifera* (beş bakteriden dördüne karşı) ve *Axinella corrugata* George ve Wilson, 1919 (Beş bakteriden birine karşı) faaliyet göstermiştir. 10 sünger türünden hiçbiri ölçülebilir antifungal aktivite göstermemiştir (Monks ve ark., 2002).

Belarbi ve ark. (2003) tarafından yayınlanan bir makalede deniz süngerleri sitotoksik ve antikanser bileşikleri birçok eşsiz metabolitleri yapısında bulunduran potansiyel kaynaklar olarak açıklanmaktadır. Doğal süngerlerden bu metabolitleri elde etmek zor ve zahmetlidir. Ticari miktarda süngerlerden bu metabolitleri elde etmek amacıyla deniz ve akvaryumlarda kontrollü sünger yetiştirme çalışmaları yapıldığı anlatılmaktadır. Üretim teknikleri deniz, akvaryumlar ve kontrollü ortamlarda ve sünger hücreleri ve doku kültürü hakkında sünger üretme yöntemleri üzerine yapılan çalışmalar anlatılmaktadır.

Bazı deniz süngerlerinden izole edilen curcuphenol ve curcudiol önceden ihtiyotoksik ve zehirli metabolitler gibi tanımlanmıştır. Curcuphenol, A-549 akciğer kanseri, HCT-8 kolon kanseri ve MDAMB meme kanseri hücre dizilerinde ve P-388 mürin lösemiye karşı sitotoksikite göstermektedir. Curcuphenol ve curcudiol *Candida albicans*'a karşı güçlü antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Ayrıca midede H⁺, K⁺ aktivitesini inhibe edici faaliyet sergileyen güçlü ATPaz enzimleri içermektedir (Gaspar ve ark., 2004).

Karayip süngerlerinden izole edilen Sitozin Arabinoside, c-nükleozid spongouridine ve spongothymidine'nin son zamanlarda kanser gelişimini önleyen biyoaktif peptidlerin süngerler tarafından üretildiği tespit edilmiştir. Süngerlerde, hücre büyümesini baskılayıcı tetradecapeptide discodermins tespit edilmiştir. Ayrıca süngerlerdeki sitotoksik peptidler incelenmektedir (Duraikannu ve ark., 2009).

Laport ve ark. (2009) tarafından yayınlanan bir derlemede “ Deniz Süngerleri Yeni Antimikrobiyal İlaçların Potansiyel Kaynakları” olarak açıklanmaktadır. Makalede

süngerlerin virüs, bakteri veya ökaryotik organizmalar gibi yabancı saldırganlara karşı etkili savunma mekanizmaları geliştirdikleri anlatılmaktadır. Deniz süngerlerinin diğer deniz organizmaları arasında farmakolojik olarak en zengin aktif kimyasal maddeler taşıyan kaynaklar oldukları ileri sürülmektedir. Bazı süngerlerden mikroorganizmalara karşı izole edilen biyoaktif ikincil metabolitlerin fonksiyonel enzim kümeleri tarafından üretildiği bildirilmektedir. Süngerler ve bunlarla ilişkili mikroorganizmalar tarafından üretilmiş 5300' den fazla farklı ürün bilinmekte ve süngerlerle ilgili her yıl 200' den fazla yeni sekonder metabolit rapor edilmiştir.

Patojen mikroorganizmaların mevcut ilaçlara karşı direnç geliştirmesi sonucu süngerler, bakteriyel, viral, fungal ve paraziter hastalıklara karşı yeni tedavi yolları sağlamaktadır. Örneğin herpes simpleks ensefalit virüsüne karşı, ara-A (vidarabine) olduğu gibi, klinik çalışmaların geç evrelerinde kullanılan gelişmiş bir antiviral ilaç kullanılmaktadır. Bu madde uzun yıllar klinik kullanımdadır. Dahası, Lasonolides (antifungal aktivite) ve psammoplin A (sıtma, tüberküloz, HIV ve diğerlerine karşı aktivite) manzamine A (antibakteriyel) özellik taşıyan pek çok sekonder metabolit süngerlerden elde edilmiş ve klinik öncesi değerlendirmeler için umut verici bir yol olarak seçilmiştir (Laport ve ark., 2009).

Derlemede deniz süngerlerinden elde edilen ürünlerin bulaşıcı hastalıklara karşı in vivo ya da in vitro etkinlik gösterdikleri aktiviteler ile süngerlerin ürettiği ikincil metabolitlerin bakterileri, virüs, fungus ve bakteriyel protozoon enfeksiyonları dahil paraziter hastalıklar karşı güçlü ve etkili potansiyeli vurgulanmaktadır (Laport ve ark., 2009).

2.12. Antibiyotikler ve Kullanım Alanları

Antibiyotik, Yunanca *anti* (karşı) ve *bios* (yaşam) sözcüklerinden türetilmiş bir sözcüktür. Sözlüklerdeki tanımlamasıyla "Bitkilerde, özellikle küf mantarlarında bulunan ya da yapay olarak üretilen, bakteri ve diğer mikroorganizmaların gelişimini durduran ya da onları yok eden maddelerin ortak adıdır".

Aygün (2002)'e göre antibiyotikler, bakteriler, funguslar ve aktinomisetler gibi çeşitli mikroorganizmalar tarafından sentez edilen, diğer mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyen veya onları öldüren kimyasal maddelerdir.

Ulusoy (1999)'a göre; uygun ve doğru antibiyotik tedavisi birçok enfeksiyon hastalığında klinik seyir ve prognozu etkileyen en önemli faktördür. Tedaviden en fazla yarar elde edebilmenin temel koşulu doğru antibiyotiğin seçilmesidir. Doğru antibiyotiğin seçiminde amaç klinik duruma göre enfeksiyon etkeni mikroorganizmaya etkinliği en

yüksek, buna karşılık yan etkileri en az, en ucuz ve en dar spektrumlu ilacın belirlenmesidir.

Antibiyotiklerin klinik kullanıma girmesinden kısa bir süre sonra bakterilerde direnç ortaya çıkmıştır. Geliştirilen her yeni antibiyotikle birlikte bakterilerde de yeni direnç mekanizmaları tanımlanmıştır. Bugün çok iyi bilinmektedir ki antibiyotiklerin bilinçsiz kullanılması dirençli bakterilerin hızla yaygınlaşmasına yol açan en önemli faktördür (Ulusoy, 1999; Özgüneş , 2005).

Şu anda mevcut bulunan antibakteriyellere karşı direnç gelişimi enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde ciddi güçlükler oluşturmaktadır ve bu yüzden biyomedikal araştırmalarda yeni antibiyotiklerin keşfedilmesi ve geliştirilmesi çok büyük öneme sahiptir. Her yıl denizlerden antibiyotik özelliği olan birçok molekül bulunmaktadır ancak süngerlerde bu antibiyotik özelliklere rastlama olanağı çok yüksektir. Ayrıca süngerlerden elde edilen antibiyotikler güçlü bir antibakteriyel etkiye sahiptir (Sipkema, 2005).

Yılmaz ve Beyatlı (2003)'ya göre; penisilin başta olmak üzere birçok antibiyotiğin toksik, alerjik ve anafaktik etkileri aniden görüldüğü gibi, ayrıca doku ve organlarda gözden kaçan toksik etkileri de, insan sağlığı bakımından büyük zararlar doğurmaktadır. Ayrıca tıbbın dışında hayvancılık, ziraat ve çeşitli araştırma alanlarında antibiyotiklerin kullanım sahası bulması, bunların önemini daha da arttırmaktadır .

Antibiyotiklere karşı direncin artması ve yaygınlaşması yanında ikinci bir sorun da maliyet artışıdır. Dünya ilaç sektörünün mali büyüklüğü 2004 yılı için 500 milyar doların üzerinde bildirilmektedir (Özgüneş, 2005).

2.13. Antibiyotiklerin Etki Mekanizmaları

Antibiyotikler, *Penicillium*, *Cephalosporium*, *Streptomyces*, *Micromonospora* ve *Bacillus* türleri gibi değişik mikroorganizmalar tarafından sentez edilen ve diğer mikroorganizmaların üremesini önleyen veya onları öldüren maddelerdir. Kimyasal sentez suretiyle elde edilen mikrop karşıtı maddelere kemoterapötik maddeler denir. Günümüzde, değişik antibiyotik etkili maddeler de sentez suretiyle elde edilmekte ve artık antibiyotikler de kemoterapötikler içinde sayılmaktadır (Öztürk, 1997).

Antibiyotikler başlıca beş mekanizma ile etki gösterirler (Öztürk, 1997).

1. Hücre duvarı sentezini durdurma
2. Hücre zarı işlevini bozma
3. Mikroorganizmanın protein sentezini bozma
4. Mikroorganizmanın nükleik asit sentezini inhibe etme
5. Antimetabolik etki

Antibiyotikleri çeşitli kriterlere göre sınıflandırmak mümkündür. Antibiyotikler, mikroorganizmalar üzerindeki etki derecelerine, etki mekanizmalarına, kimyasal yapılarına ve farmakokinetik özelliklerine göre olmak üzere çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler (Aktuğlu, 1997; Ulusoy, 1999). En sık kullanılan sınıflama olan antibiyotiklerin etki mekanizmalarına göre sınıflandırılması Çizelge 2.3.'deki gibidir (Aktuğlu, 1997; Ulusoy, 1999; Ustaçelebi, 1999).

Çizelge 2.3. Bazı antibakteriyal ilaçların etki mekanizmaları (Ustaçelebi, 1999)

Etki Mekanizması	İlaçlar
Hücre duvarı sentezinin inhibisyonu	
Peptidoglukan sentezinde transpeptidasyonun inhibisyonu	Penisilinler, Sefalosporinler, İmipenem
Peptidoglukan sentezinde diğer basamakların inhibisyonu	Vankomisin, Basitrasin
Protein sentezinin inhibisyonu	
50S ribozomal alt üniteye etki edenler	Kloramfenikol, Eritromisin
30S ribozomal alt üniteye etki edenler	Aminoglikozid, Tetrasiklin
Nükleik asit sentezinin inhibisyonu	
Nükleotid sentezinin inhibisyonu	Sulfonamidler, Trimetoprim
DNA sentezinin inhibisyonu	Kinolonlar
mRNA sentezinin inhibisyonu	Rifampin
Hücre membran işlevini değiştirenler	Polimiksin
Etki mekanizması bilinmeyenler	İzoniazid, Metronidazol

2.13.1. Antibiyotiklerin Mikroorganizmalar Üzerindeki Etkinlik Dereceleri

Vücut sıvılarında oluşturdukları konsantrasyonlarda, mikroorganizmalar üzerindeki etki derecelerine göre bakteriyostatikler ve bakterisidler olmak üzere iki şekilde sınıflandırılırlar.

2.13.1.1. Bakteriyostatik Etki

Bunlar bakteri hücrelerinin gelişmesini veya üremesini önlerler. Gelişmesi ve üremesi duran bakteriler, vücudun savunma mekanizmaları tarafından kolaylıkla yok edilirler. Bakteriyostatik etki gücünün göstergesi “*Minimum İnhibitör Konsantrasyon = MİK*”dur (Akkan, 1997).

2.13.1.2. Bakteriyosidal Etki

Bunlar bakterileri dolaysız olarak yok ederler. Bakteriyosidal etki gücünün göstergesi ise minimum bakteriyosidal konsantrasyon (MBK) değeridir. Bu değer sıvı kültür ortamında bakterilerin % 99.9' unu öldüren ilaç konsantrasyonudur. Bakteriyosidal ilaçların da bir MİK değeri vardır, bu değer MBK' dan daha küçük bir değerdir. Genel kural olarak ilaçların verilen dozlarının, plazmada sağladıkları serbest fraksiyonlarının bakteriyostatik etki için MİK' in ve bakteriyosidal etki için MBK' in üstünde olmaları gerekmektedir (Aygün, 2002).

2.14. Antibiyotiklere Karşı Geliştirilen Direnç Mekanizmaları

Antibiyotik direnci; bir mikroorganizma türünün bazı suşlarının antibiyotikten etkilenmemesi ya da antibiyotiğe duyarlı bir suşun çeşitli direnç mekanizmalarından biri ile dirençli hale dönmesi olarak tanımlanır (Ergönül, 2005).

Antibiyotik direnci ilk kez, bu ilaçların en çok kullanıldığı yerler olan hastanelerde saptanmıştır. Sulfonamid dirençli *Streptococcus pyogenes* 1930'larda bir askeri hastanede ortaya çıkmıştır. Penisilin dirençli *Staphylococcus aureus*, 1940'larda başlayan penisilin kullanımından kısa bir süre sonra Londra hastanelerinden bildirilmiştir. Benzer şekilde, streptomisin kullanımından çok kısa bir süre sonra *Mycobacterium tuberculosis* bu ilaca karşı direnç geliştirmiştir. Birden çok ilaca karşı ilaç gelişimi geç 1950'ler ve erken 1960'larda enterik bakteriler arasında (*Escherichia coli*, *Shigella* ve *Salmonella*) ortaya çıkmıştır. Bu suşlar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde klinik sorunlar yaratmış ve tedavi maliyetlerini arttırmışlardır. Giderek artan antibiyotik kullanımına bağlı olarak direnç sıklığı hızla artış göstermiş, antibiyotiklerin kontrolsüz kullanılması bu durumu körüklemiştir (Ergönül, 2005).

Antibiyotiklere direnç, antibiyotik tedavi prensiplerine uyulmaması, yanlış endikasyonla, yetersiz dozda ve sürede ve uygun olmayan yoldan antibiyotik kullanılmasının doğrudan sonucu olarak ortaya çıkar (Durmaz, 2006).

Günümüzde çeşitli antibiyotiklerin toplumda tüketiminin artması, immun sistemi bozulmuş hastaların sayısında artma olması, yoğun bakım ünitelerinin sayısının artması, gıda endüstrisinde antibiyotik kullanımı gibi nedenlerle mikroorganizmalardaki antibiyotik direnci giderek artmaktadır (Demirtürk, 2004).

Antibiyotik direnci iki tipte sınıflandırılabilir.

1. Doğal direnç
2. Kazanılmış direnç
 - a) Mutasyona bağlı kazanılmış direnç

b)Direnç geninin alınmasına bağlı kazanılmış direnç (Plazmid veya transpozon aracılığı ile)

2.14.1. Doğal Direnç

Temelinde mikroorganizmaların metabolik olarak inaktif fazda bulunması veya ilacın etki mekanizmasına uygun hedef yapıların bulunmaması vardır. Bu duruma örnek olarak *M.tuberculosis*' in kalsifiye odaklarda metabolizması yavaşlamış olarak uzun süre canlı kalabilmesi ve bunun sonucunda antitüberküloz ilaçlara dirençli olması verilebilir (Öztürk, 2002).

2.14.2. Kazanılmış Direnç

Bakteri popülasyonunun antibiyotik madde ile ilk temasında ilaç mikroorganizma üzerine etkilidir, ancak temas süresinde veya tekrarlanan tedaviler sırasında mikroorganizma popülasyonunda antibiyotik maddeye karşı direnç gelişir. Antibiyotiklere karşı gelişen direnç esas olarak bu yolla olmakta ve genetik değişim sonunda seleksiyonla dirençli kökenler ortaya çıkıp yayılmaktadır (Öztürk, 2002).

Kazanılmış antibiyotik direnci ya mikroorganizma kromozomunda oluşan mutasyonlarla ya da transpozon, plazmid veya integron aracılığıyla direnç geninin duyarlı mikroorganizmalara aktarılması ile ortaya çıkar.

Dirençlilik global bir sorundur ve hızlı ulaşım, insanlarla birlikte dirençli mikroorganizmaların da hızla tüm dünya üzerine yayılmasına neden olabilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde yaşayan ve hiç antibiyotik kullanmamış bebeklerin bile kolon floralarında yüksek düzeyde direnç genleri taşıyan bakteriler bulunabilmektedir. Kalkınmada geri kalmış bu ülkelerde problemin çok daha ağır epidemiyolojik sonuçları görülmektedir (Doğancı, 2001).

Şu anda toplum kökenli enfeksiyonlar arasında, *Sterptococcus pneumoniae* ve metisilin dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA); nozokomiyal enfeksiyonlarda da Vankomisin dirençli enterokoklar, *Acinetobacter spp.*, geniş spektrumlu beta-laktamaz yapan gram negatif basiller ve yine MRSA'ya bağlı enfeksiyonlar antimikrobiyal direnç açısından en çok gündemde olan mikroorganizmalardır. Toplum kökenli pnömoni, otitis media ve sinüzitin en önemli etkeni olan *S.pneumoniae*' da yüksek düzeyde penisilin direnç oranları saptanmıştır (Şahin, 2005).

Hekimleri uygunsuz antibiyotik başlamaya iten en önemli faktörler hastaya ayıracak yeterli zaman olmaması, yeterli laboratuvar desteğinin bulunmaması ve hastadan gelen baskıdır. Diğer önemli bir faktör ise antimikrobiyal ilaçların reçete olmaksızın eczanelerden temin edilebilmesidir (Şardan, 2005).

Antimikrobiyal ilaçlara direnç mekanizmaları; ilacın hedefine ulaşamaması, ilacı inaktive eden enzimlerin üretimi, ilacın bakteri hücresindeki hedefinin değiştirilmesi, ilacın hedefinin dışında yeni bir metabolik yolun kullanılması şeklinde gerçekleşir (Ustaçelebi, 1999)

2.15. Antimikrobiyal Aktivitenin Belirlenmesinde Kullanılan Teknikler

2.15.1. Disk Difüzyon Yöntemi (Kirby-Bauer) Yöntemi

Antimikrobiyal ajanların duyarlılığının saptanmasında günümüzde kullanılan otomatize ve yarı otomatize teknikler gibi modern işlemlerin yerine, daha önce Kirby-Bauer Tekniği kullanılmaktaydı. Bu yöntem günümüzde yalnız araştırma ve özel amaçlarla kullanılmaktadır (Ustaçelebi, 1999).

Bu yöntemde; belirli bir miktar antimikrobiyal ajan içeren diskler, test mikroorganizmasından hazırlanan standart süspansiyonun yayıldığı agar plakların yüzeyine yerleştirilir. Böylece, diskteki antimikrobiyal madde besiyeri içerisine yayılır ve bakteriye etkili olduğu düzeylerde üremeyi engeller. Bunun sonucunda, disk çevresinde test mikroorganizmalarının üremediği dairesel bir inhibisyon alanı oluşur. Bu alanın çapı ölçülerek her antimikrobiyal madde için farklı olabilen duyarlılık sınırı değerleriyle karşılaştırılır. İnhibisyon alanının büyüklüğüne göre duyarlı, orta veya dirençli şeklinde duyarlılık kategorisi belirlenir (Ustaçelebi, 1999).

2.15.2. Tüp Dilüsyon Yöntemi

Bir dizi tüpe eşit miktarlarda buyyon ve belirli bir antimikrobiyal maddenin seri halde çift kat dilüsyonları konur. Her tüpe, test uygulanacak olan organizmanın standart süspansiyonundan eşit miktarda eklenir (yani organizmanın konsantrasyonu sabittir, her tüpteki antimikrobiyal madde miktarı ise değişiktir). Kontrol tüpünde antibiyotik bulunmaz. Süspansiyonlar 24 saat inkübe edilir. Antimikrobiyal madde konsantrasyonunun, inhibitör konsantrasyonunun altında olduğu tüplerde süspansiyon bulanıktır. Antimikrobiyal madde konsantrasyonu inhibitör düzeye eşit veya daha yüksek olduğu tüplerde ise buyyon berraktır. Üremeyi baskılayan en düşük madde konsantrasyonu MİK (Minimal İnhibisyon Konsantrasyonu) olarak kabul edilir (Ustaçelebi, 1999).

Sıvı besiyerinde sulandırma yöntemleri, tüpte uygulanıyorsa makro (tüp dilüsyon), mikrotitrasyon plaklarında, küçük hacim kullanılarak uygulanıyorsa mikrodilüsyon olarak adlandırılır (Ustaçelebi, 1999).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma materyali olarak kullanılan sünger örnekleri 2010 ve 2011 yıllarında belirli zamanlarda Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezinde yapılan SCUBA (Self Containt Underwater Breathing Aparatus) ve serbest dalış yöntemleri ile toplanmıştır. Süngerlerin tür teşhisi Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR tarafından yapılmıştır.

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Sünger Türleri ve Özellikleri

Çalışma materyali olarak kullanılan deniz süngerlerine ait türler *Spongia officinalis* Linnaeus, 1759, *Spongia agaricina* Pallas, 1766, *Aplysina aerophoba* Nardo, 1843 süngerleridir. Dalış istasyonlarında yapılan gözlemlerde *Spongia officinalis*'in Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı ve Ege Denizi (Saroz Körfezi)'nde oldukça fazla yayılım gösterdiği görülmüştür.

Ege Denizi Saroz Körfezi'nde SCUBA teçizatının özelliğine göre 30 m derinliğe kadar inilmiş, *Spongia agaricina* (Fil kulağı) süngerinin 10-30 m arasında, *Aplysina aerophoba* süngerlerin ise 3-5 m derinlikte yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

3.1.1.1. *Spongia officinalis* Linnaeus (1759)

Spongia officinalis Linnaeus (1759) süngerimsi dokusu elastik, çok ince conulose, küresel şekilli esnek, sıkıştırılabilir bir süngerdir. Genellikle üst tarafında birkaç oscules (açıklık) vardır. Dıştan siyah renkte, içten daha açık renklidir. Spikülleri ağ şeklinde spongin denilen sarı liflerden oluşmaktadır. *Spongia officinalis* İspanya'nın Atlantik kıyılarında da birkaç kez kaydedilmiş bir Akdeniz sünger türüdür. Şekil 3.1 *Spongia officinalis*, (Türk banyo süngeri)'nin fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 3.1. *Spongia officinalis* (Türk banyo süngeri).

Taksonomik açıklama aşağıda bir sıra dahilinde verilmiştir.

Renk: Doğrudan ışığa maruz siyah ve koyu renkte, karanlıkta büyüyen ışık görmeyen yerlerde gelişenler beyaz renkte ya da ara tonlarda görülür.

Şekil, büyüklük, yüzey ve tutarlılık: *Spongia officinalis* oldukça değişken şekil büyüklüğüne sahiptir. Çapı yaklaşık 10 cm üzerinde küresel yapıda yüzeyi 0,2-0,5 mm çapında 1cm boyutunda sık ve oldukça düzenli ince kanüllerle kaplanmış. Üst tarafında Oscules sayıca az yüzey örtüsünden 1,5-2 mm yükseltilmiş haldedir. Elle tutulduğunda süngerimsi dokusu esnek sıkıştırılabilir elastik özelliktedir.

Spikülleri: Yok.

İskelet: (*Spongia officinalis* lifleri) birincil elyaf fibriller ve bunların arasındaki ikincil spikül yapıları ile bu sistemin içinde yer alan yabancı küçük kum taneleri ve birincil elyaf doku tarafından oluşan farklı çekirdek yapısına sahip spikül kalıntılarından oluşan farklı bir yapıya sahiptir. İkinci lifler 10-35 mikron çapında sarı-kahverengi ve oldukça düzensiz şekildedir. Genel olarak retikülasyon çok yoğun olduğundan kafesleri küçük ve düzensizdir.

Koanosit odaları: Küresel, çapı 20-30 mikron.

Ekoloji: Kayalar üzerinde ve mağaralarda, sublittoral.

Dağılımı: Galicia; Akdeniz.

Etimoloji: *officinalis* (Latin) = tıbbi amaçla yararlı.

Bu sünger Avrupa'nın en kaliteli banyo süngeridir. Küresel kompakt formda olmasıyla diğer türlerden ayrılır.

(http://species-identification.org/species.php?species_group=sponges&id=412)

3.1.1.2. *Spongia agaricina* Pallas (1766) "Fil kulağı"

Spongia agaricina Pallas (1766) "Fil kulağı" olarak bilinen sünger, banyo süngeri gibi üstün kaliteli yapısı nedeniyle ticari önemi olan bir sünger türüdür. *Spongia agaricina* Portekiz ve Atlantik kıyılarında da bulunmuş bir Akdeniz sünger türüdür. Şekil 3.2.' de *Spongia agaricina* Pallas (1766) görülmektedir



Şekil 3.2. *Spongia agaricina* (Fil kulağı).

Taksonomik açıklama aşağıda bir sıra dahilinde verilmiştir.

Renk: Bej veya koyu kestane.

Şekil, büyüklük, yüzey ve tutarlılık: Basık, plaka benzeri şekil veya sığ çukur şeklidir. Boyutu normalde 15-25 cm genişliğinde, 1-4 cm kalınlığında, ancak çok daha büyük (en fazla 1 metre genişliğinde) örnekler de, bilinmektedir. Atlantik kıyısında numuneler en geniş 15 cm'dir. Yüzeyinde ince conulose vardır. Oscules (açıklıklar) sadece plaka içinde veya üst tarafındadır. Elle tutulduğunda yumuşak, elastik bir yapı hissedilmektedir.

Spikülleri: Absent.

İskelet: *Spongia agaricina* lifleri Ectosome kum taneleri ile güçlendirilmiş bir ışık demeti şeklinde retikülasyon gösterir. Lifler, 35-75 mikron çapında kum taneleri tarafından özlü ilk yapı ; çapı 10-30 mikron ikincil elyaf doku ile kapanmıştır. İskelet yapısı *S. officinalis*' e benzer.

Ekoloji: 5-15 m derinlikteki mağaralarda; kaya üzerinde 300 m'ye kadar inen derin sular da yayılış gösterir.

Dağıtım: Portekiz; Akdeniz.

Etimoloji: agaricum (Yunanca) = kav mantarı, basık şekilli zehirli mantara atıfta bulunularak verilmiştir.

Tip numune bilgileri: Muhtemelen kaybetti .

Sünger şekli farklıdır. Fil kulağı süngeri çok değerli ve ticari öneme sahip nitelikli bir süngerdir. Yaygın olarak cam yüzeylerin cilalanmasında, çanak çömlek kalaylamada kullanılan bu sünger şimdi de dekorasyon amacıyla kullanılan değerli bir süngerdir. Akdeniz ticari süngerleri olan *Spongia officinalis* ve *Hippospongia communis*'in ticari önemi daha yaygın olmuştur. Daha az olarak kullanılan türler daha derinde olduğu için (en fazla 100-120 m) nispeten daha az etkilenmiş olurlar. Akdenizde 1986 yılındaki sünger hastalığından sonra ticari süngerlerin fiyatı artmıştır. Tür bir kaç metre derinlikten 120 m derinliğe kadar farklı derinliklerde bulunması nedeniyle, nesli tehlike altında değildir. Ticari değeri ve şekli nedeniyle ayrıca piyasada nadir bulunması nedeniyle daha pahalıdır. Çanak çömlekçiler tarafından toprak tencerenin içine kil astar uygulaması amacıyla kullanılmaktadır. Çömleklerin kil ile çok düzgün astarlanmasını sağlayan fil kulağı süngeri, yapay süngerlere göre daha iyi iş gören, gidererek pahalı ve zor elde edilen bir malzeme olmuştur.

(http://species-identification.org/species.php?species_group=sponges&id=410)

3.1.1.3. *Aplysina aerophoba* Nardo, 1833

Aplysina aerophoba Nardo 1833, sudan alınan formları karakteristik parlak sarı renkte, mavi-siyah tüpler içeren yapısı vardır. Sünger ele alındığında lastik gibi sıkıştırılabilir bir duyu verir. Portekiz ve İspanya kıyılarından Atlantik'e nüfuz eden Akdeniz sünger türüdür. Şekil 3.3.'te *Aplysina aerophoba* Nardo, 1833 görülmektedir.



Şekil 3.3. *Aplysina aerophoba* Nardo, 1833.

Taksonomik açıklama aşağıda bir sıra dahilinde verilmiştir.

Renk: Suyun içindeki canlı formları parlak sarı, üzerinde karakteristik koyu yeşilimsi mavi bir örtü bulunan birçok dikey tüpçükten oluşmuş yapıya sahip, sudan dışarı alındığında siyah renk alır. Alkol içinde bekletildiğinde, alkol içine doğru siyah renkli mürekkep benzeri bir sıvı bırakır.

Şekil, büyüklük, yüzey ve tutarlılık: Tutunma yüzeyinin tabanından itibaren birleşik düzensiz tübüler yapıya sahiptir. Bu yapı merkezi etrafında bitiş merkezinde düzleştirilmiş tübüler yapıda 3-4 cm yüksekliğinde, çapı 1-2,5 cm olan bir oscule bulunmaktadır. Bazal kütesinin yüzeyinin yanı sıra tüpler değişken uzunlukta olup birleşik fistül yapısı şeklinde uzamaktadır. Sünger yüzeyine dokunulduğunda, kaygan düzensiz küçük kanüllerle kaplıdır. Elle tutulduğunda nispeten sağlam, lastik gibi esnek yapısı hissedilir.

Spikülleri: Absent.

İskelet: Fibroreticulate iskelet yapısı olmaksızın en fazla 3 mm çapında olan düzensiz yuvarlak üç boyutlu kafes oluşturan ana ve ikincil liflerle karakteristik yapıya sahiptir. Yüzeyde kanüller kısa kör bitmeyen lifleri oluşturur. *Aplysina aerophoba*'nın iplik çapı 80-150 mikron iplikleri çizgili ve çapı 30-70 mikron genişliğinde silindirik bir merkezi boşluk yapısı vardır. Bu merkezi boşluktan siyah kahverengi renkte; santral boşluk içinden paketlenmiş olarak geçen spongin demet yapısı görünür.

Ekoloji: Doğrudan güneş ışığı alan 0-20 m sığ su habitatlarında yayılım gösterir.

Dağılımı: Portekiz ve İspanya kıyıları, Akdeniz.

Etimoloji: aerophobus (Yunanca) = havaya maruz bırakıldığında etkilenen rengini değiştirmek için yönlendiren "havadan korkar".

Tip numune bilgileri: Muhtemelen kaybetti .

(http://species-identification.org/species.php?species_group=sponges&id=126&menuentry=soorten)

A. aerophoba türü (Schmidt 1862- Aplysinidae familyası, Verongida takımı) Akdeniz ve Atlantik'in bazı bölümlerinde sık rastlanabilen bir sünger türü olup, güneş ışığının rahatlıkla erişebildiği aydınlık derinliklerde (5–25 m) görülebilmektedir. *Aplysina* cinsine ait süngerler etli, yumuşak, temelinde birleşmekte olan birçok dikey tüpçükten oluşmakta ve aynı zamanda silika iskeletinden yoksundurlar. *A. aerophoba* süngerinin rengi açık sarı olup yüzeyindeki dokularda barınan siyanobakteriler nedeniyle yeşilimsi kırmızımsı bir tona sahiptir. *A. aerophoba*'nın üzerinde bulunan bakterilerin çoğunluğu ekstrasellüler olarak mezofil matriksinde lokalize olmaktadır ve sünger biyokütlesinin % 38 ini oluşturmaktadırlar (Vacelet 1975). Su üstüne çıkarıldıklarında mürekkekbimsi bir sıvı çıkartan bu süngerler, ürettikleri ikincil metabolizma ürünleri nedeniyle çeşitli bilim çevrelerinin yoğun ilgisini çekmektedirler. Barselona (1995) sözleşmesi gereğince nesli tükenmekte olan türler arasında yer alan süngerin kendisine çok benzeyen ancak daha derinlerde, karanlık kovuk mağara ortamlarında yaşamakta olan *A. cavernicola* adlı yakın bir akrabası vardır.

3.1.2. Çalışmada Kullanılan Test Mikroorganizmaları

Deniz süngerlerinin antimikrobiyal aktivitelerinin tespiti için kullanılan mikroorganizma kültürleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Araştırma Laboratuvarından temin edilmiştir.

Yapılan çalışmada *Bacillus cereus* ATCC 7064, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 25902, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis* bakterileri kullanılmıştır.

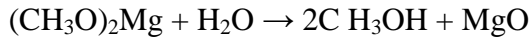
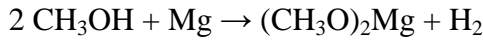
Funguslardan *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus var. elipticus*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium granulatum*, *Penicillium rugulosum*, *Penicillium jensei*, *Aspergillus candidus*, *Geotrichum candidum* ve *Candida albicans* ATCC 10239 kullanılmıştır.

3.1.3. Çalışmada Kullanılan Çözücü

Metanol

CH₃OH genel formülüne sahip olan metanol, Metil alkol ve Karbinol isimleri ile de bilinen organik bir çözücüdür. Metanol ilk defa 1661'de odunun kuru kuruya damıtılmasıyla elde edilmiştir. Damıtma ürününde % 1,5-3 metanol, % 10 asetik asit, % 0,5 aseton ve başkaları bulunmaktadır. Endüstride, karbonmonoksit ile hidrojenin reaksiyonundan elde edilir. Bu metodla saf metanol elde edilirse de sıcaklığın 30-40 derece yükselmesi halinde n- propanol ve izobutanol teşekkül edebilir.

Saf metanol 64,6 derecede kaynayan akışkan bir sıvı olup, parlak olmayan mavimsi bir alevle yanar. Bütün organik çözücülerde her oranda çözünür. Fraksiyonlu destilasyonla sulu çözeltisinden % 99'luk bir saflıkta elde edilir. Susuz (mutlak) metanol elde etmek için Mg kullanılır:



Çok az miktardaki metanol canlı organizma için zehirdir. Kalıcı yaralar, bozukluklar meydana getirir. Örneğin 25 gram metanol içilirse gözler kör olur.

Endüstride çözücü ve motor yakıtlarının bir bileşeni olarak geniş çapta kullanılır. Formaldehit ve anilin boyalarının elde edilmesinde kullanılır. Ayrıca metillendirme vasıtası olarak organik sentezlerde ve alkolün içilmezliğini sağlamada yaygın olarak kullanılır. Bu tez çalışmasında sünger yapısında bulunan antimikrobiyal aktiviteye sahip organik moleküllerin ve sekonder metabolitlerin, hücrelerden çözünmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sünger Örneklerinin Toplanması

Sünger örnekleme çalışmaları 8 Ağustos 2010, 27 Mart 2011, 3 Nisan 2011 ve 8 Mayıs 2011 tarihlerinde 4 kez yapılmış ve örnekleme çalışmaları Çizelge 3.1. ' de verilmiştir. Deniz süngerleri daha önce dalış ortamı açısından bilinen; güvenlik, lojistik, ulaşım, ekipman desteği, mevsim ve sünger yoğunluğu gibi faktörler değerlendirilerek belirlenen istasyonlardan serbest dalış ve SCUBA yöntemi kullanılarak, el ve kesici aletlerin yardımı ile toplanmıştır.

Çizelge 3.1. Dalış istasyon çizelgesi

Dalış İstasyonu	Tarih	Dalış Yöntemi	Derinlik	Örneklenen Sünger Türleri	Örnek Sayısı
Bozkent- Marmara Denizi	08.08.2010	Serbest dalış	4-5 m	<i>Spongia officinalis</i>	6
Kalanora Sahili- Gelibolu Çanakkale Boğazı	27.03.2011	Serbest dalış	4-5 m	<i>Spongia officinalis</i>	7
Kömür Limanı- Saroz Körfezi- Gelibolu	03.04.2011	SCUBA	10 m	<i>Spongia officinalis</i>	7
Kömür Limanı- Saroz Körfezi- Gelibolu	08.05.2011	SCUBA	10-30 m	<i>Spongia agaricina</i>	7
			3-4 m	<i>Aplysina aerophoba</i>	6

Örnekleme için literatürde var olan sualtı örnekleme metodlarından yararlanılmıştır (Katağan ve ark., 1991; MacMillan 1996, Osinga ve ark., 1999). Hedeflenen süngerlerin örneklenmesi için, dalıcılara tehlike oluşturmayacak dalış noktalarındaki, sağlıklı görünümde olan bireyler seçilmiştir. Diseksiyon esnasında çevredeki diğer süngere ve deniz canlılarına en az miktarda zarar verecek şekilde, incelemeler için yeterli kadar, ama canlının sağlıklı olarak hayatını idame ettirmesini engellemeyecek şekilde örnekleme yapılmıştır.

Süngerlerin, totipotent, kendilerini yenileyebilen canlılar olmaları nedeniyle, diseksiyon esnasında canlıya zarar vermemek ve enfeksiyon kapma ihtimalini en aza indirmek için temiz ve keskin diseksiyon aletleri kullanılmış, kesimler tek seferde gerçekleştirilmiştir.

Toplanan sünger örnekleri deniz suyu içeren plastik kaplara alınarak, tarih, istasyon, örneklenen süngere ait örnekleme derinliği, süngerin yetiştiği ortam özellikleri, büyüklüğü, görünüm ve benzeri özellikleri not edilmiştir. Deniz suyu içeren kaplarda laboratuara taşınan sünger örneklerinin boy ölçümleri yapılarak çeşitli açılardan fotoğrafları çekilerek bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. Dalış noktaları Şekil 3.4.'de görülmektedir.



Şekil 3.4. Dalış noktaları.

Toplanan deniz süngeri örneklerinden tür tayini için kullanılacak olan numuneler, uygun ebattaki kaplara alınarak etiketlenmiştir. Örneklerin üzeri % 70' lik etanol ile örtülecek şekilde hazırlanarak, kapaklı kap içerisinde ve kargo ile Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine gönderilmiştir. Çalışmada kullanılan süngerlerin tür teşhisi Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR tarafından yapılmıştır.

3.2.2. Sünger Örneklerinin Ekstraksiyonu

Sünger örnekleri simbiyontlarından temizlenerek karanlık ortamda bekletilerek kurutuldu. Sünger örneklerini kurutma işlemi sırasında kurutma kağıtları işlem boyunca hergün değiştirildi. Kurumuş olan süngerlerin boy ölçümleri yapılarak çeşitli açılardan fotoğrafları çekilerek kaydedildi.

Sünger ekstraksiyonu McCaffrey ve Endean (1985) yöntemi modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Kurutulmuş süngerler küçük parçalar halinde kesilerek iç kısımlarında bulunan taş, kabuk, diğer canlı kalıntılarından ayrıldı. Sünger parçaları 105 °C'de 1 saat

etüvde bekletildi. Daha sonra sünger parçaları aseptik şartlarda mekanik parçalayıcı yardımıyla toz haline getirildi. Toz haline getirilen sünger örnekleri küçük cam kavanozlara alınarak etiketlendi.

Crews ve Naylor (1985)'e göre; deniz süngerlerindeki biyoaktif organik bileşiklerin açığa çıkarılmasında en etkili çözücünün metanol olduğu bildirilmektedir (Bharat ve ark., 2008). Bu nedenle ekstraksiyon işlemi çözücü olarak metanol seçilmiştir.

Ekstraksiyon işlemi ÇOMÜ Merkez Laboratuvarında soxhalet cihazı ile yapılmıştır. Ekstraksiyon işlemi sırasında sünger örnek ağırlığı, çözücü oranı (01:10) olarak ayarlanmıştır. Ekstraksiyon sonrası metanol, Rotary Evaporatör (Döner Buharlaştırıcı) yardımıyla uçurulmuş ve kalan sünger ekstraktı 20 ml steril flakonlara alınarak tartılmıştır. Ekstraktın bulunduğu flakonlar etiketlenerek alüminyum folyo ile sarılmış ve +4 °C' de muhafaza edilmiştir. Çizelge 3.2.'de çalışmada farklı dalış istasyonlarından toplanan sünger örneklerine ait ekstraksiyon verileri görülmektedir.

Çizelge 3.2. Farklı dalış istasyonlarından toplanan sünger örneklerine ait ekstraksiyon verileri

Dalış İstasyonu	Toplanan Sünger Türleri	Sünger Kuru Ağırlığı (Toz Halde)	Ekstrakt Miktarı	% Ekstraksiyon Verimi
Bozkent-Marmara Denizi	<i>Spongia officinalis</i>	57,1 gr.	18,84 gr.	% 33
Kalanora Sahili-Gelibolu Çanakkale Boğazı	<i>Spongia officinalis</i>	86,1 gr.	22,31 gr.	% 26
Kömür Limanı-Saroz Körfezi-Gelibolu	<i>Spongia officinalis</i>	50 gr.	8,4 gr.	% 17
Kömür Limanı-Saroz Körfezi-Gelibolu	<i>Spongia agaricina</i>	50 gr.	8 gr.	% 16
Kömür Limanı-Saroz Körfezi-Gelibolu	<i>Aplysina aerophoba</i>	50 gr.	22 gr.	% 44

3.2.3. Disklerin ve Mikroorganizma Kültürlerinin Hazırlanması

Çalışmada disk difüzyon yöntemi kullanılarak antimikrobiyal aktiviteler belirlendi. Bunun için 6 mm çapındaki steril kağıt disklerle otomatik pipet ile 25µL konsantrasyonundaki ekstraktlar emdirildi. Disk difüzyon yönteminde negatif kontrol olarak

(metanol: distile su; 04 : 01) oranında hazırlanarak, 6 mm çapındaki steril kağıt disklerle 25µL emdirilerek kullanılmıştır. Besiyeri olarak bakteriler için antimikrobiyal aktivite tayininde kullanılan Mueller Hinton Agar (HIMEDIA), küf ve mayalar için Potato Dextrose Agar (HIMEDIA) kullanıldı.

Kullanılan bakteri kültürlerini aktif hale getirebilmek için Brain Heart Infusion Broth (OXOID), maya kültürlerini aktiveştirebilmek için Malt Extract Broth (HIMEDIA) kullanıldı. Stok kültürlerden alınan bir öze dolusu bakteri kültürleri Brain Heart Infusion Broth ortamına ve fungus kültürleri ise Malt Extract Broth ortamına aktarıldı. Bakteriler 35±0,1°C'de 24 saat, funguslar 25°C ±0,1°C de 72 saat inkübasyona tabi tutuldu. İnkübasyon sonrasında son inokulum konsantrasyonu, bakterilerde yaklaşık olarak 10⁵ CFU/mL, funguslarda ise 10⁴ CFU/mL olarak ayarlandı. Bakteri ve fungus kültürlerinden ilgili besiyerlerine 0,1 mL aşılama yapıldı ve süspansiyon steril cam L baget ile yayıldı. Tüm petri plakları bundan sonra 5-15 dakika süre ile oda sıcaklığında kurumaya bırakıldı. Süre sonunda petrilerin içine aseptik olarak farklı ekstreler emdirilmiş diskler yerleştirildi. Bakterilerin inoküle edildiği plaklar 35±0.1°C'de 24 saat, küf ve mayaların inoküle edildiği plaklar 25°C ±0.1°C de 48 saat inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda disklerin çevresinde oluşan inhibisyon zonlarının çapları ölçüldü. Buna ilaveten çözücü emdirilmiş olan diskler kontrol için, standart antibiyotik diskleri ise mukayese olarak kullanıldı (CLSI, 2010). Tüm test mikroorganizmalarına karşı yapılan antimikrobiyal aktivite deneyleri üç tekrarlı olarak çalışıldı.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Bulguları

4.1.1. *Spongia officinalis* Linnaeus, 1759 Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre; üç farklı dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* deniz süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklerle otomatik pipet ile 25 µL emdirilmiş ekstrelerinin birbirinden farklı antimikrobiyal aktivite sergiledikleri tespit edilmiştir.

4.1.1.1. Bozkent'teki (Marmara Denizi) Dalış Noktasından Toplanan *Spongia officinalis* Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi

Bozkent'teki dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis*' e ait ekstreler çalışmada kullanılan tüm Gram pozitif, Gram negatif bakterilere, küf ve maya suşlarına karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları Çizelge 4.1.'de görülmektedir. Antibakteriyal aktivitesinin en fazla 13,3 mm zon çapına sahip olan *Bacillus cereus* ATCC 7064 ve 13 mm zon çapı ile *Bacillus subtilis* ATCC 6633 bakterilerine karşı olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan antibiyotiklere karşı dirençli olan *Klebsiella pneumoniae* bakteri kültürüne karşı 10,3 mm çapında zon tespit edilmiştir. Antibiyotiklere dirençli bu bakteriye karşı, *Spongia officinalis*' in göstermiş olduğu antimikrobiyal etki kayda değer bir orandadır.

Spongia officinalis deniz süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklerle 25 µL emdirilmiş ekstrelerinin çalışmada kullanılan funguslardan *Geotrichum candidum* ' a karşı 18,3 mm zon çapı oluşturarak güçlü bir antifungal aktivite göstermiştir. *Penicillium rugulosum*' a karşı 18 mm, *Penicillium granulatum*' a karşı 17 mm , *Penicillium jenseii*' ye karşı 15,3 mm ve *Aspergillus fumigatus var. elipticus*' a karşı 14,6 mm zon çapı oluşturarak yüksek oranda bir antifungal aktivite göstermiştir. *Candida albicans* ATCC 10239'a karşı 10 mm zon çapı ölçülerek antimikrobiyal aktivite belirlenmiştir. Şekil 4.1.1. ve Şekil 4.1.2.'de Bozkent (Marmara Denizi) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları görülmektedir.

4.1.1.2. Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) Dalış Noktasından Toplanan *Spongia officinalis* Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi

Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* deniz süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklerle 25 µL emdirilmiş ekstrelerinin antimikrobiyal aktivite Çizelge 4.2.'de görülmektedir.

Çalışmada kullanılan bakterilerden *Bacillus cereus* ATCC 7064' a karşı 7 mm, *Bacillus subtilis* ATCC 6633' e karşı 8 mm, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538' a karşı 10 mm inhibisyon zonu tespit edilmiştir.

Funguslardan *Aspergillus fumigatus* var. *elipticus*' a karşı 7 mm, *Aspergillus flavus*'a karşı 7,3 mm, *Aspergillus candidus*' a karşı 17,3 mm, *Penicillium granulatum*' a karşı 16,3 mm, *Penicillium rugulosum*'a karşı 15 mm inhibisyon zonları oluşturan bir antimikrobiyal aktivite görülmüştür. Şekil 4.2.'de Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları görülmektedir.

4.1.1.3. Kömür Limanı Gelibolu (Saroz Körfezi) Dalış Noktasından Toplanan *Spongia officinalis* Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi

Kömür Limanı Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklerle 25 µL emdirilmiş ekstrelerine ait antimikrobiyal aktivite sonuçları Çizelge 4.3.'te görülmektedir.

Tez çalışmada kullanılan bakterilerden *Bacillus subtilis* ATCC 6633'e karşı 7 mm, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538' e karşı 7,6 mm, funguslardan ise sadece *Aspergillus candidus*'a karşı 12,6 mm ve *Penicillium rugulosum*'a karşı 11,6 mm çapında inhibisyon zonları ölçülerek düşük bir antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir. Şekil 4.3.'te Kömür Limanı- Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları görülmektedir.

4.1.2. *Spongia agaricina* Pallas, 1766 Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi

Spongia agaricina Pallas, 1766 (Fil Kulağı) süngerinin antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmanın bulguları Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre; *Spongia agaricina* deniz süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklerle 25 µL emdirilmiş ekstrelerinin çalışmada kullanılan *Enterococcus faecalis* bakterisi dışındaki tüm bakteri, küf ve maya suşlarına karşı antimikrobiyal aktivite sergilediği yapılan zon çapı ölçümleriyle tespit edilmiştir. Gram pozitif bakterilerden *Staphylococcus epidermidis*

ATCC 122228' e karşı 13,6 mm zon çapı ölçülerek en yüksek antibakteriyel aktivite değeri bulunmuştur. Antibiyotiklere karşı dirençli olan *Klebsiella pneumoniae*'ye karşı 8,3 mm inhibisyon zon çapı ölçülerek zayıf bir antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir. *Escherichia coli* ATCC 25902, ve *Bacillus subtilis* ATCC 6633 bakterilerine karşı düşük bir antimikrobiyal aktivite geliştiği görülmüştür.

Spongia agaricina Pallas, 1766 (Fil Kulağı) süngerinin antifungal aktivitesi çalışmada kullanılan diğer sünger türlerine göre daha fazladır. *Spongia agaricina* deniz süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklerle 25 µL emdirilmiş ekstrelerinin, çalışmada kullanılan *Candida albicans* ATCC 10239' a karşı 20,6 mm zon çapı ölçülerek, bu sünger ekstraktına ait en iyi antimikrobiyal aktivite sonucu elde edilmiştir. Bunun yanında *Penicillium granulatum*' a karşı zon çapı 20 mm, *Aspergillus flavus*' a karşı zon çapı 19,6 mm, *Aspergillus candidus*' a karşı zon çapı 15,3 mm ölçülerek oldukça güçlü bir antifungal aktivite tespit edilmiştir. *Geotrichum candidum*' a karşı 12,6 mm, *Penicillium rugulosum*'a karşı ise 11 mm zon çapı ölçülmüştür. *Spongia agaricina* deniz süngerinden elde edilen ekstrelerin *Aspergillus niger*'e karşı 8,3 mm, *Aspergillus fumigatus var. elipticus*' a karşı 8,6 mm, *Penicillium jenseii*' ye karşı 9 mm çapında zon oluşturarak bu üç fungus türüne karşı zayıf bir antimikrobiyal aktivite sergilediği görülmüştür. Şekil 4.4.1. ve Şekil 4.4.2.'de Kömür Limanı- Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Spongia agaricina* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları görülmektedir.

4.1.3. *Aplysina aerophoba* Nardo, 1843 Süngerinin Antimikrobiyal Aktivitesi

Aplysina aerophoba Nardo, 1843 süngerinin antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışmanın bulguları Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre; *Aplysina aerophoba* deniz süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklerle 25 µL emdirilmiş ekstrelerin, Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesi çalışmada kullanılan sünger türleri içinde en yüksek antimikrobiyal aktivite sonuçlarını vermiştir. *Aplysina aerophoba* deniz süngeri ekstresi en yüksek antibakteriyel aktiviteyi 19,6 mm zon çapı ile Gram pozitif bakterilerden *Staphylococcus epidermidis* ATCC 122228' e karşı göstermiştir. Çalışmada kullanılan ve antibiyotiklere karşı dirençli olan *Klebsiella pneumoniae* bakteri kültürüne karşı 14,3 mm çapında zon ölçülerek, *Aplysina aerophoba* deniz süngeri ekstresinin güçlü antimikrobiyal aktivitesi tespit edilmiştir. *Staphylococcus aureus* ATCC 6538' e karşı 17,3 mm, *Bacillus subtilis* ATCC 6633' e

karşı 15,6 mm, *Bacillus cereus* ATCC 7056'a karşı 14 mm, *Enterococcus faecalis*' e karşı 14,3 mm *Escherichia coli* ATCC 25902'ye karşı 12,6 mm çapındaki zonlar ölçülerek güçlü bir antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir.

Aplysina aerophoba deniz süngerinden elde edilen ve 6 mm çapındaki boş antibiyogram disklere 25 µL emdirilmiş ekstrelerin fungus ve maya suşlarına karşı sergilediği antimikrobiyal aktivite *Candida albicans* ATCC 10239'ye karşı 23,6 mm çapında zon oluşturarak bu çalışmada tespit edilen en büyük antimikrobiyal aktivite değeri olma niteliğini taşımaktadır. *Geotrichum candidum*'a karşı 19,6 mm zon çapı ölçülerek güçlü bir antifungal aktivite belirlenmiştir. *Penisillium jensenii*'ye karşı 9,3 mm, *Penicillium rugulosum*' a karşı 7,6 mm zon çapı ölçülerek zayıf bir antifungal aktivite tespit edilmiştir. Şekil 4.5.'te Kömür Limanı- Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Aplysina aerophoba* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları görülmektedir.

Aplysina aerophoba deniz süngerinden elde edilen ekstrelerin, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus var. elipticus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus* ve *Penicillium granulatum*' a karşı antimikrobiyal aktivitesini görülmemiştir.

Çizelge 4.1. Bozkent'teki (Marmara Denizi) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivitesi

Test Mikroorganizmaları	İnhibisyon Zonları (mm)*				
	Ekstrakt 25µL	P 10	AM 25	KETO 20	NYS 100
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 7064	13,3	14	12	TE	TE
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	13	13	16	TE	TE
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	7	28	25	TE	TE
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	8	23	20	TE	TE
<i>Enterococcus faecalis</i>	10,3	15	13	TE	TE
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25902	12	18	19	TE	TE
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10,3	14	13	TE	TE
<i>Aspergillus niger</i>	8,6	TE	TE	10,6	13,3
<i>Aspergillus fumigatus var. elipticus</i>	14,6	TE	TE	10	20
<i>Aspergillus flavus</i>	12	TE	TE	21,3	20
<i>Aspergillus candidus</i>	9	TE	TE	14	15,3
<i>Penicillium granulatum</i>	17	TE	TE	14	14,3
<i>Penicillium rugulosum</i>	18	TE	TE	16	13
<i>Penicillium jenseii</i>	15,3	TE	TE	17,3	16,6
<i>Candida albicans</i> ATCC 10239	10	TE	TE	21	20
<i>Geotrichum candidum</i>	18,3	TE	TE	23,3	16,6

P 10: Penicillin (10 µg)
AM 25: Ampicillin (25 µg)
(TE): Test Edilmedi

KETO 20: Ketocanazole (20 µg)
NY 100: Nystatin (100 µg)

(*): Rakamlar inhibisyon zonlarının çaplarını göstermektedir. Her disk 6 mm çapında olup 25 µL (mikrolitre) ekstre emdirilmiştir. Sonuçlar üç deneyin ortalamasıdır.

Çizelge 4.2. Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivitesi

Test Mikroorganizmaları	İnhibisyon Zonları (mm)*				
	Ekstrakt 25µL	P 10	AM 25	KETO 20	NYS 100
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 7064	7	14	12	TE	TE
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	8	13	16	TE	TE
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	–	28	25	TE	TE
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	10	23	20	TE	TE
<i>Enterococcus faecalis</i>	–	15	13	TE	TE
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25902	–	18	19	TE	TE
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	–	14	13	TE	TE
<i>Aspergillus niger</i>	–	TE	TE	10,6	13,3
<i>Aspergillus fumigatus var. elipticus</i>	7	TE	TE	10	20
<i>Aspergillus flavus</i>	7,3	TE	TE	21,3	20
<i>Aspergillus candidus</i>	17,3	TE	TE	14	15,3
<i>Penicillium granulatum</i>	16,3	TE	TE	14	14,3
<i>Penicillium rugulosum</i>	15	TE	TE	16	13
<i>Penicillium jenseii</i>	–	TE	TE	17,3	16,6
<i>Candida albicans</i> ATCC 10239	–	TE	TE	21	20
<i>Geotrichum candidum</i>	–	TE	TE	23,3	16,6

P 10: Penicillin (10 µg)
AM 25: Ampicillin (25 µg)
(TE): Test Edilmedi

KETO 20: Ketocanazole (20 µg)
NY 100: Nystatin (100 µg)

(*): Rakamlar inhibisyon zonlarının çaplarını göstermektedir. Her disk 6 mm çapında olup 25 µL (mikrolitre) ekstre emdirilmiştir. Sonuçlar üç deneyin ortalamasıdır.

Çizelge 4.3. Kömür Limanı Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivitesi

Test	İnhibisyon Zonları (mm)*				
	Ekstrakt	Mukayese Antibiyotikleri			
Mikroorganizmaları	25µL	P 10	AM 25	KETO 20	NYS 100
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 7064	–	14	12	TE	TE
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	7	13	16	TE	TE
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	–	28	25	TE	TE
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	7,6	23	20	TE	TE
<i>Enterococcus faecalis</i>	–	15	13	TE	TE
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25902	–	18	19	TE	TE
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	–	14	13	TE	TE
<i>Aspergillus niger</i>	–	TE	TE	10,6	13,3
<i>Aspergillus fumigatus var. elipticus</i>	–	TE	TE	10	20
<i>Aspergillus flavus</i>	–	TE	TE	21,3	20
<i>Aspergillus candidus</i>	12,6	TE	TE	14	15,3
<i>Penicillium granulatum</i>	-	TE	TE	14	14,3
<i>Penicillium rugulosum</i>	11,6	TE	TE	16	13
<i>Penicillium jenseii</i>	–	TE	TE	17,3	16,6
<i>Candida albicans</i> ATCC 10239	–	TE	TE	21	20
<i>Geotrichum candidum</i>	–	TE	TE	23,3	16,6

P 10: Penicillin (10 µg)
AM 25: Ampicillin (25 µg)
(TE): Test Edilmedi

KETO 20: Ketocanazole (20 µg)
NY 100: Nystatin (100 µg)

(*): Rakamlar inhibisyon zonlarının çaplarını göstermektedir. Her disk 6 mm çapında olup 25 µL (mikrolitre) ekstre emdirilmiştir. Sonuçlar üç deneyin ortalamasıdır.

Çizelge 4.4. *Spongia agaricina* Pallas, 1766 süngerinin antimikrobiyal aktivitesi

Test Mikroorganizmaları	İnhibisyon Zonları (mm)*				
	Ekstrakt 25µL	P 10	AM 25	KETO 20	NYS 100
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 7064	10	14	12	TE	TE
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	9,3	13	16	TE	TE
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 122228	13,6	28	25	TE	TE
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	10	23	20	TE	TE
<i>Enterococcus faecalis</i>	–	15	13	TE	TE
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25902	7,3	18	19	TE	TE
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	8,3	14	13	TE	TE
<i>Aspergillus niger</i>	8,3	TE	TE	10,6	13,3
<i>Aspergillus fumigatus var. elipticus</i>	8,6	TE	TE	10	20
<i>Aspergillus flavus</i>	19,6	TE	TE	21,3	20
<i>Aspergillus candidus</i>	15,3	TE	TE	14	15,3
<i>Penicillium granulatum</i>	20	TE	TE	14	14,3
<i>Penicillium rugulosum</i>	11	TE	TE	16	13
<i>Penicillium jenseii</i>	9	TE	TE	17,3	16,6
<i>Candida albicans</i> ATCC 10239	20,6	TE	TE	21	20
<i>Geotrichum candidum</i>	12,6	TE	TE	23,3	16,6

P 10: Penicillin (10 µg)
AM 25: Ampicillin (25 µg)
(TE): Test Edilmedi

KETO 20: Ketocanazole (20 µg)
NY 100: Nystatin (100 µg)

(*): Rakamlar inhibisyon zonlarının çaplarını göstermektedir. Her disk 6 mm çapında olup 25 µL (mikrolitre) ekstre emdirilmiştir. Sonuçlar üç deneyin ortalamasıdır.

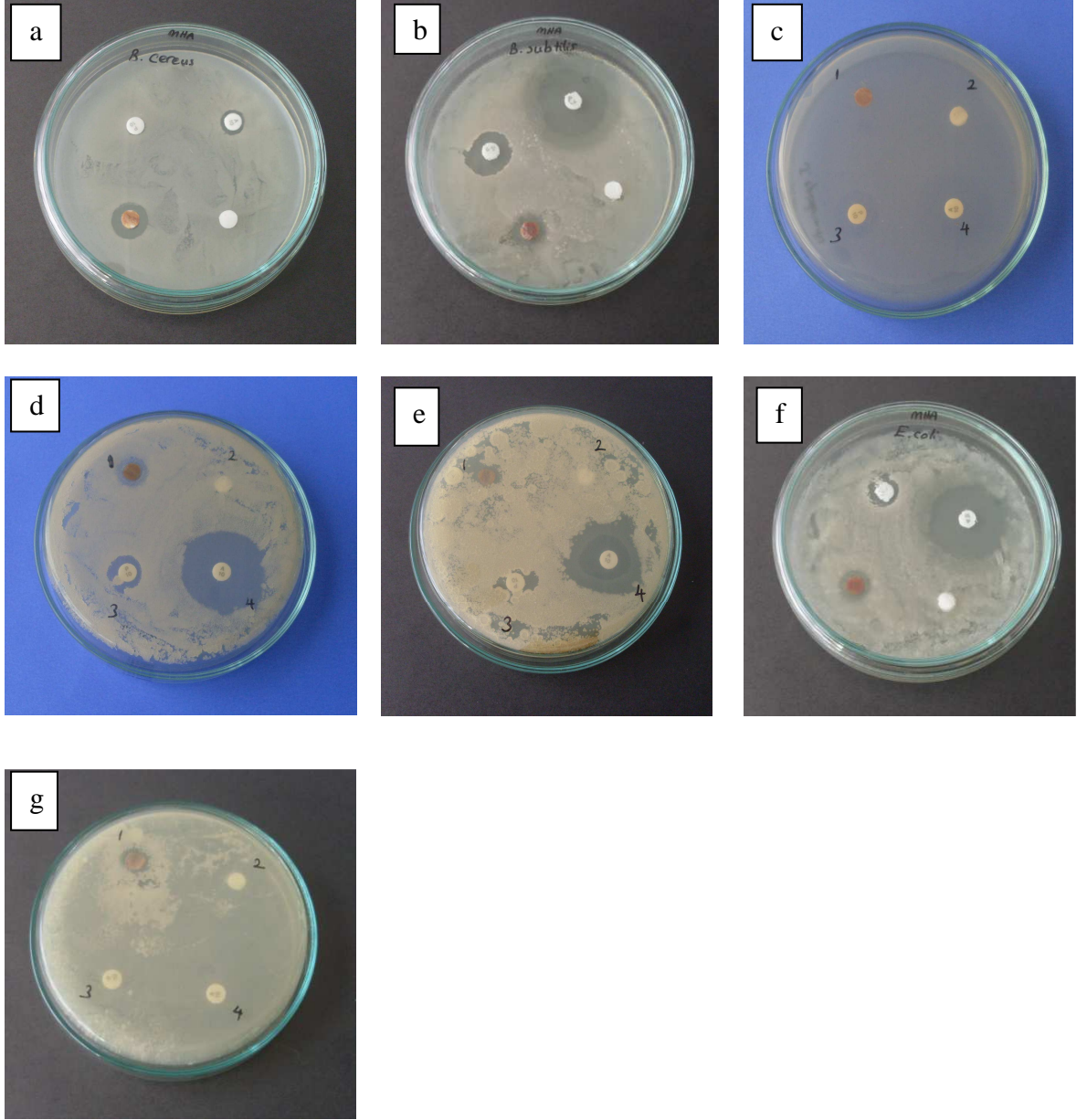
Çizelge 4.5. *Aplysina aerophoba* Nardo, 1843 süngerinin antimikrobiyal aktivitesi

Test Mikroorganizmaları	İnhibisyon Zonları (mm)*				
	Ekstrakt 25µL	P 10	AM 25	KETO 20	NYS 100
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 7064	14	14	12	TE	TE
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	15,6	13	16	TE	TE
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 122228	19,6	28	25	TE	TE
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	17,3	23	20	TE	TE
<i>Enterococcus faecalis</i>	14,3	15	13	TE	TE
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25902	12,6	18	19	TE	TE
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	14,3	14	13	TE	TE
<i>Aspergillus niger</i>	–	TE	TE	10,6	13,3
<i>Aspergillus fumigatus var. elipticus</i>	–	TE	TE	10	20
<i>Aspergillus flavus</i>	–	TE	TE	21,3	20
<i>Aspergillus candidus</i>	–	TE	TE	14	15,3
<i>Penicillium granulosum</i>	–	TE	TE	14	14,3
<i>Penicillium rugulosum</i>	7,6	TE	TE	16	13
<i>Penicillium jenseii</i>	9,3	TE	TE	17,3	16,6
<i>Candida albicans</i> ATCC 10239	23,6	TE	TE	21	20
<i>Geotrichum candidum</i>	19,6	TE	TE	23,3	16,6

P 10: Penicillin (10 µg)
AM 25: Ampicillin (25 µg)
(TE): Test Edilmedi

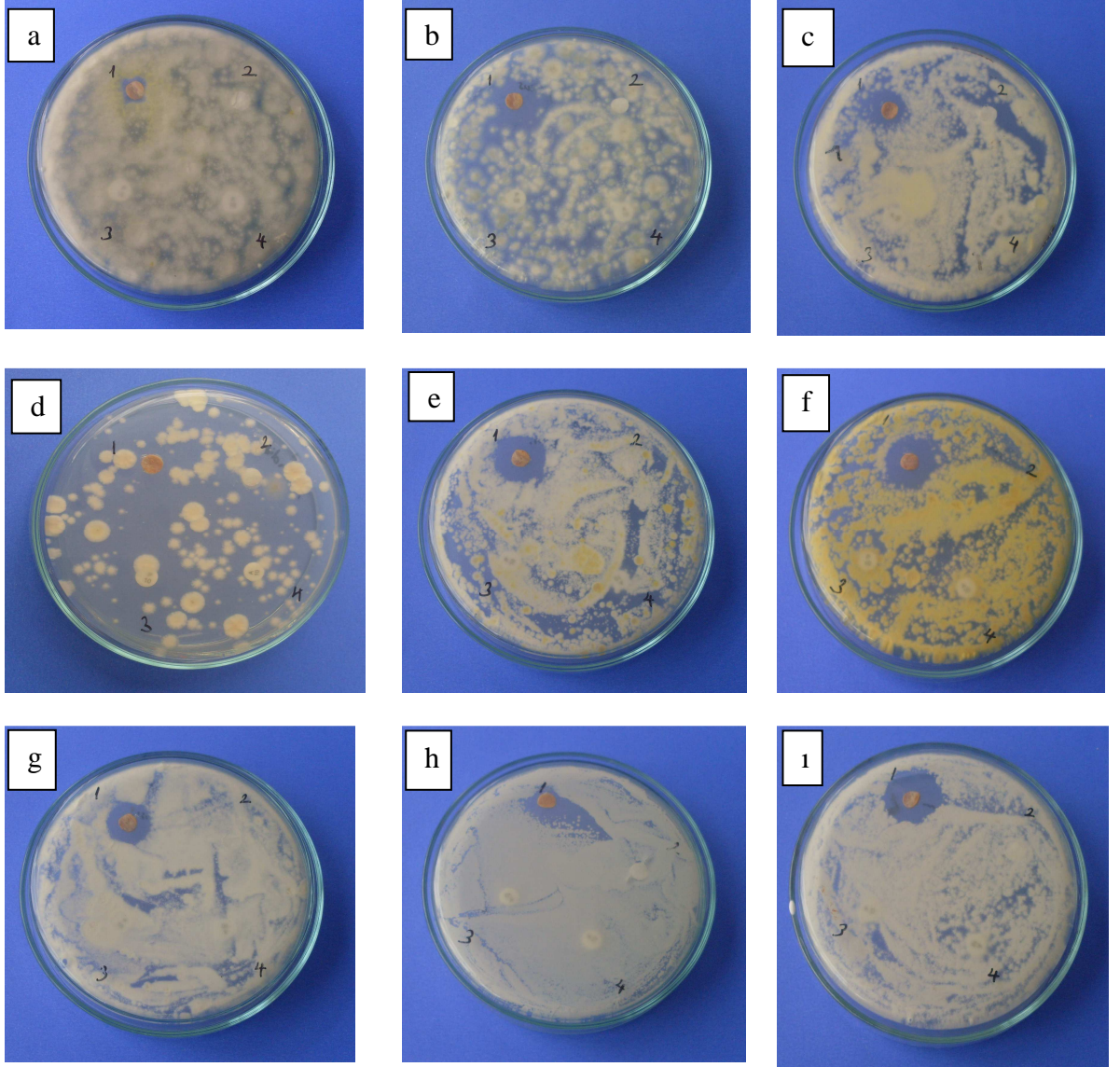
KETO 20: Ketocanazole (20 µg)
NY 100: Nystatin (100 µg)

(*): Rakamlar inhibisyon zonlarının çaplarını göstermektedir. Her disk 6 mm çapında olup 25 µL (mikrolitre) ekstre emdirilmiştir. Sonuçlar üç deneyin ortalamasıdır.



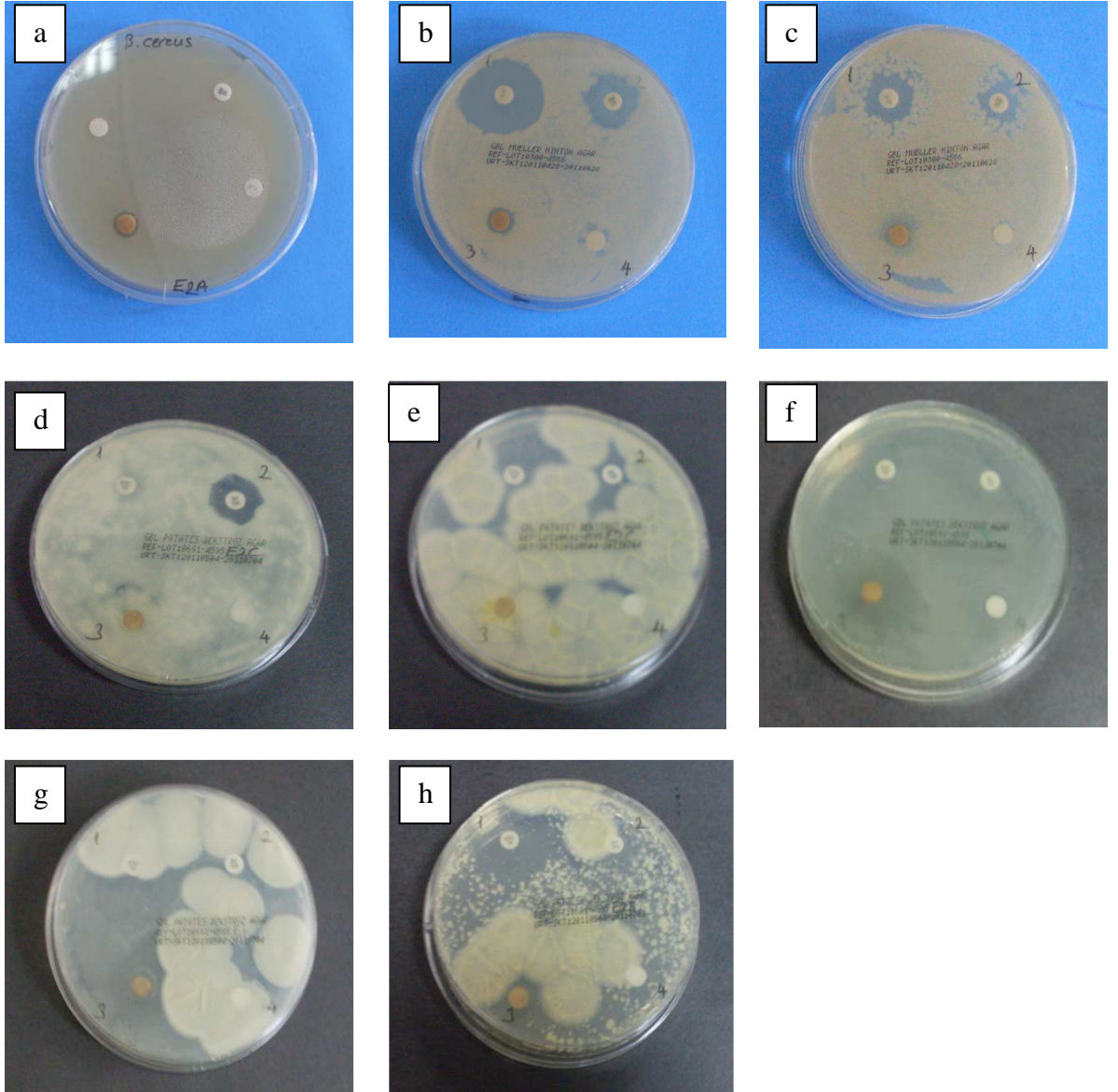
Şekil 4.1.1. Bozkent (Marmara Denizi) dalgıç noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal (antibakteriyal) aktivite fotoğrafları.

a-*Bacillus cereus* ATCC 7064, b-*Bacillus subtilis* ATCC 6633, c-*Staphylococcus epidermidis* ATCC 122228, d-*Staphylococcus aureus* ATCC 6538, e-*Enterococcus faecalis*, f-*Escherichia coli* ATCC 25902, g-*Klebsiella pneumoniae* (1-Ekstrakt, 2-Negatif Kontrol, 3-4-Antibiyotik Diskleri)



Şekil 4.1.2. Bozkent (Marmara Denizi) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal (antifungal) aktivite fotoğrafları.

a- *Aspergillus niger*, b- *Aspergillus fumigatus* var. *ellipticus*, c- *Aspergillus flavus*,
d- *Aspergillus candidus*, e- *Penicillium granulatum*, f- *Penicillium rugulosum*,
g- *Penicillium jenseii*, h- *Candida albicans* ATCC 10239, i- *Geotrichum candidum*
(1-Ekstrakt, 2-Negatif Kontrol, 3-4-Antibiyotik Diskleri)



Şekil 4.2. Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları.

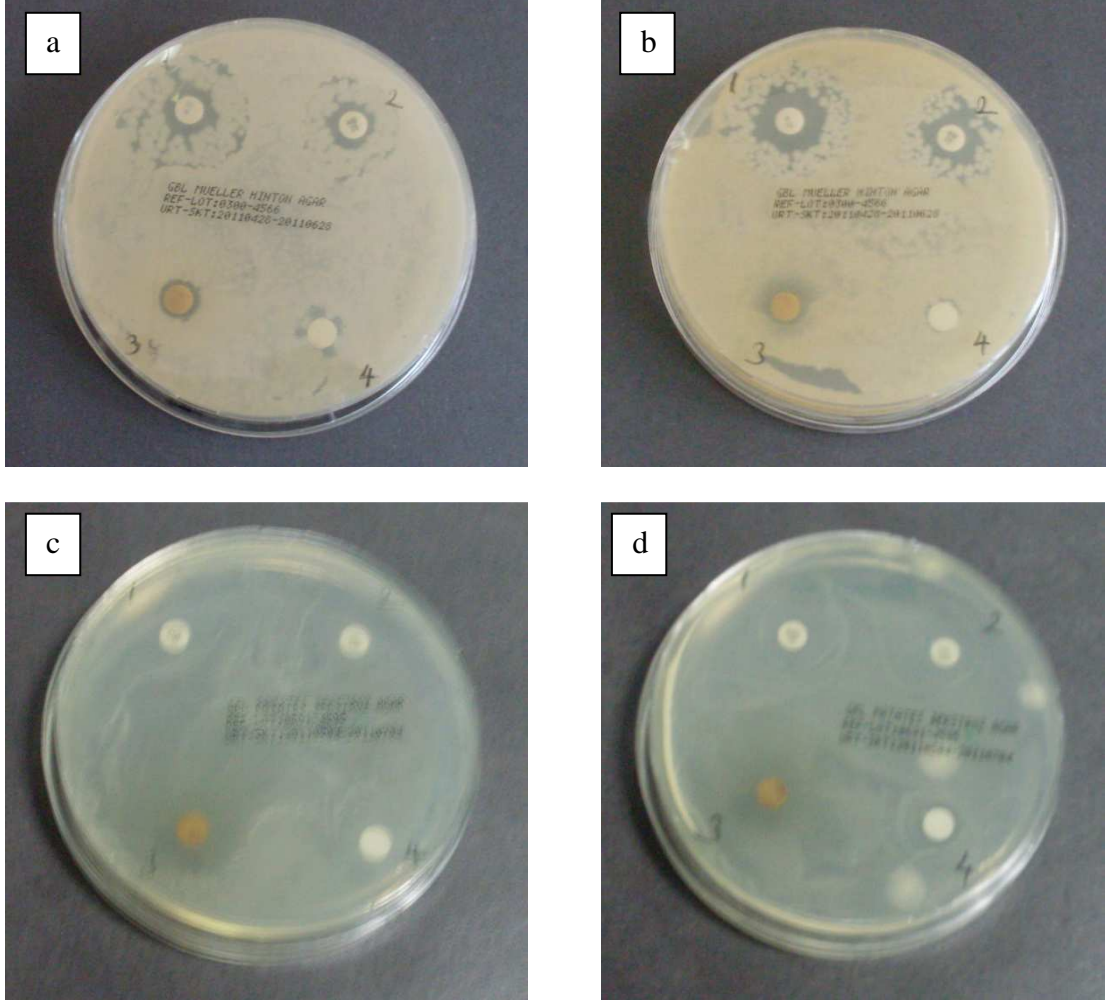
a-*Bacillus cereus* ATCC 7064, b-*Bacillus subtilis* ATCC 6633,

c- *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, d- *Aspergillus fumigatus* var. *elipticus*,

e- *Aspergillus flavus*, f- *Aspergillus candidus*, g- *Penicillium granulatum*,

h- *Penicillium rugulosum*,

(1-2-Antibiyotik Diskleri, 3-Ekstrakt, 4-Negatif Kontrol)

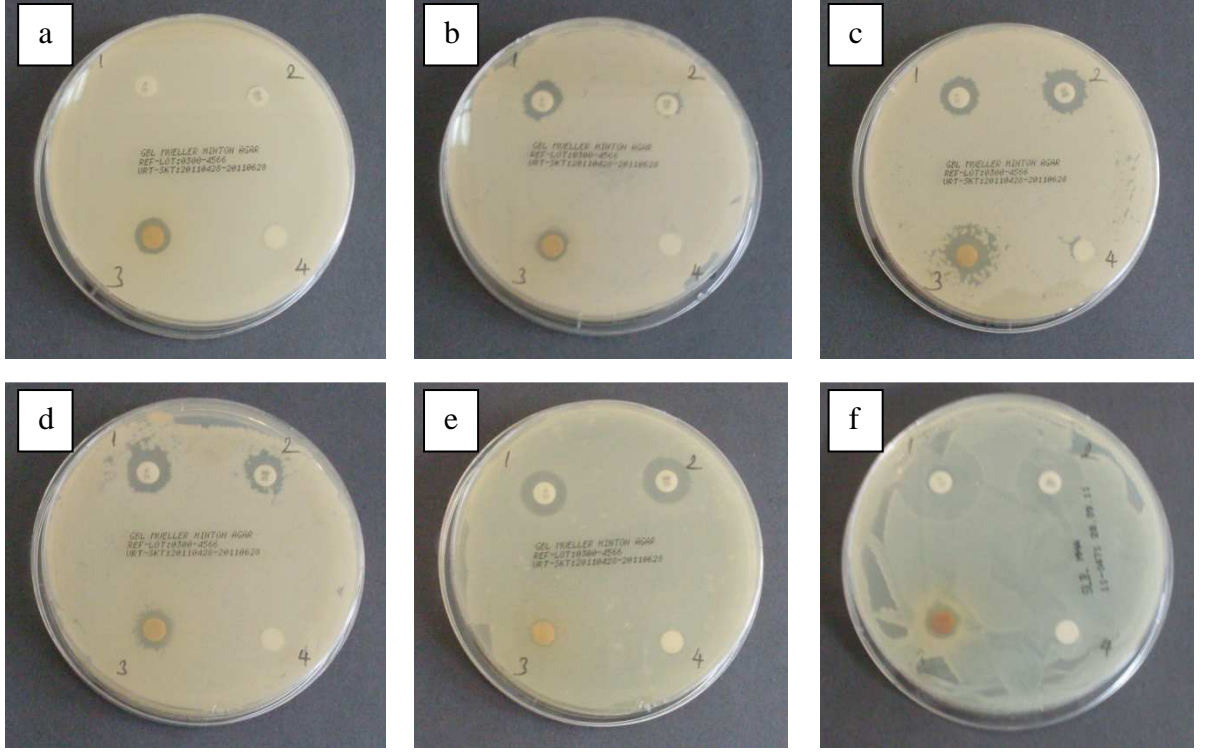


Şekil 4.3. Kömür Limanı- Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Spongia officinalis* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları.

a- *Bacillus subtilis* ATCC 6633, b- *Staphylococcus aureus* ATCC 6538,

c- *Aspergillus candidus*, d- *Penicillium rugulosum*,

(1-2-Antibiyotik Diskleri, 3-Ekstrakt, 4-Negatif Kontrol)



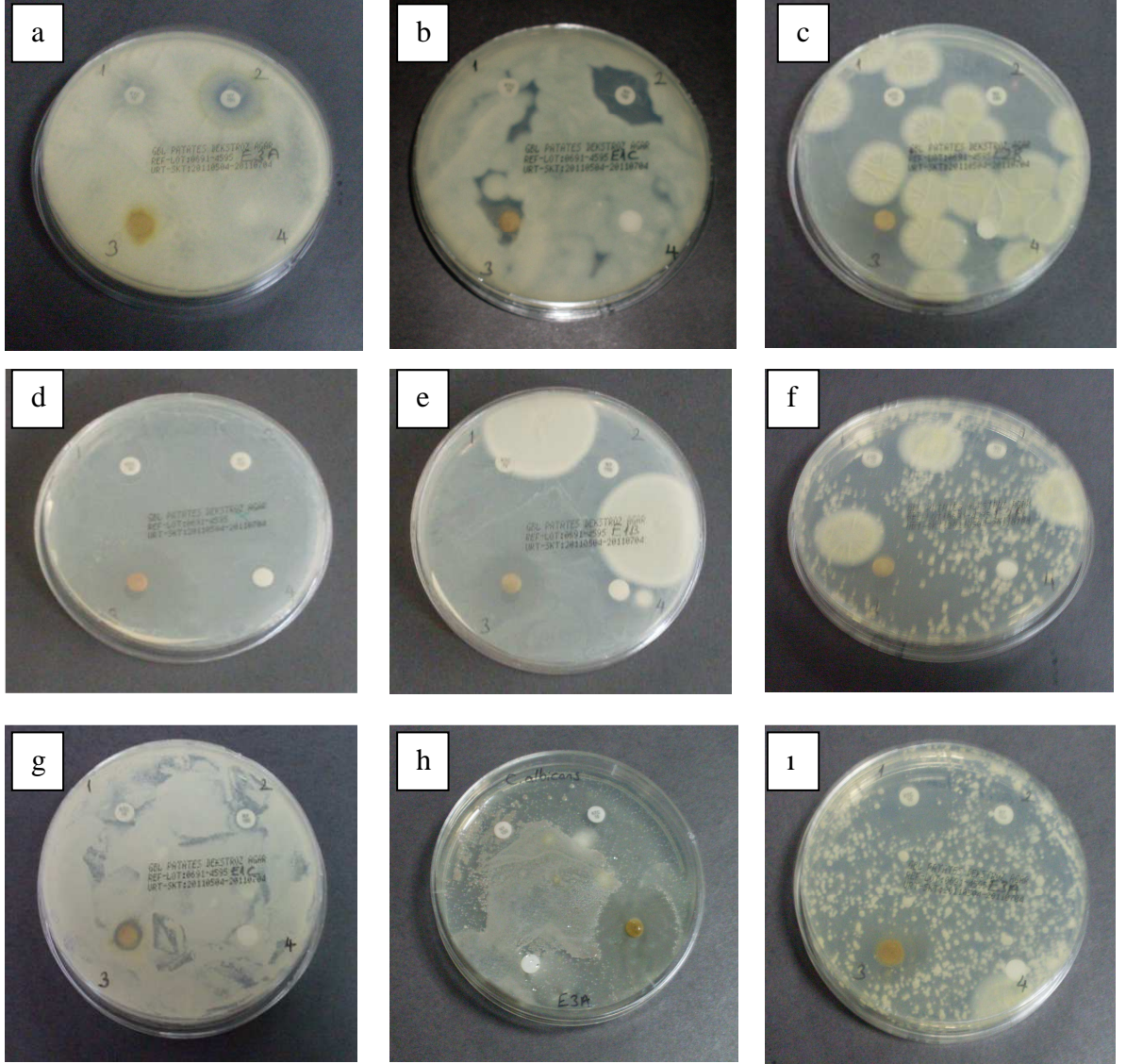
Şekil 4.4.1. Kömür Limanı- Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Spongia agaricina* süngerinin antimikrobiyal (antibakteriyal) aktivite fotoğrafları.

a-*Bacillus cereus* ATCC 7064, b-*Bacillus subtilis* ATCC 6633,

c-*Staphylococcus epidermidis* ATCC 122228, d-*Staphylococcus aureus* ATCC 6538,

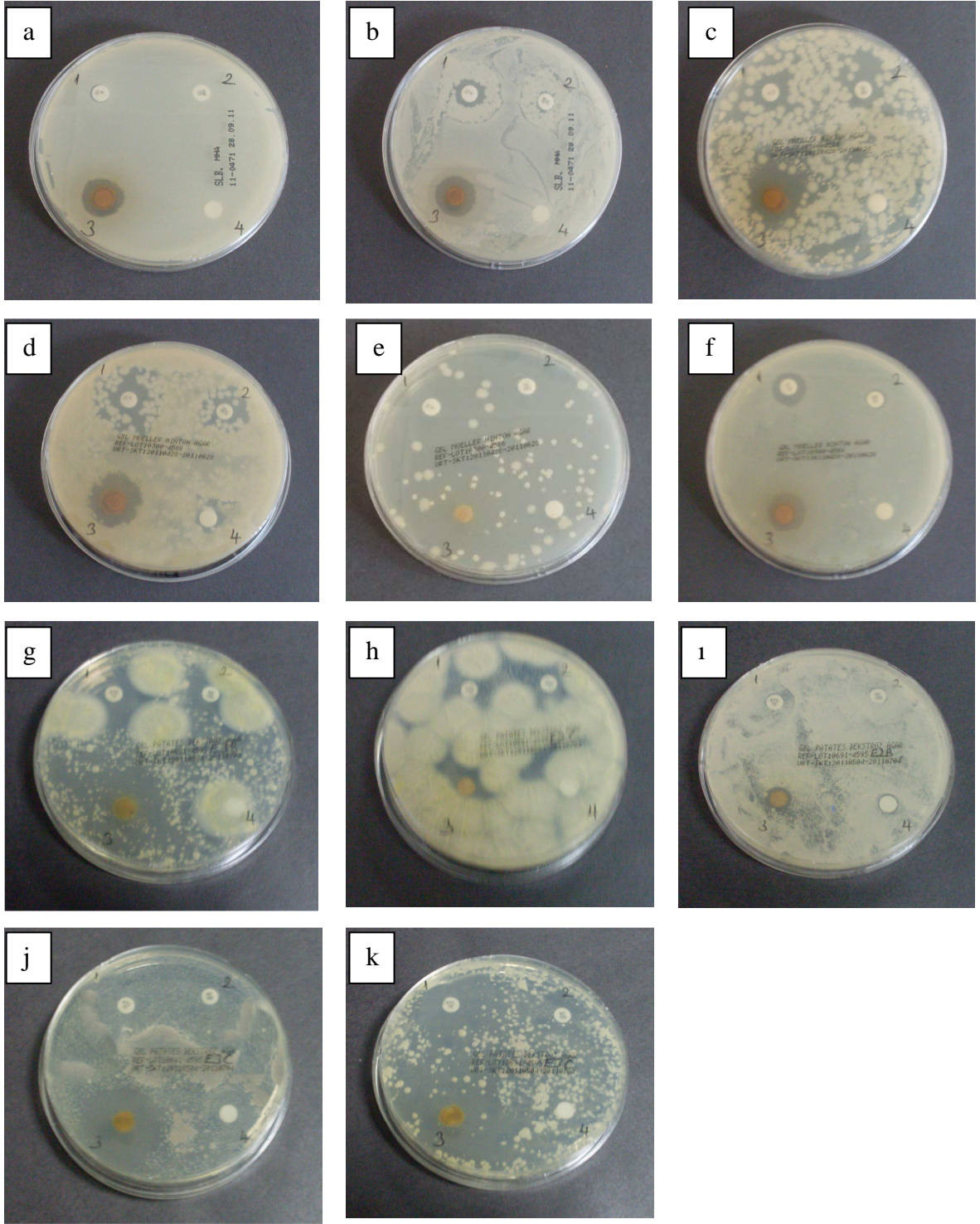
e-*Escherichia coli* ATCC 25902, f-*Klebsiella pneumoniae*

(1-2-Antibiyotik Diskleri, 3-Ekstrakt, 4-Negatif Kontrol)



Şekil 4.4.2. Kömür Limanı- Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Spongia agaricina* süngerinin antimikrobiyal (antifungal) aktivite fotoğrafları.

a- *Aspergillus niger*, b- *Aspergillus fumigatus* var. *ellipticus*, c- *Aspergillus flavus*,
d- *Aspergillus candidus*, e- *Penicillium granulatum*, f- *Penicillium rugulosum*,
g- *Penicillium jenseii*, h- *Candida albicans* ATCC 10239, i- *Geotrichum candidum*
(1-2-Antibiyotik Diskleri, 3-Ekstrakt, 4-Negatif Kontrol)



Şekil 4.5. Kömür Limanı- Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan *Aplysina aerophoba* süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları.

a-*Bacillus cereus* ATCC 7064, b-*Bacillus subtilis* ATCC 6633, c-*Staphylococcus epidermidis* ATCC 122228, d-*Staphylococcus aureus* ATCC 6538, e-*Enterococcus faecalis*, f-*Escherichia coli* ATCC 25902, g-*Klebsiella pneumoniae*, h- *Penicillium rugulosum*, i- *Penicillium jenseii*, j- *Candida albicans* ATCC 10239, k-*Geotrichum candidum*
(1-2-Antibiyotik Diskleri, 3-Ekstrakt, 4-Negatif Kontrol)

4.2.Tartışma

Literatür araştırmalarına göre, deniz süngerlerindeki biyoaktif organik bileşiklerin açığa çıkarılmasında en etkili çözücünün metanol olduğu bildirilmektedir. (Crews ve Naylor, 1985) Bu nedenle ekstraksiyon işleminde çözücü olarak metanol seçilmiştir. Çalışmanın amacı ve detayına göre metanolün yanında toluen, diklorometan, etanol, dietileter, aseton gibi organik çözücülerin de kullanıldığı görülmüştür.

Amade ve ark. (1987) yaptıkları çalışmada Akdenizden toplananan *Spongia agaricina* deniz süngerine ait ekstrelerde *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*' ye karşı inhibisyon zonunun 10 mm' nin altında olduğu rapor edilmiştir. Tez çalışmasında Kömür Limanı Saroz Körfezi dalış noktasından toplanan *Spongia agaricina* sünger ekstraktı *Bacillus subtilis*' e karşı 9,3 mm, *Escherichia coli* ATCC 25902'ye karşı 7,3 mm, *Staphylococcus aureus*'a karşı 10 mm inhibisyon zonu oluşturarak, Amade ve ark. (1987)'de yaptıkları çalışma ile paralellik göstermektedir. *Staphylococcus epidermidis*'e karşı 13,6 mm inhibisyon zonu tespit edilerek farklı bir sonuç elde edilmiştir.

Amade ve ark. (1987) Akdenizdeki bazı deniz süngerlerinin antimikrobiyal aktivitesi üzerine yaptıkları çalışmada, *Spongia officinalis*' e ait ekstrelerin *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* bakterilerine ve *Aspergillus niger* ve *Aspergillus fumigatus* küfleri ve mayalardan *Candida albicans*'a karşı inhibisyon zonu gelişmediği rapor edilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan Bozkent dalış istasyonundan toplanan *Spongia officinalis*' e ait ekstrelerin *Bacillus subtilis* ATCC 6633'e karşı 13 mm, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 122228'e karşı 7 mm, *Escherichia coli* ATCC 25902'ye karşı 12 mm inhibisyon zonu tespit edilmiştir. Yine tez çalışmasında funguslardan *Aspergillus niger*'e karşı 8,6 mm ve *Aspergillus fumigatus*'a karşı 14,6 mm, *Candida albicans* ATCC 10239'a karşı 10 mm inhibisyon zonu geliştiği tespit edilmiştir.

Gelibolu Kalanora Sitesi'nden (Çanakkale Boğazı) toplanan *Spongia officinalis*' e ait ekstreler ise *Bacillus subtilis* ATCC 6633'e karşı 8 mm inhibisyon zonu oluşturmuş, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 122228'e ve *Escherichia coli* ATCC 25902'ye karşı antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. *Staphylococcus aureus* ATCC 6538' e karşı 10 mm inhibisyon zonu oluştuğu tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan funguslardan *Aspergillus niger*'e karşı bir antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. *Aspergillus fumigatus var. ellipticus*'a karşı 7 mm zon oluşturarak zayıf bir antimikrobiyal aktivite gösterdiği

görülmektedir. Bu sonuçlar Amade ve arkadaşlarının yaptığı ve 1987' de yayınlanan çalışmanın sonuçları ile aynı doğrultuda olan sonuçlardır.

Kömür Limanı Saroz Körfezi'nden toplanan *Spongia officinalis*' e ait ekstreler *Bacillus subtilis* ATCC 6633'e karşı 7 mm, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538' e karşı 7,6 mm çapında inhibisyon zonu ölçülmüş ve zayıf bir antimikrobiyal aktivite görülmüştür. Bu sonuçlar da Amade ve arkadaşlarının 1987' de yayınladıkları çalışmadaki sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Tez çalışmasında üç farklı dalış istasyonundan toplanan *Spongia officinalis* örneklerine ait ekstrelerin, test mikroorganizmalarına karşı farklı antimikrobiyal aktivite göstermelerinin nedeni, bu sünger örneklerinin farklı alttürler olmasından ya da süngerlerle simbiyont yaşam süren deniz bakterilerinin ürettiği farklı sekonder metabolitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bir çok türü bulunan *Bacillus*' lar toprak, su ve çeşitli gıdalarda bulunmaktadırlar. Çalışmada kullanılan *Bacillus cereus*' un gıdalarla birlikte çok sayıda alınması ile bireylerde gıda zehirlenmesi oluşmaktadır. *Bacillus subtilis* ise ekmekte "rope" adı verilen hastalık etmenidir (Adams ve Moss, 1995).

Tez çalışmasında kullanılan *Aplysina aerophoba* süngerine ait ekstrelerin özellikle *Candida albicans* ATCC 10239'a karşı 23,6 mm inhibisyon zonu oluşturarak çalışmada kullanılan Ketocanazole ve Nystatin antifungallerinden daha yüksek bir antifungal aktivite sergilediği görülmektedir.

C. albicans insan ağızı ve sindirim sistemi içinde yaşayan pek çok organizmadan biridir. Sağlıklı yetişkinlerin % 40' ının ağızında, sağlıklı kadınların % 20-25' inin vajinasında varlığı gösterilebilir. *C. albicans* sindirim sistemindeki varlığıyla başka patojen bakterilerin çoğalmasını engeller. Vücudun bağışıklık sistemi ve diğer zararsız bakteriler normal şartlarda *Candida*' yı kontrol altında tutarlar.

Bağışıklığı baskılanmış hastalarda (AIDS, kanser kemoterapisi, organ veya kemik iliği transferi durumlarında) sistemik mantarsal (fungal) enfeksiyonlar (fungemi), hastalık ve ölümün başlıca nedenleri arasındadırlar. Ayrıca bu yönde riski olmayan hastaların hastanede edindikleri enfeksiyonlar ciddi bir sağlık sorunu haline gelmiştir.

Kömür Limanı Saroz Körfezi'nden toplanan *Aplysina aerophoba* deniz süngerinden elde edilen sünger ekstresi *Staphylococcus epidermidis*' e karşı 19,6 mm, *Staphylococcus aureus*' a karşı 17.3 mm, *Bacillus subtilis* ATCC 6633'e karşı 15,6 mm çapında inhisyon zonu oluşturarak oldukça güçlü bir antimikrobiyal aktivite göstermiştir.

Amade ve ark. (1987) yayınladıkları makalede Akdeniz'den toplanan sünger örneği *Aplysina cavernicola*'nın *Staphylococcus aureus*'a, *Bacillus subtilis*'e karşı zayıf bir antimikrobiyal aktivite sergilediği rapor edilmiştir. Amade ve arkadaşlarının çalıştığı *Aplysina cavernicola* süngeri ile tez çalışmasında kullanılan *Aplysina aerophoba* deniz süngeri aynı genusa ait farklı türlerdir. Bu nedenle çalışmada kullanılan mikroorganizmalara karşı gösterdikleri antimikrobiyal aktivite de farklılık göstermektedir. *S. epidermidis* genellikle patojen olmasa da, immün sistemi yetersiz çalışan hastalar ve sürekli kateter takılı olan hastalar için büyük bir risktir. Bir çoğu ince bir salgı oluşturur ve bu sayede tıbbi protezlerin yüzeyine de yerleşir.

Patojenik türlerinden birisi de yaralarda enfeksiyona yol açabilen *Staphylococcus aureus*'dur. Bu bakteri kuru yüzeylerde yaşar ve geçirgenliği artırır. Metisiline-Dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) hastane enfeksiyonlarında ana etken olmuştur. *S. aureus* ayrıca toksik şok sendromuna da neden olabilmektedir. 1980'ler boyunca bazı tamponlar *S. aureus*'un hızla üremesine yol açmış ve bu şekilde kana karışan toksinler salınmıştır. Herhangi bir *S. aureus* enfeksiyonu stafilokokal haşlanmış cilt sendromuna yol açabilir. Bu durum ise derinin kana karışan ekzotoksine verdiği reaksiyon ile oluşur. Ayrıca piyemi diye adlandırılan bir çeşit septisemiye de yol açabilir.

Amade ve ark. (1987) *Spongia agaricina* deniz süngesine ait ekstrelerde *Aspergillus niger*'e karşı 10 mm' nin altında inhibisyon zonu oluştuğunu ve *Aspergillus fumigatus*'a karşı ve mayalardan *Candida albicans*'a karşı inhibisyon zonu gelişmediği rapor edilmiştir. Tez çalışmasında Saroz Körfezi'nden toplanan *Spongia agaricina* süngesine ait ekstrakt *Aspergillus niger*'e karşı 8,3 mm inhibisyon zonu oluşturarak Amade ve arkadaşlarının bulgularıyla örtüşmektedir. Çalışmamda *Spongia agaricina*'ya ait ekstreler *Aspergillus fumigatus var. ellipticus*'a karşı 8,6 mm inhibisyon zonu geliştiği görülmüştür. Mayalardan *Candida albicans* ATCC 10239'a karşı 20,6 mm çapında inhibisyon zonu ölçülerek Amade ve arkadaşlarından farklı bir sonuç bulunmuştur.

Bazı *Aspergillus* türleri patojendir, insan ve hayvanlarda ciddi hastalıklara yol açabilirler. İnvazif etmen olanlardan en yaygınları *Aspergillus fumigatus* ve *Aspergillus flavus*' tur. Alerjik hastalığa neden olanlar arasında en yaygın olanlar *Aspergillus fumigatus* ve *Aspergillus clavatus*' tur. Diğer bazıları zirai patojendir. *Aspergillus* türlerinin bazıları tahıl ürünlerinde hastalık yapar, aflatoksin dahil çeşitli mikotoksinler üretirler.

Aspergillosis (veya aspergilloz), *Aspergillus* cinslerinin neden olduğu bir hastalık grubudur. Belirtiler arasında ateş, öksürük, göğüs ağrısı veya nefessizlik olabilir, bunlar

başka hastalıklarda da görüldüğü için tanı koymak zordur. Bağışıklık sistemi zayıflamış veya başka akciğer sorunları olan hastalar buna daha müsaittir.

İnsanda hastalığın başlıca biçimleri:

1. Allerjik aspergillozis (astım, kistik fibroz ve sinüzit hastalarını etkiler)
2. Akut invazif aspergillozis (bazı kanser hastaları ve kemoterapi görenlerde olduğu gibi zayıf bağışıklık sistemlilerde risk artar)
3. Dissemine invazif aspergillozis (vücuda yayılmış).

Hentschel ve ark. (2001)' de yayınlanan bir makalede Akdeniz süngerleri *Aplysina aerophoba* ve *Aplysina cavernicola*'dan izole edilen bakterilerin antimikrobiyal faaliyetleri ve filogenetik bakteri analiz sonuçları yayınlanmıştır. *Aplysina aerophoba* ve *Aplysina cavernicola*'dan izole edilen SB144 izolatu *S.aureus* bakterisine karşı 18 mm, inhibisyon zonu oluşturduğu rapor edilmektedir. Yine aynı çalışmada, SB207 izolatu *E.coli*' ye karşı 14 mm, *S.aureus*'a karşı 16 mm inhibisyon zonu oluşturduğu rapor edilmektedir. Tez çalışmasında kullanılan *Aplysina aerophoba* ekstreleri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538'e karşı 17,3 mm, *Escherichia coli* ATCC 25902' ye karşı 12,6 mm inhibisyon zonu göstererek, Hentschel ve arkadaşlarının 2001' de yayınlanan çalışma sonuçları ile örtüşmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan ve antibiyotiklere karşı dirençli olan *Klebsiella pneumoniae* bakteri kültürüne karşı 14,3 mm çapında zon ölçülerek, *Aplysina aerophoba* deniz süngeri ekstresinin güçlü antimikrobiyal aktivitesi tespit edilmiştir.

K. pneumoniae bakterisi pnömoni hastalığına neden olmaktadır. Genel bir kural olarak, *Klebsiella* enfeksiyonları çoğunlukla zayıf bağışıklık sistemi olan kişilerde görülür. Hastalık en sık bağışıklık sistemi zayıflatan hastalıklarla beraber, orta yaşlı ve yaşlı erkekleri etkiler. Bu hastalık grubuna diyabet, alkolizm, kanser, karaciğer hastalığı, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), glukokortikoid tedavisi, böbrek yetmezliği olan kişiler de dahil olmak üzere, bazı meslek gruplarında (kağıt fabrikası işçileri gibi) dahil edilmektedir. Bu enfeksiyonların çoğu bir hastane enfeksiyonu şeklinde gelişebilmektedir. Hastane dışında *Klebsiella* bakterisinin neden olduğu en sık görülen enfeksiyon bronşit şeklinde tipik olarak gelişen bronkopnömonidir. Bu hastaların akciğer absesi, kavitasyon, ampiyem, plevral yapışıklıklar geliştirmek için artan bir eğilimi vardır. Bu hastalık antibiyotik tedavisi ile bile % 50 civarında yüksek bir ölüm oranına sahiptir. Mortalite oranı alkolizm ve bakteriyemi gelişen insanlar için yaklaşık % 100 olabilir.

Klebsiella bakterileri pnömoniyeye ek olarak, idrar yolu enfeksiyonları, alt safra yolu ve cerrahi yara enfeksiyonlarına da neden olabilir. Klinik hastalıkların yelpazesi pnömoni, tromboflebit, idrar yolu enfeksiyonu (İYE), kolesistit, ishal, üst solunum yolu enfeksiyonu,

osteomyelit, menenjit ve bakteriyemi ve septisemi yara enfeksiyonunu içerir. Vücudunda invaziv bir cihaz bulunan kişilerde daha sonra cihazın kirlenmesiyle bir risk olur, örneğin solunum destek ekipmanları ve üriner kateter kullanan hastalar yüksek riskli hastalar grubundadır. Ayrıca, bilinçsiz antibiyotik kullanımı *Klebsiella* bakterilerinin neden olduğu hastane enfeksiyonu riskini arttıran bir faktör olabilir.

Aplysina aerophoba ve *Spongia officinalis* deniz süngerlerinden elde edilen sünger ekstreleri *Geotrichum candidum* fungusuna karşı oldukça yüksek bir antifungal aktivite sergilemektedir. *Geotrichum candidum* şeftali, nektarin, domates ve havuç üzerindeki ekşi çürümeye neden olan bir bitki patojendir. Ayrıca İskandinav süt ürünleri üretiminde kullanılan ve ürünün yüzeyinde kadifemsi bir tabaka oluşumundan sorumludur. Aynı zamanda insanlarda da hastalıklara neden olabilir.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Süngerlerle ilgili olarak yapılan antimikrobiyal aktivite araştırmalarında disk difüzyon metodunun kolay uygulanabilmesi ve maliyetinin düşük olması nedeniyle tercih edilen yöntemler arasında olduğu görülmektedir. Bu metod dışında MİK yöntemi de kullanılmaktadır.

Çalışmamızda 3 farklı sünger türüne ait metanol çözücüsü ile elde edilen sünger ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi disk difüzyon metoduyla araştırılmıştır. Tez çalışmasında prokaryot hücre yapısına sahip 5 Gram pozitif bakteri, 2 Gram negatif kültürü ile ökaryot hücre yapısına sahip 8 fungus ve 1 maya kültürü olmak üzere toplam 16 test mikroorganizması kullanılmıştır. Bu sayede elde edilen sonuçların, mikroorganizmalara karşı geniş spektrum oluşturacak düzeyde antimikrobiyal aktivitesi ortaya çıkarılmıştır.

Elde edilen bulgular incelendiğinde; bu tez çalışmasında kullanılan üç farklı sünger türünden elde edilen ekstraktların, çalışmada kullanılan patojen bakteri ve fungus örneklerine karşı, farklı düzeylerde antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları görülmektedir.

Özellikle *Aplysina aerophoba* süngerine ait ekstraktların; çalışmada kullanılan Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere karşı, en fazla antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. *Spongia agaricina* süngerinden elde edilen ekstraktların, funguslar üzerinde geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu görülmektedir.

Sağlık, gıda, tarım ve hayvancılık gibi farklı sektörlerde; mikroorganizmalar nedeniyle meydana gelen hastalıklar, ülke ekonomisinde her yıl çok büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpların önlenmesi, en aza indirilebilmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlaması amacıyla, mikroorganizmalara karşı yürütölen mücadelede deniz süngerleri yeni çözümler sunabilir.

Aplysina aerophoba, *Spongia agaricina* ve *Spongia officinalis* deniz süngerlerinden elde edilecek antifungal ajanlar sebze, meyve ve süt ürünlerinde bozulmaya neden olan funguslara karşı; yeni ilaçların üretiminde ve geliştirilmesinde kullanılabilir.

Sonuç olarak; mikroorganizmaların antibiyotiklere karşı direnç mekanizmaları geliştirmeleri ve kullanılan antibiyotiklerin yan etkileri düşünöldüğünde, alternatif yeni etken maddelerin bulunması ve preparat haline getirilmesi gerekmektedir. Yurt dışında uzun yıllar önce başlayan benzer çalışmaların ülkemizde de yapılması, geliştirilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Denizlerimizde doğal olarak yetişen ve milli servetimiz

olan süngerlerin, antimikrobiyal aktivitelerinin saptanması, yeni antimikrobiyal ilaçların üretilmesi ile patojenlere karşı tedavide bizleri bir adım öne geçirecek; hem de insanlığın hizmetine sunulmak üzere ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutacaktır.

KAYNAKLAR

- Adams M.R. and Moss M.O., 1995. *Food Microbiology*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 835 p.
- Amade P., Pesando D. and Chevotot L., 1982. Antimicrobial Activities of Marine Sponges from French Polynesia and Brittany. *Marine Biology*, (70): 223-228.
- Amade P., Charroin C., Baby C., Vacelet J., 1987. Antimicrobial activities of marine sponges from the Mediterranean Sea. *Marine Biology*, (94): 271-275.
- Anand T.P., Bhat A.W., Shouche Y.S., Roy U., Siddharth J., Sarma S.P., 2006. Antimicrobial Activity of Marine Bacteria Associated With Sponges From the Waters off The Coast of South East India, *Microbiological Research* (161): 252-262.
- Akkan G.,1997. Antibiyotiklerin Sınıflandırılmaları, *Pratikte Antibiyotik Kullanımı Sempozyumu 2 - 3 Mayıs, İstanbul*, s. 53-62
- Aktuğlu Y., 1997. Giriş ve Genel Bilgiler Ed: Aktuğlu Y. Pratikte Antibiyotik Kullanımı. *Sempozyum Dizisi Yayın*, (1): 11-53.
- Aygün G., 2002. “Antibiyotikler II ” Akılcı Antibiyotik Kullanımı ve Erişkinde Toplumdan Dinilmiş Enfeksiyonlar, *Sempozyum Dizisi* (31): 39-54.
- Becerro M. A., Lopez N.I., Turon X., Maria J., M.J.U., 1994. Antimicrobial Activity And Surface Bacterial Film In Marine Sponges. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* (179): 195-205.
- Belarbi E.H., Gomez A.C., Chisti Y., Camacho F.G., Grima E.M., 2003. Producing Drugs From Marine Sponges. *Elsevier Biotechnology Advances* (21): 585-598.
- Bergquist P.R., 1978. *Sponges*. London, Hutchinson & Co.
- Bharat G., Priya P.D., Chinnu S.S., Janika J.J., Rajagopal B., Asha K.R.T. and Cmi B.J., 2008. Antibacterial Activity of Marine Sponges From Rocky Reefs of South West Coast of India. *Journal of Basic and Applied Biology*, 2 (1): 87-93.
- Carballo J.L. ve Naranjo S., 2002. Environmental Assessment of a Large Industrial Marine Complex Based on a Community of Benthic Filter-feeders. *Marine Pollution Bulletin*, (44): 605–610.

- Cebrian E., Mart R., Uriz, J.M., ve Turon X., 2003 Sublethal Effects of Contamination On The Mediterranean Sponge *Crambe crambe* Metal Accumulation And Biological Responses. *Marine Pollution Bulletin*, (46): 1273-1284.
- Chelossi E., Milanese M., Milano A., Pronzato R., Riccardi G., 2004. Characterisation And Antimicrobial Activity Of Epibiotic Bacteria From *Petrosia ficiformis* (Porifera, Demospongiae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, (309): 21-33.
- CLSI., 2010. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twentieth Informational Supplement*. CLSI document M100-S20. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute
- Crews P., and Naylor S., 1985. Sesterterpenes: An Emerging Group of Metabolites From Marine and Terrestrial organisms. In Hertz E., Grisebach, H., Kirby G., W. and Tamm C, h., eds. *Progress in the chemistry of organic natural products*. New York : Springer-Verlag, 203-269.
- Demirsoy A., 2005. *Yaşamın Temel Kuralları Omurgasızlar, Invertebrata -Böcekler Dışında- Cilt II, Kısım I*, Altıncı Baskı, Meteksan A.Ş. Ankara. 174-204 s.
- Demirtürk N., Demirdal T., 2004. Antibiyotiklerde Direnç Sorunu, *The Medical Journal of Kocatepe*, (5): 17-21
- Doğancı L., 2001. Antibiyotik Direncinin Sıklığı Üzerine Antibiyotik Kullanımının Etkisi. *Klinik Dergisi* 2 (14): 57-61.
- Duraikannu K., Edupalli D., Rameshkumar G. and Ravichandran S., 2009. Antimicrobial Peptide from Marine Sponge *Clathria indica*, (Dendy,1889) *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4(1): 47-53.
- Durmaz B., 2006. Klinik Mikrobiyoloji Laboratuvarı Antimikrobik Reçetelerinin Geliştirilmesine Nasıl Yardımcı Olabilir? *ANKEM Derg*; 20 (Ek 2):191-194
- Ereskovsky A.V., 2010. *The Comparative Embryology of Sponges* ISBN 978-90-481-8574-0 Springer
- Ergene B., 2009. Deniz Süngerlerinden *Sarcotragus spinulosus*'un Biyoaktif Etken Maddelerinin İzolasyonu ve Yapı Tayini (Yüksek Lisans Tezi). ANKARA
- Ergönül Ö., 2005. Antibiyotik Kullanımı ve Direnç İlişkisi, Türkiye Klinikleri *J. Int. Med. Sci.*,1 (11):1 – 6

- Friedrich A.B., Fischer I., Proksch P., Hacker J. ve Hentschel U., 2001. Temporal Variation of the Microbial Community Associated with the Mediterranean Sponge *Aplysina aerophoba*. *FEMS Microbiology Ecology*, (38): 105-115.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1574-6941.2001.tb00888.x/full>
- Fusetani N., 2010. Antifungal Peptides in Marine Invertebrates. *Faculty of Fisheries Sciences*, Hokkaido University, Hakodate, 041-8611, Japan. ISJ (7): 53-66
- Galeanoa E, Martínez A., 2007. Antimicrobial Activity of Marine Sponges From Urabá Gulf, Colombian Caribbean Region. *Journal de Mycologia Medicale*, (17): 21-24.
- Galtsoff P. S., 1960. "Commercial Sponges", *US Fish and Wildlife Serv., Fishery Leaflet*, (490): 733 - 751.
- Gandhimathi R., Arunkumar M., Selvin J., Thangavelu T., Sivaramakrishnan S., Kiran G. S., Shanmughapriya S., Natarajaseenivasan K., 2008. Antimicrobial Potential of Sponge Associated Marine Actinomycetes. *Journal de Mycologia Medicale*, (18): 16-22.
- Gaspar H., Feio S.S., Rodrigues A.I., Soest R.V., 2004. Antifungal Activity of (+)-Curcuphenol, a Metabolite from the Marine Sponge *Didiscus oxeat*. *Mar. Drugs*, (2): 8-13.
- Gökalp M., 2006. Doğu Akdeniz-Ege Süngerlerinden (Porifera) Seçilen Türlerin İncelenmesi, Bu Canlılardaki Kollajen Tip II, IV ve İntegrin 1 β Proteinlerinin Varlığının İmmüno-histokimyasal ve Moleküler Genetik Düzeyde Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). ANKARA
- Hentschel U., Schmid M., Wagner M., Fieseler L., Gernert C., Hacker J., 2001. Isolation And Phylogenetic Analysis of Bacteria With Antimicrobial Activities From The Mediterranean Sponges *Aplysina aerophoba* and *Aplysina cavernicola*. *FEMS Microbiology Ecology*, (35): 305-312.
- Hooper J.N.A., Van Soest, R.W.M (Editör)., 2000. *Systema Porifera, A Guide to the Classification of Sponges*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. ISBN 0 306 47260 0.
- Hooper J.N.A., Van Soest, R.W.M., 2002. *Systema Porifera, A Guide to the Classification of Sponges*. (1): 1024-1026. Springer.
- Kanagasabhpathy M., Nagata K., Fujita Y., Tamura T., Okamura H., Nagata S., 2004. Antibacterial Activity of the Marine Sponge *Psammaphysilla purpurea*: Importance of its Surface-Associated Bacteria. *Oceans '04. Mts/Ieee Techno-Ocean '04*

- Karapınar Ş., 1964. *Süngerler* (III). Balık ve Balıkçılık, Cilt: XII (4): 1–6, İstanbul
- Katağan T., Kocataş A., Bilecik N., Yılmaz H., 1991. *Süngerler ve Süngercilik*. Tarım-Orman ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No: 5. 60 s.
- Lakshmi V., Mishra S.K., Srivastava S., Chaturvedi A., Srivastava M.N. , Shukla P.K., 2010 Antifungal Activity of Marine Sponge *Haliclona exigua* (Krikpatrick). *Journal de Mycologie Médicale*, (20): 31-35.
- Laport M.S., Santos, O.C.S., Muricy, G., 2009. Marine Sponges: Potential Sources of New Antimicrobial Drugs. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, (10): 86-105.
- Lutta K. P., Christine B., Teresa A.A., and Cornelius W.W., 2008. Antimicrobial Marine Natural Products From the Sponge, *Axinella infundibuliformis*, *Rec. Nat. Prod.*, 2 (4): 116-127.
- MacMillan S.M., 1996. *Starting a Successful Commercial Sponge Aquaculture Farm*. Publication No:120. Waimanalo, Hawaii: Center for Tropical and Subtropical Aquaculture.
- Mccaffrey E. J., and Endean R., 1985. Antimicrobial Activity of Tropical and Subtropical Sponges. *Marine Biology*, (89): 1-8.
- Mcclintock J.B. and Gauthier J.J., 1992. Antimicrobial Activities of Antarctic Sponges . *Antarctic Science* 4(2): 179-183.
- Monks N.R., Lerner C., Henriques A.T., Fariasc F.M., Schapovalc E.E.S., Suyenagac E.S., Rocha A.B., Schwartsmanna G. ve Mothes B., 2002. Anticancer, Antichemotactic and Antimicrobial Activities of Marine Sponges Collected off the Coast of Santa Catarina, Southern Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, (281): 1-12.
- Muricy G., Hadju E., Araujo F. V., Hagler A.N., 1993. Antimicrobial Activity of Southwestern Atlantic Shallow-water Marine Sponges (Porifera). *Sci. Mar. Recent Advances in Ecology and Systematics of Sponges* (Edit. Uriz, M.J & Rützler, K.), 57(4): 427-432.
- Osinga R., Tramper, J., Wijffels, R.H., 1999. Cultivation of Marine Sponges. *Mar. Biotechnol.* 1, 509-532.
- Özgüneş I., 2005. Akılcı Antibiyotik Kullanımında Hastane Pratiğinde Sorunlar, *ANKEM Dergisi*, 19(Ek 2):185-9.

- Öztürk R., 1997. Antibiyotiklerin Etki Mekanizmaları, Antimikrobik İlaçlara Karşı Direnç Gelişmesi ve Günümüzde Direnç Durumu, *Pratikte Antibiyotik Kullanımı Simpozyumu* 2- 3 Mayıs, İstanbul, s. 2751
- Öztürk R., 2002. Akılcı Antibiyotik Kullanımı ve Erişkinde Toplumdan Edinilmiş Enfeksiyonlar, *Antimikrobik İlaçlara Karşı Direnç Mekanizmaları ve Günümüzde Direnç Durumu*, Editörler: Tabak F, Öztürk R, Aktuğlu Y., 83–100.
- Pangan A.C.G., Uy F.A., Oclarit J.M., 2007. Antimicrobial Properties of Some Marine Sponges (Porifera) from Mactan, Cebu, Philippines. *Philip Sci.* (44): 35-45
- Pawlik J.R., Chanas B., Toonen R.J., and Fenical W., 1995. Defenses of Caribbean Sponges Against Predatory Fish, I Chemical Deterrency. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* (127):183–194.
- Perez T., Longet D., Schembri T., Rebouillon P., Vacelet J., 2005. Effects Of 12 Years Operation of a Sewage Treatment Plant On Trace Metal Occurrence Within a Mediterranean Commercial Sponge (*Spongia officinalis*, Demospongiae). *Marine Pollution Bulletin*, (50): 301–309.
- Rangel M., de Sanctis B., de Freitas J.C., Polatto J.M., Granato A.C., Roberto G.S., Berlinck R.G.S., Hadju E., 2001. Cytotoxic And Neurotoxic Activities In Extracts Of Marine Sponges (Porifera) From Southeastern Brazilian Coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, (262): 31–40.
- Rochelle W. N., Paul R. J., William F., Joseph R. P., 1999. Antimicrobial Activity of Caribbean Sponge Ekstraks. *Aquatic Microbial Ecology*, Vol. (19): 279-284
- Rifai S., Fassouane A., Kijjoa A., Soest R., 2004. Antimicrobial Activity of Untenospongin B, a Metabolite From The Marine Sponge *Hippospongia communis* Collected From The Atlantic Coast of Morocco. *Marine Drugs*, (2): 147-153.
- Rifai S., Fassouane A., El-Abbouyi A., Wardani A., Kijjoa A., Van Soest R., 2005. Screening of Antimicrobial Activity of Marine Sponge Extracts. *Journal de Mycologie Medicale* (15): 33-38.
- Safaeian S., Hosseini H., Asadolah A.A.P., Farmohamadi S., 2009. Antimicrobial Activity of Marine Sponge Extracts of Offshore Zone From Nay Band Bay, Iran . *Journal de Mycologie Médicale*, (19): 11-16.
- Santos O.C.S., Pontes P.V.M.L., Santos J.F.M., Muricy G., Marval G.M., Laport M.S., 2010. Isolation, Characterization and Phylogeny of Sponge-associated Bacteria With Antimicrobial Activities From Brazil. *Research in Microbiology* (161): 604-612.

- Sipkema D., Franssen M.C.R., Osinga R., Tramper J., Wijffels R.H., 2005. Marine Sponges as Pharmacy, *Springer Science Business Media Inc.* (7): 142-162.
- Şahin Ö.G., Ünal S., 2005. Antimikrobiyal Direnç ve Klinik Sonuçları, *Türkiye Klinikleri. J. Int. Med. Sci.* ,1 (11): 7-10.
- Şardan Y.Ç., 2005. Akılcı Antibiyotik Kullanımı, *Türkiye Klinikleri. J. Int. Med. Sci.* , 1 (11): 27-31.
- Taşdemir D., Topaloğlu B., Perozzo R., Brun R., O'Neill R., M. Néstor., 2007. Marine Natural Products From The Turkish Sponge *Agelas oroides* That Inhibit The Enoyl Reductases From *Plasmodium falciparum*, *Mycobacterium tuberculosis* and *Escherichia coli*. *Science Direct, Bioorganic & Medicinal Chemistry* (15): 6834-6845.
- Thakur N.L., ve Müller E.G., 2004. Biotechnological Potential of Marine Sponges. *Current Science*, Vol. 86, (11): 1506-1512.
- Thoms C., Matthias W., Padmakumar K., Ebel R., Proksch P., 2004. Chemical Defense of Mediterranean Sponges *Aplysina cavernicola* and *Aplysina aerophoba*. *Zeitschrift fur Naturforschung*, (59c): 113-122.
- Touati I., Chaieb K., Bakhrouf A., Gaddour K., 2007. Screening of Antimicrobial Activity of Marine Sponge Extracts Collected From Tunisian Coast, *Journal de Mycologia Medicale*, (17): 183-187.
- Qaralleh H., Idid S., Saad S., Susanti D., Taher M., Khleifat K., 2010. Antifungal and Antibacterial Activities of Four Malaysian Sponge Species (Petrosiidae) *Journal de Mycologie Médicale* (20): 315-320.
- Ulusoy S., 1999. Antibiyotikler. Solunum Sistemi Enfeksiyonları. *Toraks Dergisi*, 125-63.
- Ustaçelebi Ş., Mutlu G., İzmir T., Cengiz A., Tumbay E., ve Mete O., 1999. *Temel ve Klinik Mikrobiyoloji*. 91-109, 509-511.
- Vacelet J., 1985. Bases Historiques et Biologiques D'une Eventuelle Spongiculture. *Oceanis*. Vol. II, Fasc.(6): 551-584.
- Vacelet J., 1975. Étude en Microscopie Electronique de L'association Entre Bactéries et Spongiaires Du Genre *Verongia* (Dyctioceratida). *Journal De Microscopie Biologie Cellulaire* (23): 271-288.
- Wilson H.V., 1907. A new method by which sponges may be artificially reared. *Science*, N.S., 25: 912-915.
- Yalçın F.N., 2007. Biological Activities of the Marine Sponge *Axinella* . *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy.*, 27 (1): 47-60.

- Yılmaz M., Beyatlı Y., 2003. “*Bacillus* Cinsi Bakterilerde Antimikrobiyal Aktivite ve Antibiyotik Üretimi” *Orlab On-line Mikrobiyol. Derg.*, 1 (7): 35-49.
- Zhang W., Xue S., Zhao Q., Zhang X., Li J., Jin N. M., Yu X., Yuan Q., 2003. Biopotentials of Marine Sponges From China Oceans: Past and Future. *Biomolecular Engineering*, (20): 413-419.
- http://species-identification.org/species.php?species_group=sponges&id=412
- http://species-identification.org/species.php?species_group=sponges&id=410
- http://species-identification.org/species.php?species_group=sponges&id=126&menuentry=soorten
- http://www.biologyjunction.com/sponges__cnidarian_notes_b1.htm

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge No	Sayfa
Çizelge 2.1. Türkiye denizlerinde bulunan ticari süngerler	12
Çizelge 2.2. Süngerlerden elde edilen, ilaç piyasasında ve klinik deneme aşamalarında olan biyoaktif ürünler	13
Çizelge 2.3. Bazı antibakteriyal ilaçların etki mekanizmaları	24
Çizelge 3.1. Dalış istasyon çizelgesi	35
Çizelge 3.2. Farklı dalış istasyonlarından toplanan sünger örneklerine ait ekstraksiyon verileri.	37
Çizelge 4.1. Bozkent'teki (Marmara Denizi) dalış noktasından toplanan <i>Spongia officinalis</i> süngerinin antimikrobiyal aktivitesi	43
Çizelge 4.2. Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) dalış noktasından toplanan <i>Spongia officinalis</i> süngerinin antimikrobiyal aktivitesi	44
Çizelge 4.3. Kömür Limanı Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan <i>Spongia officinalis</i> süngerinin antimikrobiyal aktivitesi	45
Çizelge 4.4. <i>Spongia agaricina</i> Pallas, 1766 süngerinin antimikrobiyal aktivitesi	46
Çizelge 4.5. <i>Aplysina aerophoba</i> Nardo, 1843 süngerinin antimikrobiyal aktivitesi	47

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 2.1. Genel sünger morfolojisi.	6
Şekil 2.2. Çeşitli sünger spikülleri ve iskelet yapıları.	7
Şekil 2.3. <i>Spongia officinalis</i> ' e ait spongin iskelet yapısının elektron mikroskopundaki görünüşü.	7
Şekil 2.4. Kanal sistemlerine göre sünger tipleri.	8
Şekil 3.1. <i>Spongia officinalis</i> (Türk banyo süngeri).	29
Şekil 3.2. <i>Spongia agaricina</i> (Fil kulağı).	30
Şekil 3.3. <i>Aplysina aerophoba</i> Nardo, 1833.	32
Şekil 3.4. Dalış noktaları.	36
Şekil 4.1.1. Bozkent (Marmara Denizi) dalış noktasından toplanan <i>Spongia officinalis</i> süngerinin antimikrobiyal (antibakteriyal) aktivite fotoğrafları.	48
Şekil 4.1.2. Bozkent (Marmara Denizi) dalış noktasından toplanan <i>Spongia officinalis</i> süngerinin antimikrobiyal (antifungal) aktivite fotoğrafları.	49
Şekil 4.2. Gelibolu Kalanora Sitesi (Çanakkale Boğazı) dalış noktasından toplanan <i>Spongia officinalis</i> süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları.	50
Şekil 4.3. Kömür Limanı-Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan <i>Spongia officinalis</i> süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları.	51
Şekil 4.4.1. Kömür Limanı-Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan <i>Spongia agaricina</i> süngerinin antimikrobiyal (antibakteriyal) aktivite fotoğrafları.	52
Şekil 4.4.2. Kömür Limanı-Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan <i>Spongia agaricina</i> süngerinin antimikrobiyal (antifungal) aktivite fotoğrafları.	53
Şekil 4.5. Kömür Limanı-Gelibolu (Saroz Körfezi) dalış noktasından toplanan <i>Aplysina aerophoba</i> süngerinin antimikrobiyal aktivite fotoğrafları.	54

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hasan Mücahit CANAKAY

Doğum Yeri : Biga / Çanakkale

Doğum Tarihi : 16. 05. 1977

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 1995-1999 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Biyoloji Bölümü
(Bölüm Birincisi)

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2003-2004 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Biyoloji Öğretmenliği (Tezsiz Yüksek Lisans).

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

1997-İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Öğrenci Biyolojik Araştırmalar Laboratuvarı
(B.A.L.) Kulübü tarafından yapılan IV. Ulusal Biyoloji Kongresi

“Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Kantin ve Yemekhanelerde Görevli Personelin El
ve Tırnak Yüzeylerinden Alınan Örneklerden İzole Edilen Mikroorganizmaların
İdentifikasyonu” Konulu Poster Sunumu.

İŞ DENEYİMİ

01/10/1999	18/10/1999	MUŞ MERKEZ	Milli Eğitim Vakfı Fatih İlköğretim Okulu İlk Atama (Sınıf Öğretmeni)
20/10/1999	27/03/2003	MUŞ BULANIK	Yemişen İlköğretim Okulu (Sınıf Öğretmeni ve Okul Müdürlüğü)
04/04/2003	30/06/2003	ÇANAKKALE GELİBOLU	26 Kasım İlköğretim Okulu (Sınıf Öğretmeni)
30/06/2003	23/02/2004	ÇANAKKALE GELİBOLU	Şehit Ramazan İba İlköğretim Okulu (Sınıf Öğretmeni)
23/02/2004	25/10/2005	ÇANAKKALE GELİBOLU	Evreşe Lisesi (Biyoloji Öğretmeni)
25/10/2005	03/06/2008	ÇANAKKALE GELİBOLU	Cumhuriyet Anadolu Lisesi (Biyoloji Öğretmeni)
03/06/2008	16/09/2008	ÇANAKKALE GELİBOLU	Atatürk Kız Teknik ve Meslek Lisesi (Biyoloji Öğretmeni)
16/09/2008		ÇANAKKALE GELİBOLU	Cumhuriyet Anadolu Lisesi (Biyoloji Öğretmeni)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : canakay17m@hotmail.com