

Tuz Gölü Mikrofungus Çeşitliliğinin Belirlenmesi

Yaşar Erçin Kocabıyık

DOKTORA TEZİ

Biyoloji Anabilim Dalı

Şubat, 2014

Determination of Microfungal Diversity in Tuz Gölü

Yaşar Erçin Kocabıyık

DOCTORAL DISSERTATION

Department of Biology

February, 2014

Tuz Gölü Mikrofungus Çeşitliliğinin Belirlenmesi

Yaşar Erçin Kocabıyık

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Anabilim Dalı
Genel Biyoloji Bilim Dalında
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Semra İLHAN

Bu Tez Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından “201219A204” no’lu proje çerçevesince desteklenmiştir.

Şubat, 2014

ONAY

Biyoloji Anabilim Dalı Doktora öğrencisi Yaşar Erçin Kocabıyık'ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı "Tuz Gölü Mikrofungus Çeşitliliğinin Belirlenmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğın ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Semra İLHAN

İkinci Danışman :-

Doktora Tez Savunma Jürisi:

Üye : Prof. Dr. Merih KIVANÇ

Üye : Prof. Dr. Semra İLHAN

Üye : Doç Dr. Mustafa YAMAÇ

Üye : Doç. Dr. Alev HALİKİ UZTAN

Üye : Doç. Dr. Nalan YILMAZ SARIÖZLÜ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Tuz Gölü su ve toprak örneklerinden mikrofungus izolasyonu, sayımı ve tanımlanması ile fungal çeşitliliğin ortaya konması, fungal popülasyonun mevsimsel ve mekansal dağılımının belirlenmesidir. Tuz Gölü havzasında belirlenen üç istasyondan (Kayacık, Kaldırım ve Yavşan) 24 su ve 24 toprak olmak üzere mevsimsel olarak toplamda 48 örnek alınmıştır. Mikrofungus izolasyonunda su örnekleri için membran filtrasyon, toprak örnekleri için toprağı seyreltme yöntemi kullanılmıştır. İzolasyon besiyeri olarak DRBC ve DRBC17 kullanılmıştır.

Su örneklerinde ortalama mikrofungus sayısı DRBC’de 460 kob/100ml, DRBC17’de ise 126 kob/100ml; toprak örneklerinde ortalama mikrofungus sayısı DRBC’de 4575 kob/g kuru toprak, DRBC17’de ise 2875 kob/g kuru toprak olarak belirlenmiştir. Klasik ve moleküler teknikler kullanılarak toplamda 29 cinse ait 68 mikrofungus türü tanımlanmıştır.

Tuz Gölü su ve toprak örneklerinden sıklıkla izole edilen cinsler içerdikleri tür sayıları bakımından *Penicillium* (17), *Aspergillus* (7), *Alternaria* (6), *Cladosporium* (5) ve *Eurotium* (3) şeklinde sıralanmaktadır. Bunlardan başka *Acremonium*, *Aporospora*, *Arthrinium*, *Beauveria*, *Botryotinia*, *Chaetomium*, *Chalastospora*, *Coniochaeta*, *Curvularia*, *Embellisia*, *Epicoccum*, *Leptospora*, *Mucor*, *Nigrospora*, *Phanerochaete*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Pringsheimia*, *Rhizopus*, *Sordaria*, *Stemphylium*, *Tetracladium*, *Trichothecium* ve *Ulocladium* cinslerine ait türlere daha az oranda rastlanmıştır. *Aspergillus pseudodeflectus* Türkiye için yeni kayıttır.

Biyçeşitlilik indeksleri ile yapılan değerlendirmede Tuz Gölü suyunda fungal biyçeşitliliğin toprağı oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır. DRBC ve DRBC17 besiyerleri ile yapılan izolasyonlarda biyçeşitlilik açısından önemli bir fark gözlenirse de, tuz gereksinimleri açısından farklılık gösteren türlerin izolasyonuna olanak sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Tuz Gölü, mikrofungus, biyçeşitlilik, halotolerant/halofilik

SUMMARY

The aim of this study is to isolate, enumerate and identify microfungi from the Tuz Gölü (Salt Lake) water and soil samples and so, to reveal of fungal diversity and to determine seasonal and spatial distribution of the fungal population. From three stations (Kayacık, Kaldırım and Yavşan) in the Tuz Lake basin, a total of 48 including 24 water and 24 soil samples were taken seasonally. Microfungi isolation was performed by membrane filtration and soil dilution method for water and soil samples, respectively. DRBC and DRBC17 were used as isolation media.

The average number of microfungi in water samples was 460 and 126 cfu/100 ml by DRBC and DRBC17. In the soil samples, the average number of microfungi were determined as 4575 and 2875 cfu/g dry soil in DRBC and DRBC17. A total of 68 species belonging to 29 genera have been identified using classical and molecular techniques.

Genera frequently isolated from Tuz Lake water and soil samples can be listed as: *Penicillium* (17), *Aspergillus* (7), *Alternaria* (6), *Cladosporium* (5) and *Eurotium* (3). Other than these, *Acremonium*, *Aporospora*, *Arthrinium*, *Beauveria*, *Botryotinia*, *Chaetomium*, *Chalastospora*, *Coniochaeta*, *Curvularia*, *Embellisia*, *Epicoccum*, *Leptospora*, *Mucor*, *Nigrospora*, *Phanerochaete*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Pringsheimia*, *Rhizopus*, *Sordaria*, *Stemphylium*, *Tetracladium*, *Trichothecium* and *Ulocladium* genera was found at a lower rate. *Aspergillus pseudodeflectus* is new record for Turkey.

According to biodiversity indexes, the fungal biodiversity in the Salt Lake water was found to be higher than in the soil. Although significant difference in terms of diversity were not observed, DRBC and DRBC17 medium has led to the isolation of species which differ in salt requirements.

Key words: Tuz Gölü, microfungi, biodiversity, halotolerant/halophilic

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimi ile her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Semra İLHAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca destek ve katkılarından dolayı Dr. Zerrin KAHRAMAN CANTÜRK ve Doç. Dr. Miriş DİKMEN'e,

Bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren değerli hocalarım Doç. Dr. Cansu FİLİK İŞÇEN, Doç. Dr. Ahmet Çabuk, Yrd. Doç. Dr. Figen Çalışkan ve Dr. Bükay Yenice Gürsu'ya,

Laboratuvar ve arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı ekip arkadaşlarım Burcu AKÇAL ÇOMOĞLU, Emine SIRALI, Özden ÖZGÖK, Murat ZURNACI, Orkun KAYIŞ ve Dilek MALAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamı 201219A204 kodlu proje ile maddi yönden destekleyen ESOGÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkür ederim.

Yaşar Erçin Kocabıyık

Şubat, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET	V
SUMMARY	VI
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER.....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
1 GİRİŞ.....	1
2 GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Ekolojik Fungus Grupları.....	4
2.1.1 Termotolerant ve Termofilik Funguslar	5
2.1.2 Psikrotolerant ve Psikrofil Funguslar	6
2.1.3 Ağır Metal Toleranslı Funguslar	6
2.1.4 Osmotolerant ve Osmofilik Funguslar.....	7
2.1.5 Kserotolerant ve Kserofilik Funguslar.....	8
2.1.6 Asidofilik ve Alkalifilik Funguslar.....	8
2.1.7 Halotolerant ve Halofilik Funguslar	9
2.1.8 Oligotrofik Funguslar	10
2.1.9 Kaya ve Taş Yüzeylerde Yaşayan Funguslar	10
2.1.10 Foenikoid Funguslar	11
2.2 Hipersalin Çevreler ve Özellikleri	12

2.3	Tuz Gölü ve Özellikleri.....	15
2.4	Tuzlu Çevrelerdeki Fungal Çeşitlilik	17
2.4.1	Siyah Mayalar.....	18
2.4.2	Cladosporium	19
2.4.3	Eurotiales Ordosu	20
2.4.4	Wallemia	22
2.5	Tuzlu Ortamlarda Yaşamı Sağlayan Adaptasyonlar	23
2.5.1	İyon Düzenlemesi (Homeostazis).....	23
2.5.2	Uyumlu Çözünenler Stratejisi	24
3	MATERYAL METOD	25
3.1	MATERYAL	25
3.1.1	Çalışmada Kullanılan Besiyerleri	25
3.1.2	Çalışmada Kullanılan Çözeltiler.....	29
3.2	METOD	33
3.2.1	Çalışma Alanı	33
3.2.2	Örneklerin Alınması	34
3.2.3	Fizikokimyasal Analizler.....	34
3.2.4	Mikrofungus Sayım ve İzolasyon Çalışmaları.....	36
3.2.5	İzole Edilen Mikrofungusların İdentifikasyonları	36
3.2.6	Bulunma Sıklığı ve Göreceli Bollukların Hesaplanması	39
3.2.7	Fungal Çeşitliliğin Belirlenmesinde Kullanılan İndeksler.....	39

4	BULGULAR.....	42
4.1	Su Örneklerinin Sıcaklık, pH ve Tuzluluk Ölçümleri.....	42
4.2	Su Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri.....	43
4.3	Toprak Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri	44
4.4	Mikrofungus Sayım Sonuçları	46
4.5	Mikrofungusların Tanımlanması.....	49
4.6	DRBC besiyeri üzerinde sayılan türlerin dağılımları	51
4.6.1	Su örneklerinden izole edilen türlerin dağılımları	51
4.6.2	Toprak Örneklerinden İzole Edilen Türlerin Dağılımları	56
4.7	DRBC17 besiyeri üzerinde sayılan türlerin dağılımları	58
4.7.1	Su Örneklerinden İzole Edilen Türlerin Dağılımları	58
4.7.2	Toprak Örneklerinden İzole Edilen Türlerin Dağılımları	61
4.8	Türlerin Bolluklarının ve Bulunma Sıklığının Belirlenmesi	62
4.9	Tanılaması Yapılan Türlerin Filogenetik Analizleri	70
4.10	Biyçeşitlilik Parametreleri.....	75
4.11	Örnekleme Alanlarının Benzerlik İlişkisi	77
5	TARTIŞMA VE ÖNERİLER	82
6	KAYNAKLAR DİZİNİ	96

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Örnekleme noktalarının koordinatları.....	33
Çizelge 4.1 Havuz suyu ve göl suyu örneklerinin sıcaklık, pH ve tuzluluk değerleri.	42
Çizelge 4.2 Kayacık Tuzlası havuz ve göl sularının iyonik bileşimi.....	43
Çizelge 4.3 Kaldırım Tuzlası havuz ve göl sularının iyonik bileşimi.....	43
Çizelge 4.4 Yavşan Tuzlası havuz ve göl sularının iyonik bileşimi	44
Çizelge 4.5 Tuz Gölü suyu iyon içeriğinin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri	44
Çizelge 4.6 Toprak örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları	45
Çizelge 4.7 Mikrofungus toplam ve ortalama koloni sayıları.....	46
Çizelge 4.8 Su örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları	51
Çizelge 4.9 Toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları	56
Çizelge 4.10 Su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları	59
Çizelge 4.11 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları	61
Çizelge 4.12 Tayin edilen türlerin Tuz Gölü su ve toprak örneklerindeki bulunma sıklığı ve göreceli bollukları	64

Çizelge 4.13 Su örneklerinden DRBC besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri	75
Çizelge 4.14 Toprak örneklerinden DRBC besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri.....	75
Çizelge 4.15 Su örneklerinden DRBC17 besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri.....	76
Çizelge 4.16 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri.....	76
Çizelge 4.17 Su örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi	77
Çizelge 4.18 Su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi	78
Çizelge 4.19 Toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi	79
Çizelge 4.20 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi.....	79
Çizelge 4.21 DRBC ve DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin benzerlik matrisi	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Tuz Gölü ve örnekleme yapılan tuzlaların uydu fotoğrafı.....	33
Şekil 4.1 Mevsimlere göre Tuz Gölü suyundan (Hs+Gs) izole edilen fungus toplam koloni sayıları	47
Şekil 4.2 Mevsimlere göre Tuz Gölü toprağından (Bt+Ct) izole edilen fungus toplam koloni sayıları	48
Şekil 4.3 Tuz Gölü su ve toprağında DRBC ve DRBC17 besiyerleri üzerinde sayılan toplam koloni sayısı.....	49
Şekil 4.4 DRBC17 izolasyon besiyeri.....	50
Şekil 4.5 İzolasyon besiyerlerinde mikrofunguslar.....	50
Şekil 4.6 PCR ürünlerinin elektroforez jelinde görüntüsü	50
Şekil 4.7 Çalışmada izole edilen <i>Aspergillus</i> ve teleomorflarının ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.....	70
Şekil 4.8 Çalışmada izole edilen <i>Penicillium</i> ve teleomorflarının ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.....	71
Şekil 4.9 Çalışmada izole edilen <i>Cladosporium</i> türlerinin ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.....	72
Şekil 4.10 Çalışmada izole edilen <i>Alternaria</i> ve yakın ilişkili türlerin ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.....	73
Şekil 4.11 Çalışmada izole edilen diğer türlerin ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.....	74
Şekil 4.12 Su örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı	77

Şekil 4.13 Su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı 78

Şekil 4.14 Toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı 79

Şekil 4.15 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı 80

Şekil 4.16 DRBC ve DRBC17 besiyerinde izole edilen türlerin benzerlik dendogramı 80

1 GİRİŞ

Funguslar, böceklerden sonra sayısal olarak en büyük canlı organizma grubunu oluştururlar. Kendilerine özgü eşsiz doğaları ve çok çeşitli ortamlarda yaşamlarını sürdürebilme kabiliyetleri ile araştırmacılar için her zaman ilgi çekici olmuşlardır. Yeryüzünün hemen hemen her katmanında bulunan funguslar ekosistemde oldukça geniş bir yayılım gösterirler. Son bir kaç yılda moleküler yöntemlerin gelişmesiyle fungusların tanılama çalışmaları oldukça hız kazanmasına rağmen, 1,5 milyonu aşkın fungus türünden günümüzde ancak %5-10 kadarı tanımlanabilmiştir (Hawksworth 2001).

Yapısal bütünlüğü oluşturan hiflerin mikroskobik boyutlarda olması nedeniyle funguslar mikroorganizma olarak nitelendirilmektedir. Ancak, doğaları gereği dış ortama salgıladıkları biyoaktif moleküller sayesinde, biyokütle olarak kaplanmış oldukları alandan daha büyük bir alana etki etmektedirler. Kolonize oldukları substrat üzerinden karbonhidratların ve diğer besin maddelerinin dönüşümünü etkin bir biçimde sağlayarak bu maddeleri farklı noktalara taşıma özelliğindedirler. Bu nedenle fungusların buldukları ortamlardaki biyolojik etkisi makro düzeye çıkmaktadır (Rayner 1998).

Organizmaların yaşamlarını sürdürdükleri fiziksel çevrenin devamlı olarak sabit kalması mümkün değildir. Abiyotik faktörlerin etkisinde zamansal ve mekansal değişimlerin yaşanması kaçınılmazdır. Bazen var olan ya da değişen koşullar, ortamı canlılar için yaşanması çok zor veya imkansız duruma getirebilir. Günümüzde ekstrem çevreler olarak ifade edilen bu tip ortamlarda yakın zamana kadar canlı formların çoğalamadığı bilgisi kabul edilmiş, fakat artık bunun doğru olmadığı ortaya çıkmıştır (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000). Canlı organizmalar bu koşullarda hayatta kalabilmek üzere değişen çevre koşullarına karşı adaptasyonlar geliştirmek durumunda kalmışlardır (Bills, Foster et al. 2004).

Ekstrem çevreyi tanımlayan fizikokimyasal özelliklerin yaşamsal aktivitelerin gerçekleşmesi için bilinen sınırların dışında olması gerekir. Ancak bu görüşler öznel bir yaklaşımın sonucudur. Ekstrem çevreler genellikle, ortam sıcaklığı ve pH değerlerinin

çok yüksek veya çok düşük olması, tuzların veya diğer çözünen maddelerin yüksek konsantrasyonu, besin maddelerinin çok yüksek veya çok az oranlarda bulunması ve serbest su ya da oksijenin ulaşılabilirliği gibi parametreler tarafından belirlenir. Aslında, ekstrem çevre bizim normal olarak nitelendirdiğimiz kültür veya laboratuvar koşulları ya da doğal ortamlardan farklılık gösteren çevrelerdir. Dolayısıyla ekstrem çevre tanımı göreceli bir kavramdır; kesinlik belirtmez ve antropojenik bir bakış açısını temsil eder. Ayrıca, özel bir fiziksel alana yüksek derecede adapte olmuş organizmalar ile çok fazla sayıda değişkene ve dış etkiye maruz kalan çevrelerde hayatta kalabilen organizmalar birbirlerinden farklı şekilde ele alınması gerektiği ifade edilmektedir

Ekstrem çevreyi tanımlayan fizikokimyasal karakterlerin yaşamın meydana gelebilmesi için bilinen sınırların dışında olması gerekir. Ancak bu görüşler öznel bir yaklaşımın sonucudurlar. Ekstrem çevreler genellikle, çok yüksek veya çok düşük sıcaklık, pH, tuzların veya diğer çözünen maddelerin yüksek konsantrasyonu, besin maddelerinin çok yüksek veya çok az oranlarda bulunması ve serbest su ya da oksijenin ulaşılabilirliği gibi parametreler tarafından belirlenir. Gerçekte, ekstrem çevre bizim normal olarak nitelendirdiğimiz kültür veya laboratuvar koşulları ya da doğal ortamlardan farklılık gösteren çevrelerdir. Dolayısıyla ekstrem çevre tanımı göreceli bir kavramdır; kesinlik belirtmez ve antropojenik bir bakış açısını temsil eder. Ayrıca, özel bir fiziksel alana yüksek derecede adapte olmuş organizmalar ile çok fazla sayıda değişkene ve dış etkiye maruz kalan çevrelerde hayatta kalabilen organizmalar, birbirlerinden farklı şekilde ele alınmalıdır(Bills, Foster et al. 2004).

Fungusların tuzlu çevrelerin aktif üyeleri olduğunu gösteren ilk kayıt Gunde-Cimerman ve ark.,(2000)'nın hipersalin göl suyundan yaptıkları izolasyon çalışmalarıdır (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009). Daha önceki çalışmalarda düşük su aktivitesinde (a_w) gelişme yeteneğindeki funguslar koruyucu olarak yüksek oranda tuz veya şeker eklenmiş gıdalarda gelişen gıda kontaminantları olarak bilinmekteydiler (Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009). Ancak o zamandan bu yana, bir çok yeni tür ve daha önceleri sadece gıda kontaminantı olarak bilinen türler tüm dünyada hipersalin çevrelerde keşfedilmiştir (Kis-Papo, Oren et al. 2003, Butinar, Santos et al. 2005, Butinar, Sonjak et al. 2005, Butinar, Zalar et al.

2005, Kogej, Ramos et al. 2005, Zalar, Kocuvan et al. 2005, Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006, Sepcic, Zalar et al. 2010, Butinar, Frisvad et al. 2011, Nazareth, Gonsalves et al. 2012). Artık günümüzde, bu funguslar hipersalin çevrelerdeki mikrobiyal komünitelerin tamamlayıcı bir parçası olarak kabul edilmektedirler.

Tuz Gölü dünyada eşine az rastlanır hipersalin bir göldür. Bu özelliği uzun yıllar ülkemizdeki mikrobiyologların gözünden kaçmış olsa da, son yıllarda prokaryotik çeşitlilik çalışmaları büyük bir hız kazanmıştır (Birbir and Sesal 2003, Birbir, Calli et al. 2007, Ozcan, Ozcengiz et al. 2007, Mutlu, Martínez-García et al. 2008). Ancak, literatürde Tuz Gölü'nün fungal çeşitliliğine dair kapsamlı bir araştırmaya dayalı veri bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında, Tuz Gölü toprak ve su örneklerinden mikrofungus izolasyonu ve tanılanması ile fungal çeşitliliğin ortaya konması ve fungal popülasyonun zamansal (mevsimsel) ve mekansal (örnekleme noktaları) dağılımının belirlenmesi üzerine odaklanılmıştır. Fungusların biyoteknolojik uygulamalardaki önemi ve potansiyeli ile izolasyon ortamının ekstrem parametreleri birlikte ele alındığında, Tuz Gölü'nün geleceği hakkındaki olumsuz gidişat nedeniyle daha keşfedilmeden kaybedebileceğimiz yerli ve doğal kaynaklar olan Tuz Gölü mikrofunguslarının izolasyonu ve muhafazası oldukça önem arz etmektedir.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Ekolojik Fungus Grupları

Organizmalar, yaşam döngüleri içinde çevrenin taşıma kapasitesine yaklaşması veya kaynak bakımından zengin olması gibi etkilerine karşı çok önemli stratejiler geliştirmişlerdir. Bunun sonucunda K veya r seçilimli popülasyonlar meydana gelmektedir. K seçilimli popülasyonlar, uzun süreli yavaş büyüme periyodu ile birlikte düşük üreme kabiliyeti gösteren, r seçilimli popülasyonlar ise kısa, hızlı büyüme periyodu ile birlikte yüksek üreme kabiliyeti gösteren popülasyonlardır (MacArthur 1967). K seçilimli türler tür içi ve türler arası rekabetle karşı karşıya kalabilirler. K seçim baskısı canlıları kaynağı etkin kullanmaya iter. Kısıtlı kaynağı en kısa zamanda üretken bireylere çevirebilme yeteneğine sahip bireyler rekabette üstün bireyler olarak ele alınırlar. Dolayısıyla r seçilimli türler rekabette yetersiz kalan türlerdir. K ve r seçilimi içerisinde organizmalar türler arası veya tür içi rekabet ve abiyotik faktörlerden kaynaklanan stres koşullarından etkilenirler. Funguslar ekstrem koşullarda çeşitli ekolojik stratejileri benimseyerek kendilerine uygun bir niş elde etme kabiliyetindedirler (Bills, Foster et al. 2004).

Yüksek bitkiler için geliştirilen stratejiler (Grime 1977, Grime, Mackey et al. 1987), modifiye edilerek funguslara uyarlanmıştır (Cooke and Rayner 1984, Pugh and Boddy 1988, Rayner and Boddy 1988, Andrews 1992). Buna göre; rekabetçi (C seçilimli), stres tolerant (S seçilimli) ve ruderal (R seçilimli) olmak üzere başlıca 3 strateji tanımlanmıştır ve pek çok fungus türü bu stratejilerin kombinasyonlarını sergilemektedirler. Bu stratejiler yalnızca belirli bir zamandaki organizmaya ait davranış biçimini tanımlamaktadırlar. Farklı çevre koşullarında ya da hayat devreleri içerisinde farklı bir formda bulunan funguslar için de farklı stratejiler olduğu kabul edilebilir (Boddy and Wimpenny 1992). Görece stressiz koşullar ve karbonhidrat bakımından zengin kaynaklar, yüksek üreme kapasitesi ve büyüme hızına, güçlü ve kısa hayat süresine sahip R seçilimli fungusları destekler. Substrat üzerindeki nutriente ulaşımın kısıtlı olmasından ya da herhangi bir abiyotik faktörün etkisinden kaynaklanan stres, türler arası fungal rekabeti azaltır ve kıt kaynakların uzun süreli kullanımına izin verir. Bu durumda; karakteristik olarak biyokütle hızının yavaş

olduğu, özelleşmiş, fizyolojik adaptasyonlara ve kaynak kullanımı için yüksek enzimatik rekabet gücüne sahip, zamana karşı direnç gösterebilen ve yavaş germinasyon geliştiren S seçilimli funguslar desteklenirler. S seçilimli funguslar çevresel stres koşulları olmadığında düşük rekabet gücüne sahiptirler ancak kendi aralarında rekabet edebilirler. Stresin azalması veya kullanılmamış kaynağa erişimin önündeki engelin kalkmasıyla C seçilimli funguslar baskın hale geçebilirler (Bills, Foster et al. 2004).

2.1.1 Termotolerant ve Termofilik Funguslar

Sıcaklık fungusların aktivitelerine ve dağılımlarına etki eden en önemli abiyotik faktörlerden biridir. Fungusların çoğu mezofiliktir ve 5°–35°C arasında değişen sıcaklıklarda gelişebilirler. Optimum büyüme sıcaklığı ise 20°C ile 30°C arasında olmaktadır. 20°C sıcaklığın altında gelişemeyen, 50 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda optimumda gelişebilen funguslar termofilik funguslardır (Cooney and Emerson 1964, Crisan 1973). 20°C sıcaklığın altında gelişebilen ve aynı zamanda 40°–50°C arasında veya daha yüksek sıcaklıklarda da gelişebilen funguslar termotolerant funguslar olarak isimlendirilir. Termotolerant ve termofilik funguslar genellikle sıcak su kaynaklarından, gübre veya bitki atıklarının mikrobiyal respirasyon sonucu iç ısıyı yükselmiş yığınlardan sıklıkla izole edilebilmektedirler(Ellis 1980, Rayner 1998, Redman, Litvintseva et al. 1999).

Termotolerant ve termofilik funguslar, filogenetik olarak *Phycomycetes*, *Ascomycetes*, *Fungi Imperfecti* ve *Mycelia Sterilia* gibi başlıca gruplar içerisinde heterojen dağılmışlardır (Mouchacca 1997).

Termofilik fungusların ekstraselüler enzimleri, hipertermofilik arkelerin enzimleri kadar termostabil değildir. Günümüzde biyoteknolojik açıdan hipertermofil organizmalar daha ön planda değerlendirilmektedirler. Endüstriyel uygulamalarda kullanılacak enzimlerin termostabilitelerinin daha gerçekçi olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Kataliz reaksiyonlarında iş gören proteinlerin esnekliği oldukça önemli bir özelliktir. Hipertermofillerden elde edilen enzimlerin esnekliği organizmanın optimumda geliştiiği sıcaklıklarda optimumdur (80°C ve üzeri); ancak endüstride pek çok uygulamada sıklıkla kullanılan 50°-65°C arasındaki operasyonel sıcaklıklarda, bu

enzimler esneklik açısından zorlanabileceği için reaksiyon verimli gerçekleşmeyebilir. Bu nedenlerle, termofilik fungusların ekstraselüler enzimlerinin, hipertermofillerden elde edilenlere göre üstünlüklerinin araştırılması gerekmektedir (Maheshwari, Bharadwaj et al. 2000).

2.1.2 Psikrotolerant ve Psikrofil Funguslar

Psikrotrofik mikroorganizmalar 10°C'den daha düşük sıcaklıklarda büyüme yeteneğinde olan mikroorganizmalardır. Biyosferin %80'inin -3° ile -7°C arasında olduğu ve toplam deniz suyu hacminin %90'ının da 5°C'nin altında olduğu göz önüne alındığında, doğal çevrelerde sıkça karşılaşmak şaşırtıcı olmamakla birlikte gıda kaynaklı(Smith 1993) olarak da karşımıza çıkmaktadırlar. Gounot (1986) ise 0°C sıcaklıkta bulunan ortamların başlı başına ekstrem bir ortam olamayacağını, ancak soğuk çevrelerin diğer stres faktörleriyle birlikte (kurak Antarktik topraklarında düşük su aktivitesi, derin deniz diplerinde düşük nutrient ve yüksek basınç) canlılar için ekstrem bir ortam oluşturduğunu belirtmiştir(Gounot 1986).

Psikrofilik mikroorganizmalar, daimi olarak soğuk olan; okyanuslar, kutuplar, dağların yüksek kesimlerindeki toprak ve göller, karlı ve buzlu alanlar ve mağaralar gibi habitatlarda bulunurlar. 0°C'de de gelişebilen psikrofillerin optimum büyüme sıcaklığı 16°C ve maksimum 20°C'dir. Psikrotolerantların ise maksimum büyüme sıcaklığı 20°C'nin üzerindedir ancak 10°C'de de gelişeme yeteneğindedir. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Keratinomyces*, *Leptomitus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*, and *Typhula* genuslarına ait psikrotolerant ve psikrofilik funguslar tanımlanmıştır(Gounot 1986).

2.1.3 Ağır Metal Toleranslı Funguslar

Bakır, nikel ve çinko gibi iz elementler her ne kadar fungal büyüme için gerekli olsalar da, diğer iz elementlerin veya periyodik cetvelin B grubunda bulunan ağır metallerin toprakta bol miktarda bulunması funguslar ve ekosistemin diğer elemanları için toksik etki yaratır (Brown and Hall 1990). Doğal veya insanlar tarafından oluşturulmuş ağır metallere karşı funguslar pek çok farklı tepkiler verebilirler. Çoğu kez tür zenginliği azalır ve komünite yapısı değişir. Metallerce kirletilmiş alanlardan ağır

metal toleranslı funguslar izole edilebilmektedir. Beklenildiği üzere metal kontamineli alanlardan yüksek yüzdeyle metal tolerant funguslar izole edilebilirken, bakır toleranslı funguslar aynı zamanda metal konsantrasyonun yüksek olmadığı ortamlardan da izole edilmişlerdir. Benzer şekilde, metal kontamineli ve kontaminesiz ortamlardan izole edilen *Aureobasidium pullulans* izolatlarının kurşuna karşı duyarlılıklarında bir fark gözlemlenmemiştir (Hiroki, Kadzunori et al. 1985, Mowll and Gadd 1985, Arnebrant, Bååth et al. 1987).

2.1.4 Osmotolerant ve Osmofilik Funguslar

Herhangi bir çevrede suyun en önemli özelliği bulunduğu ortamdaki miktarından çok biyolojik aktivite için ulaşılabilirliğidir. Buz veya minerallerle kompleks formunda bulunan su, pek çok canlı organizma için ulaşılabilir ya da kullanılabilir değildir. Su aktivitesi değeri (a_w), 0-1 a_w arasında bir değer alır ve ulaşılabilir yada serbest suyun fizyokimyasal İndeksini tanımlar. 0,6 ile 1 a_w arasındaki su aktivitesi biyolojik aktivite için sınır değerlerdir. Hayvanların yaşamı için bu değer 0,99-1 a_w arasındayken bitkiler için solma noktasının 0,98 a_w olarak belirlenmiştir. Mikroorganizmaların çoğu 0,95 su aktivitesine sahip substratlar üzerinde gelişebilirler.

Yüksek osmotik basınç hücre dışına su kaybına ve fungusun ya da germinasyon fazındaki sporun ölmesine neden olur. Gıdaları bozulmalara karşı korumak amacıyla yüksek oranda şeker ya da tuz eklemek, ortamdaki iyon ve çözünen maddelerin konsantrasyonunu artırır ve yüksek osmotik basınç yaratır. Tuz konsantrasyonlarının doğal olarak yüksek olduğu tuzlu sular veya topraklarda, funguslar hem yüksek iyon içeriğine hem de sınırlı serbest suyla baş edebilmektedirler. Habitat esasında su içerisinde olsa da yüksek tuz konsantrasyonu mikrobiyal gelişimi sınırlamaktadır.

Funguslar, yüksek şeker veya tuz içermesi nedeniyle düşük su aktivitesine sahip gıdalarda bozulmaya sebep olan başlıca organizmalardır ve pek çok mitosporik fungus bu gıdalar üzerinden izole edilmiştir. Bu tür gıdalarda en sık rastlanan genuslar *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Myrothecium*, *Oidiodendron*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Wallemia*, and *Xeromyces* olmuştur. Çalışmalarda en sık rastlanılan

mayalar ise *Debaryomyces hansenii* ve *Saccharomyces rouxii*'dir (Jennings 1985, Pitt and Hocking 2009).

2.1.5 Kserotolerant ve Kserofilik Funguslar

Kserotolerant ve kserofilik funguslar, düşük matriks potansiyeline sahip substratlar üzerinde gelişebilirler. Bu tip ortamlarda serbest su miktarının sınır değerlerde olması yüksek şeker veya tuz konsantrasyonuna bağlı olmayıp substratın kendisinde serbest suyun az miktarda bulunmasıdır. 0,85 aw'nin altında gelişen funguslar kserofilik funguslardır. Çoğunlukla *Ascomycetes* ve anamorfları 0,9 aw'nin altındaki değerleri iyi derecede tolare edebilirler. Bu ekolojik gruptaki funguslar yüksek sıklıkla kurak ya da yarı-kurak topraklardan izole edilmekte olup depolanmış tahıllar ve kurutulmuş gıdalar ile ilişkilidirler. *Aspergillus*, *Chrysosporium*, *Eremascus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Wallemia*, ve *Xeromyces*; kurak ve yarı-kurak ortamlardan en sık izole edilen kserotolerant ve kserofilik funguslardır (Magan and Lacey 1984, Magan and Lacey 1984).

Aspergillus türleri kserotolerant funguslar içerisinde en sık rastlanılan türler olmuşturlardır. *Penicillium* ılıman ortamlarda daha yaygınken, *Aspergillus* türleri daha sıcak ortamlarda baskın türlerdir. *Aspergillus* türlerinin yüksek sıcaklık ve düşük su aktivitesinde, *Penicillium* türlerine oranla daha rekabetçi oldukları bildirilmiştir (Magan and Lacey 1984, Magan and Lacey 1984, Dix and Webster 1994)

2.1.6 Asidofilik ve Alkalifilik Funguslar

Asitlik ve alkalilik doğada gözlemlenen stres faktörlerindendir. Asidik madenlerin veya volkanik akıntı sularında 1-2 pH, meyve suları veya asidik topraklarda 3-4 pH değerleri arasındadır. Alkali toprakların pH'sı 9 civarındadır, alkali göllerin pH'sı ise 10 değerine ulaşabilir(Bachofen 1986). Doğal ortamların pH'sı genellikle 4-9 arasında olduğundan pek çok mikroorganizma için optimum değerler bu aralıkta olmaktadır. Bu aralığın dışındaki pH değerlerinde yaşama yeteneğinde olan veya hayatta kalabilen mikroorganizmalar asidotolerant veya alkalitolerant olarak

isimlendirilmişlerdir. Funguslar genellikle hafif asidik ile nötral pH aralığında iyi gelişirler (Bills, Foster et al. 2004).

Optimum büyüme için pH 8'in üzerinde bir değere ihtiyaç duyan mikroorganizmalar alkalifilik karakterdedir. Bu mikroorganizmaların büyük çoğunluğu prokaryotlar içerisinde bulunsa da, alkalifilik funguslar da izole edilmektedirler. Bu konudaki en erken çalışmalardan biri Johnson (1923) tarafından yapılmış olup, *Fusarium bullatum*, *F. oxysporum* ve *Penicillium variables* pH 11'de geliştiği belirlenmiştir (Johnson and Martin 1992). *Aspergillus oryzae*, *Exophiala alcalophila*, *Phaeococcomyces alcalophilus* alkali ortamlardan izole edilen alkalifilik funguslardır (Goto, Aono et al. 1981, Grant, Mwatha et al. 1990, Horikoshi 1991, Haase, Sonntag et al. 1999).

2.1.7 Halotolerant ve Halofilik Funguslar

Mikroorganizmalar, funguslar da dahil olmak üzere, büyüme ortamındaki NaCl istekleri temel alınarak halofiliklik açısından kategorize edilmişlerdir (Kushner 1978). Yüksek sodyum konsantrasyonu, osmotik basıncı artırmasının yanı sıra protein yapısına ve enzim fonksiyonlarına da etki etmektedir (Cooke and Whipps 1993). Ekstrem halofiller optimum 2,5-5,2 M NaCl varlığında gelişirler. Halotolerantlar ise tuzu ortamın doyma noktasına kadar tolere edebilirler. Halofilik olmayanlar için ortamın 0,2M'dan daha az NaCl içermesi gerekmektedir. Ökaryotlar arasında ekstrem halofilik organizmalar bulunmamaktadır. *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Myrothecium*, *Stachybotrys* ve *Trichoderma* genuslarına ait halotolerant türler kurak topraklardan izole edilmişlerdir (Malik 1982).

Basipetospora halophila ve *Hortea werneckii*, glikoz/fruktoz ve gliserol gibi su aktivitesini düşüren osmotiklere kıyasla, NaCl içeren besiyerinde daha iyi bir gelişim gösterdiğinden halofilik olarak nitelendirilmişlerdir (Andrews and Pitt 1986).

Tuz bataklıkları, tuzlu topraklar ve deniz gibi kısmen tuzlu doğal çevrelerdeki fungusların izolasyonunu tanımlayan az sayıda literatüre rastlanmaktadır. Ancak, son zamanlarda ekstrem denebilecek, neredeyse NaCl ile doygunluğa ulaşmış tuzlu doğal

çevrelerde bulunan funguslar üzerine çalışmalar başlamıştır (Buchalo, Nevo et al. 1998, Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Grishkan, Nevo et al. 2004, Butinar, Zalar et al. 2005) ve bu zamana kadar olan süreçte en iyi çalışılmış fungal ekstremofiller, tuzlalar ve tuz göllerinin hipersalin sularında bulunan, halofilik ve halotolerant funguslardır (Buchalo, Nevo et al. 1998, Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Casamayor, Massana et al. 2002, Petrović, Gunde-Cimerman et al. 2002, Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006). Bu çalışmalar sayesinde halofilik fungusların, halofilik prokaryotlardan daha farklı adaptasyon stratejileri geliştirdiği belirlenmiştir. Gerçek halofilik funguslarda olduğu gibi, hipersalin substratlar üzerinde gelişen fungusların büyük çoğunluğu, çözünen maddenin kimyasal yapısından bağımsız olarak ve düşük su aktivitesinde büyüebilme özelliklerinden kaynaklanan, kseroofilik fenotip gösterirler (Pitt and Hocking 2009).

Genelde mikotoksijenik olan gıda kaynaklı fungusların ve yan ürünlerinin, yalnızca havadan veya topraktan değil, tuzlalardan elde edilen ve koruyucu olarak kullanılan tuz aracılığıyla da gıda kontaminasyonuna sebep olabileceği bildirilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

2.1.8 Oligotrofik Funguslar

Besin maddeleri bakımından fakir olan ortamlarda gelişebilen mikroorganizmalar oligotrofturlar. Bu tip çevrelerde genellikle prokaryotik organizmaların hüküm sürdüğü düşünülse de, fungusların da oligotrof olarak gelişebildiği belirlenmiştir (Pitt and Hocking 2009). Karbon fungal komünite dinamikleri ve taksonomik çeşitlilik için hayati bir rol oynasa da, dış ortamda bulunan çok fazla miktardaki karbon büyümeyi sınırlandırmaktadır. Sınırsız büyüme ancak bitki rizosferi gibi özelleşmiş formlarda gözlenmektedir (Bills, Foster et al. 2004).

2.1.9 Kaya ve Taş Yüzeylerde Yaşayan Funguslar

Kaya ve taş yüzeyler; besin maddelerince fakir olduğundan, güneş kaynaklı radyasyon, yüksek sıcaklık ve elektrolit konsantrasyonu ve düşük nemlilik gibi stres faktörlerinden dolayı ekstrem çevreler olarak tanımlanmıştır ve stres-tolerant

fungusların kendine has türleri tarafından kolonize edilmektedir. Siyah mayalar ve “*Dematiaceae*” familyasına ait miselyal funguslar çeşitli kaya yüzeylerinden ve taş heykellerden izole edilmişlerdir (Urzi, Wollenzien et al. 1995, Sterflinger and Krumbein 1997, Sterflinger, De Hoog et al. 1999, Pitt and Hocking 2009). Bunlar çıplak yüzeylerde bulunan filogenetik olarak çeşitli ve liken oluşturmeyen funguslardır. UV’ye ve yüksek sıcaklıklara karşı koyabilmek amacıyla bol miktarda melanin üretirler ve meristematik olarak büyürler. Bu nedenlerle mikrokolonyal fungus olarak da anılmaktadırlar. Yapılan çalışmalarda eşsiz habitatlarından dolayı pek çok yeni fungus türü tanımlanmıştır (Simmons 1981, Urzi, Wollenzien et al. 1995, Sterflinger, De Baere et al. 1997, De Leo, Urzi et al. 1999, Sterflinger, De Hoog et al. 1999). Kurak bölgelerdeki kaya yüzeyleri bazı durumlarda “çöl cilası” (desert vanish) denen okside mangan ve demirin neden olduğu, kahverengi, siyah veya turuncu bir renkle ve kaplanır. Bu görüntünün oluşumundan likenler ve funguslar sorumludurlar (Krumbein and Jens 1981, Staley, Adams et al. 1992). Bazı filamentli funguslar, misellerini kurumaya karşı korumak amacıyla, kaya yüzeylerindeki maya ve bakterilerin oluşturduğu ekstraselüler cıvık tabaka ile etkileşime girerler (Bills, Foster et al. 2004).

2.1.10 Foenikoid Funguslar

Foenikoid funguslar, yangın felaketlerinden sonra özellikle toprak ve bitki materyalleri üzerinde gelişebilen; başlıca örneklerine *Ascomycetes* ve *Basidiomycetes* sınıflarında rastlanılan funguslardır. Seralarda buharla sterilize edilen sera topraklarında da gözlemlenebilmektedirler (Wicklów 1973, Carpenter and Trappe 1985).

Yanmış habitatlar klasik anlamda her ne kadar stresli ortamlar olarak tanımlanmasa da, özellikle orman yangınlarından sonra biriken küller ortamın pH’ında 3-5 derece artışa neden olur (Petersen 1970). Yangının hasar verdiği bitki komünitelerinin çeşitliliği ve yangın derecesi, yangından sonra gelişecek fungusların çeşitliliğini belirlemede önemli rol oynar. Örneğin, tropik ve subtropik bölgelerdeki kömürleşmiş vejetasyon üzerinde, heterotallik *Neurospora* türlerine sık rastlanılır. Ilıman iklimde yer alan ormanlarda *Pezizales* ordosuna ait türler ile bir kaç *Agaricales* üyesi foenikoid komüniteyi domine eder. Bozkır ve stepler de ise *Pyrenomyces*’ler daha sık

rastlanılmaktadır (Wicklow 1973, Shaw 1990, Dix and Webster 1994, Pandit and Maheshwari 1996, Bills, Foster et al. 2004).

Foenikoid fungusların buldukları habitatlar benzer olmasına rağmen farklı abiyotik faktörlerden etkilenebilirler. Sıcaklık değişiklikleri bazı türleri fruktifikasyona teşvik ederken, yangından sonra olduğu gibi pH değişiklikleri ise çeşitli türler üzerinde etkili olmaktadır (Hora 1959, Petersen 1970, Dix and Webster 1994, Bills, Foster et al. 2004).

2.2 Hipersalin Çevreler ve Özellikleri

Hipersalin çevreler, toplam tuz konsantrasyonunun deniz suyundan fazla olduğu ortamlardır. “Talasohalin sular” deniz suyuna benzer iyon içeriğine sahip sulardır. Deniz suyunun buharlaştırılarak deniz tuzu elde edildiği tuzlalar, “talasohalin” çevrelerin en tipik örneğidirler. Buharlaştırma sonucunda sırasıyla, kalsit (CaCO_3), jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), halit (NaCl), silvit (KCl) ve son olarak karnalit ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) mineralleri çökelir. Havuzlardaki tuzlu suda, NaCl 'ün presipitasyonundan sonra baskın iyonlar olarak Mg^{+2} ve Cl^- kaldığından, deniz suyundan daha asidik bir pH'ya sahiptir (Grant 2004).

“Atalasohalin” sular ise buldukları alanın jeolojisinin etkisi altındadırlar. Önceden bölgede birikmiş olan veya civardan taşınarak gelen tuzlar, bu tip suların kimyasal yapısını belirler. Ölü Deniz (İsrail), Mg^{+2} elementinin yoğun şekilde bulunduğu atalasohalin su kütlesine sahip tuzlu bir göldür (Grant 2004).

Sofra tuzu (NaCl) tüm canlılar için zararlı olduğu düşüncesi nedeniyle yüzyıllar boyunca gıda koruyucu olarak kullanılmıştır. Esasında, tüm bu koruma amaçlı tuzlanan gıdalar veya Dünya genelinde bulunan yapay tuzlalar ve doğal tuz gölleri, halotolerant ve halofilik mikroorganizmalara ev sahipliği yapmaktadırlar. Dahası bu mikroorganizmalar yüksek konsantrasyondaki NaCl 'ün yanında, diğer iyonların yüksek konsantrasyonlarına, UV'nin öldürücü etkisine ve bazı özel durumlarda da oldukça uç pH değerlerine dahi adaptasyonlar geliştirebilirler (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009).

Tuzlalarda, göl veya deniz suyunun toplanarak tava denilen havuzlarda buharlaştırılmasıyla tuz elde edilir. Dolayısıyla tavalar arasında bir tuzluluk skalası oluşmaktadır. Bu durum halofilik mikroorganizmalarla yapılan çalışmalarda tuzluları daima popüler alanlar arasına sokmaktadır.

Zaman zaman tuzlalarda kırmızı bir renk tüm ortama hakim olur. Bu rengin sebebi *Halobacteriaceae*, b-karotene zengin *Dunaliella* ve *Salinibacter* türleridir. Hipersalin çevrelerde yapılan ekolojik çalışmalarda mikrobiyotaya rastlanılmadığı bilgisine rağmen (Javor 1989, Oren 1999, Pedrós-Alió, Calderón-Paz et al. 2000) son yıllarda yapılan çalışmalar, halofilik ve halotolerant fungusların bulunabileceğini göstermektedir (Zalar, De Hoog et al. 1999, Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Butinar, Santos et al. 2005, Butinar, Sonjak et al. 2005, Butinar, Zalar et al. 2005, Zalar, de Hoog et al. 2005, Zalar, De Hoog et al. 2007, Zalar, Frisvad et al. 2008, Butinar, Frisvad et al. 2011).

Buharlaştırma havuzlarında bulunan mikroorganizmaların ve ürünlerinin tuzun kalitesine ve miktarına etki ettiği görüşü tuz endüstrisinde yaygın olarak kabul görmektedir. Fiziksel süreçler (buharlaştırma, kalsiyum karbonatın, jipsin ve tuzun çökmesi), biyolojik sistemlerde çok yakından ilişkilidir ve tuz üretimine yararlı ya da zararlı olarak etki edebilir (Javor 2002). Ayrıca gıda koruyucusu olarak kullanılacak tuzu kontamine edebilirler. Uzunca bir zamandır, tuzla birlikte gıda maddelerine ulaşan ve bozulmalara sebebiyet veren *Haloarchaea* farkedilmiş, ancak fungal kaynaklı kontaminasyon gözlerden kaçmıştır (Norton and Grant 1988, Grant 2004, Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009).

Günümüzde tüm ekstrem mikroorganizmalarla olduğu gibi hipersalin sulardan izole edilen funguslarla da ilgili çalışma sayısında hız bir artış göze çarpmaktadır (Buchalo, Nevo et al. 1998, Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Casamayor, Massana et al. 2002, Petrovic, Gunde-Cimerman et al. 2002). Bu çalışmalarda halofilik fungusların halofilik prokaryotlardan daha farklı adaptif stratejiler geliştirdiği anlaşılmaktadır. Gerçek halofilik fungusların bulunması bir yana, hipersalin substratlar üzerinde gelişen funguslar genel kserofilik fenotip sergiler. Bu durum düşük su

aktivitesinde gelişebilme özelliklerinin bir yansıması olarak ortaya çıkmaktadır (Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009).

Bir çevrede bulunan suyun kullanılabilirliğinin, o ortamda bulunan canlı organizma üzerindeki sınırlayıcı etkisi iki durumda ortaya çıkar. Birincisi çözültide bulunan çözünenlerin konsantrasyonu, diğeri ise kapilerite ve yüzeyin su tutucu etkisidir. Bir çevrede bulunan suyun organizmalar tarafından kullanılabilirliğini tanımlamak için su aktivitesi(a_w) terimi genel olarak kabul görmektedir. Maddelerin sahip oldukları su içeriğine(% su miktarı) göre, termodinamik olarak kullanılabilen su canlılar için daha fazla önem arz etmektedir. Su aktivitesi “Raoult Kanunu”ndan temel almaktadır ve çözültinin buhar basıncının aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranıyla elde edilen bir değerdir. Saf suyun su aktivitesi “1” kabul edilirken diğeri tüm sulu çözültierinki “1”den daha küçük bir değer olmaktadır (Grant 2004).

Büyüme ortamına %17 NaCl veya %50 glikoz eklenerek su aktivitesinin 0,85 a_w veya daha altında düşürüldüğü durumlarda gelişebilen funguslar kserofilik olarak sınıflandırılırlar(Pitt and Hocking 2009). Pek çok prokaryotik halofillerin tersine, halofilik funguslar canlılık için tuza gereksinim duymazlar ve tatlı sudan NaCl’ün doygun çözültilerine kadar olan tüm tuzluluk aralığında gelişebilirler. Dinlenme fazında ekstrem çevresel streslere karşı koyarak hayatta kalabilirler. Ancak olumsuz şartlar ortadan kalktığında, elverişli suyu kullanarak, büyüme ve üreme için metabolik aktiviteyi yükseltirler. Bu adaptif halofilik davranış, poikilofilik halofili olarak tanımlanmıştır ve hipersalin çevrelerde sürekli kolonizasyona imkan sağlamaktadır (Butinar, Zalar et al. 2005, Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005, Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009)

Hipersalin sular ile ilgili ilk çalışmalarda, bazı *Arkea* ve *Bacteria* üyeleri ile ökaryotik bir alg olan *Dunaliella salina*’nın yoğun olarak hipersalin sulara yerleştiği bildirilmiştir (Rodriguez-Valera, Ruiz-Berraquero et al. 1981, Filtenborg, Frisvad et al. 2004)Fungusların hipersalin sulardaki varlığının ve çeşitliliğinin ilk kez bildirilmesinden sonra (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000), tuzlu sulardan fungus izolasyon çalışmaları hız kazanmış ve çok sayıda halotolerant ve ekstrem halotolerant fungus ile bir kaç halofilik tür, hipersalin sulardan izole edilmiştir (Buchalo, Nevo et al.

1998, Zalar, De Hoog et al. 1999, Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Gunde-Cimerman, Sonjak et al. 2003, Butinar, Santos et al. 2005, Butinar, Sonjak et al. 2005, Butinar, Zalar et al. 2005, Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005, Zalar, de Hoog et al. 2005, Zalar, De Hoog et al. 2007, Zalar, Frisvad et al. 2008, Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009, Butinar, Frisvad et al. 2011, Nazareth, Gonsalves et al. 2012)

Fungusların, yüksek tuz konsantrasyonlarına karşı geliştirmiş oldukları adaptasyonlar ile ilgili farklı tanımlamalar yapılmıştır. Büyüme ortamına %17 NaCl veya %50 glikoz eklenmesiyle 0,85'in altına düşürülen su aktivitesi bu tip fungusların gelişmesini doğrudan etkilemiş ve bu türler için genellikle kserofilik ve osmofilik terimleri kullanılmıştır(Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005). Ancak bu fungusların düşük su aktivitesinde gelişebilme yeteneklerinin yanı sıra, su aktivitesini düşüren kimyasalın yapısına göre tercihlerini değiştirebildiği de belirlenmiştir. Bu nedenle şeker bakımından zengin çevrelerde gelişebilenlere osmotolerant/osmofilik; tuz bakımından zengin çevrelerde gelişebilenlere halotolerant/halofilik funguslar denilmiştir (De Hoog, Zalar et al. 2005).

Obligat halofilik arke ve bakterilerin tersine, fungi aleminde gelişim için tuza zorunluluk duyan herhangi bir tür olmadığı görüşüne rağmen(Zajc, Zalar et al. 2012), obligat halofilik funguslarla ilgili yeni kayıtlara rastlanılmaktadır (Buchalo, Nevo et al. 1998, Nazareth, Gonsalves et al. 2012). Son verilere göre ise; hipersalin sularda aktif komüniteleri oluşturan, başlıca %17-32 NaCl içeren tuzlu selektif besiyerleri üzerinde sıklıkla izole edilebilen ve %17 NaCl'de in vitro gelişme yeteneğinde olan funguslar halofilik olarak tanımlanmaktadır. %17 NaCl içeren besiyerinde gelişme gösteremeyenler ise halotolerant olarak adlandırılmaktadır.

2.3 Tuz Gölü ve Özellikleri

Tuz Gölü, İç Anadolu Bölgesi'nde Ankara, Konya ve Aksaray illerinin sınırının kesiştiği yerde yer almaktadır. 1.600 km² yüzölçümü ile Türkiye'nin ikinci büyük ve en sığ gölüdür. Deniz seviyesinden 905 metre yüksekte ve maksimum ölçüleri kuzeyden güneye 80, doğudan batıya ise 60 kilometredir. Dışarıya akıntısı olmayan kapalı bir havza gölüdür. Yağış alanı 18.000 km² gibi oldukça geniş bir alan olmasına rağmen

beslenme kaynakları zayıftır. Göle ulaşan akarsular yazın iyice azalmakta ya da tamamen kurumaktadır. Bir kısmı sulama amacıyla kullanılmakta ve göle ulaşmamaktadır. Gölün ortalama su seviyesi 40 cm civarında, yağışın arttığı mayıs ayında ise yaklaşık 110 cm'dir. Ağustos ayında göl büyük ölçüde kurur. Tuz oranının fazla oluşu, buharlaşma sonucunda göl sahasının büyük kısmında her yıl yenilenen 10-30 cm.lik tuz tortulaşmasına neden olmaktadır. Yaz mevsimi sonlarında tuzluluk oranı %32,9 gibi dikkat çekici bir orana erişmektedir (Uygun and Şen 1978, Çamur and Mutlu 1996, Dikmen, Saraçoğlu et al. 2011).

Tuz, Türkiye'de başta Tuz Gölü'nden Kaldırım ve Kayacık Tuzluları (Ankara-Ş.Koçhisar) ile Yavşan Tuzlası (Konya-Cihanbeyli) olmak üzere, deniz tuzluları ve kaya tuzlarından elde edilmektedir. Bu üretimin bütünü için Tuz Gölü'nün payı %70 kadardır. Günümüzde dünya tuz ihtiyacı 200 milyon ton olmakla birlikte, Tuz Gölü tuz üretim kapasitesi artırıldığı takdirde bu ihtiyacı tek başına karşılayabilecek bir konumdadır (Yaşar and Uygur 1979, Kılıç and Uyanık 2001). Kimyasal bileşimi bakımından gölden elde edilen tuz saf yemeklik tuzdur (NaCl) ve sodyum klorür oranı, magnezyum klorür ve sodyum sülfat oranlarından çok yüksektir. Göldeki tuz birikiminin birçok faktöre bağlı olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Göl çevresindeki jips ve tuz tabakaları içeren Oligosen formasyonunun bulunuşunun gölün tuzlulaşmasında önemli bir rol oynadığı ileri sürülmüştür(İnandık 1965). Başka bir görüşe göre, göldeki tuzun çok kurak bir iklim sonucunda yıllarca süren aşırı buharlaşma nedeniyle ortamda biriktiği ileri sürülmüştür. Ayrıca, meteorolojik suların yeraltına süzülerek daha önce oluşmuş tuz domlarını eritmesi ve tektonik hatlar boyunca yüzeye taşınmasıyla oluştuğunu belirten görüşler de vardır(Kılıç and Uyanık 2001). Yapılan araştırmalar bölgedeki göllerin, çevrelerinden gelen sular kadar buldukları yerlerdeki suların da etkisi altında bileşimlerini kazandıklarını, buharlaşmaların ise göl sularındaki yabancı madde yoğunluğunun artmasında rol oynadığını belirtmişlerdir (Koday 1999).

Göl suları kışın rüzgar yönüne bağlı olarak belirli bölümlere toplanmakta ve bu bölgelerde su seviyelerinde artışlara neden olmaktadır. Özellikle de kışın poyraz, göl sularını güneye sürükleyerek bu bölgelerde su seviyesinin yükselmesine sebep

olmaktadır. İlkbaharda ise güneyden esen lodos rüzgarları, suyu kuzeye yığmaktadır. Beslenme yetersizliği ve şiddetli buharlaşmadan dolayı yazın sonlarına doğru oldukça küçülür. Bu nedenle Tuz Gölü, karasal tuz tavaları ile tuzlu göller arasında mevsimsel bir geçiş tipini canlandıran karasal bir buharlaşma ortamı olarak ifade edilmektedir(İnandık 1965, Koday 1999, Dikmen, Saraçoğlu et al. 2011).

Tuz Gölü ve çevresi 2001 yılında özel koruma alanı ilân edilmiştir. Kışın kapladığı çok geniş su alanı su kuşları için önemli bir kışlama alanı oluşturmaktadır. Tuzlu ortamlara uyum sağlamış olan flamingo, kılıçgaga, angıt ve benzeri kuşların yanı sıra yağmurcunlar, turnalar, yaban kazları ve yaban ördekleri gölde büyük topluluklar halinde yaşamaktadır. Tuz Gölü ve çevresi *Phoenicopterus ruber* olarak adlandırılan flamingo kolonilerinin ana üreme bölgeleridir. *Anser albifrons* adı verilen Sakarca kazının da ikinci büyük üreme merkezidir. Bölgede tuzcul stepler ve endemik türlerden oluşan ekolojik açıdan hassas bitki toplulukları bulunmaktadır. Tuz Gölü, flamingoların ülkemizdeki en önemli kuluçka alanıdır(Dikmen, Saraçoğlu et al. 2011).

Dünyanın sayılı tuzlu göllerinden olan Tuz Gölü kuraklık ve kirlilik açısından çeşitli tehditlerle karşı karşıya bulunmaktadır. Gerekli önlemlerin alınmaması durumunda gölün gelecekte büyük problemlerle karşılaşacağı, 1915 yılından beri %85 oranında küçüldüğü ve mevcut şartların devam etmesi durumunda birkaç yıl içerisinde tamamen yok olma tehdidi altında olduğu bildirilmektedir (Kılıç and Uyanık 2001, Ormeci and Ekercin 2007)

2.4 Tuzlu Çevrelerdeki Fungal Çeşitlilik

Tuzlu ortamlardaki fungal çeşitlilik çalışmalarında çok sayıda fungus türü ve yeni taksonlar tanımlanmıştır. Bunlardan başlıcaları hücre çeperlerinde bol miktarda melanin pigmenti bulunduran (melanize funguslar); *Hortaea werneckii*, *Phaeotheca triangularis*, *Trimmatostroma salinum*, *Aureobasidium pullulans*, ve filogenetik olarak yakın ilişkili *Cladosporium* genusudur(Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000). Melanize olmayan pek çok maya da farklı tuzla veya tuz göllerinden bildirilmiştir. Bunlardan en sık rastlanılanları *Pichia guilliermondii*, *Debaryomyces hansenii* ve *Candida parapsilosis* olmuştur (Butinar, Santos et al. 2005). Filamentli funguslar arasında en sık

frekansta rastlanılanlar ise *Aspergillus* ve *Penicillium* cinslerine ait türlerdir(Butinar, Frisvad et al. 2011). *Wallemia* cinsi Dünya çapında yapay veya doğal tuzlu ortamlarda izole edilmekte olup, bilinen en kserofilik ve halofilik türdür. Bulunduğu sınıf ve ordo *Basidiomycota* içinde *Wallemiomycetes* ve *Wallemiales* olmak üzere yeniden düzenlenmiştir(Zalar, de Hoog et al. 2005).

2.4.1 Siyah Mayalar

Siyah mayalar koyu pigmentli (melanize), filamentli veya maya formunda gelişebilen polimorfik hipomisetlerdir. Ökaryotik ekstremofillerin bulunmadığı düşünülen diğer ekstrem ortamlardan da izole edilebilmişlerdir (Gorbushina, Panina et al. 1996, Sterflinger and Krumbein 1997, Sterflinger, De Hoog et al. 1999). Siyah mayalar, melanize kalın hücre duvarları, genellikle yavaş ve meristematik gelişmeleri ve endokonidilerle çoğalmasıyla karakterizedirler. *Hortea werneckii*, *Phaeotheca triangularis*, *Trimmatostroma salinum* ve *Aureobasidium pullulans* siyah mayaların hipersalin sulardaki temsilcileri olmuşlardır(Zalar, De Hoog et al. 2007, Raghukumar 2012).

H. werneckii deniz suyundan, deniz balığından, tuzlanmış tatlı su balığından ve kumsal toprağından izole edilmiştir. Ekolojisi incelendiğinde bu türün tuzlu çevrelerle yakından ilişkisi olduğu ortaya çıkmaktadır. *H.werneckii*'nin tüm melanize fungus türleri içerisinde, %20 ve daha fazla tuzluluğa sahip ortamlarda dominant tür olduğu belirtilmiştir(Hoog and GuÉho , Mok, Castelo et al. 1981, Todaro, Berdar et al. 1983, Raghukumar 2012)

Trimmatostroma salinum, yalnızca hipersalin sulardan izole edilmiş siyah maya-benzeri bir fungusdur. Tüm tuzluluk aralığında gelişmekle birlikte, besiyerinde optimum %2-8 NaCl'e ihtiyaç duymaktadır(Zalar, De Hoog et al. 1999, Zalar, Kocuvan et al. 2005).

Phaeotheca triangularis, Adriyatik kıyısındaki tuzlalarda yapılan çalışmalarda, tuzluluğun genellikle sabit olduğu depolama havuzlarından sıklıkla izole edilmiştir. *P. triangularis* oligotrofik bir fungus olmasının yanı sıra; katı ve sıvı tuzlu ortamlarda

biyofilm oluşturabildiği ve mikrobiyal biyofilmlerden yapılan örneklemelelerde de sıklıkla rastlanıldığı belirtilmiştir. Bu nedenlerle, ekolojik nişi çok dar olan, ekstrem halotolerant bir tür olarak tanımlanmaktadır(Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Butinar, Zalar et al. 2005, Raghukumar 2012).

Aureobasidium pullulans su aktivitesinin değişkenlik gösterdiği, yaprak yüzeyi, gıdalar, hayvan yemleri, banyolar ve kirli su kaynakları gibi pek çok farklı çevrede bulunan kozmopolit bir türdür(Andrews, Harris et al. 1994, Vadkertiova and Slavikova 1995, Samson, Hoekstra et al. 2004). Kaya yüzeyleri, tuz bataklıklarındaki yüzey sedimentleri ve tortular gibi osmotik stresin var olduğu çevrelerde de bulunmaktadır (Raghukumar 2012).

2.4.2 Cladosporium

Cladosporium, 700'den fazla türe sahip kozmopolit bir fungus olup, teleomorf devresi olan *Davidiella*'nın keşfedilmesiyle birlikte filogenetik olarak Capnodiales ordosuna dahil edilmiştir (Braun, Crous et al. 2003, Bensch, Groenewald et al. 2010). Birkaç türü; *C. herbarum*, *C. cladosporioides*, *C. sphaerospermum*, *C. tenuissimum*, *C. oxysporum*; şekerli ve tuzlu gıdalar, tuz bataklıkları, halofitik bitkilerin rizosferi gibi düşük su aktivitesi ile karakterize olan habitatlardan izole edilmiştir (Abdel-Hafez, Maubasher et al. 1978, Samson, Hoekstra et al. 2004, Raghukumar 2012).

C. sphaerospermum, *C. herbarum* ve *C. cladosporioides* türleri için minimum a_w sırasıyla 0,82, 0,85 ve 0,86 olarak belirlenmiştir. Yine Adriyatik kıyısındaki tuzlalardan alınan bir hipersalin su örneğinde, tüm fungus izolatları içerisinde *Cladosporium* türlerinin en yüksek frekansa sahip olduğu ve melanize funguslar içerisinde en yaygın olarak rastlanılan türlerin yine bu cinse ait olduğu belirlenmiştir (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Butinar, Sonjak et al. 2005). Bu sonuçlar Porto Riko'da başka bir hipersalin su örneğinde yapılan izolasyon çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir (Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006).

Akdeniz kıyılarındaki tuzlaların hipersalin sularından yapılan çalışmalarda 7 yeni *Cladosporium* türü tanımlanmış olup bunlar; *C. halotolerans*, *C. dominicanum*, *C.*

velox, *C. psychrotolerans*, *C. spinulosum*, *C. salinae* ve *C. fusiforme*'dir. *C. psychrotolerans* ve *C. spinulosum* şu ana kadar yalnızca hipersalin sulardan bildirilen türlerdir. *C. langeronii* insan derisinde patojen olarak gelişen halotolerant bir tür olmakla birlikte hipersalin çevrelerde varlığı henüz bildirilmemiştir. Bu halotolerant türlerin gelişebildikleri maksimum NaCl konsantrasyonlarının %17-20 olduğu belirtilmiştir (Zalar, De Hoog et al. 2007).

2.4.3 Eurotiales Ordosu

Tüm Dünya'da farklı tuzlalardan izole edilen funguslar çoğunlukla *Eurotiales* ordosu; özellikle de teleomorfik *Eurotium* ve *Emericella* ile anamorfik *Aspergillus* ve *Penicillium* cinslerinin temsilcileridirler (Raghukumar 2012).

Gıda kaynaklı *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin, yüksek tuz konsantrasyonlarına olan toleransları geçmişte yapılan çalışmalarda belirtilmişse de, farklı coğrafik bölgelerdeki hipersalin sularda ve teleomorf devreleri ile birlikte biyoçeşitliliklerinin belirlenmesi çok daha yenidir (Tresner and Hayes 1971, Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006, Butinar, Frisvad et al. 2011).

Mikotoksin üreticisi olan *Eurotium* cinsinin koruyucu olarak yüksek miktarda tuz veya şeker içeren gıdalarda kontaminasyona neden olduğu bilinmektedir. Su aktivitesinin 0,7 gibi çok kritik olduğu bir noktada dahi gelişebilme yeteneğindedirler ve bu nedenle de kserofiliktirler. Tuzlu toprak veya sular gibi doğal çevrelerden de izole edilmektedirler (Pitt and Hocking 1977, Abdel-Hafez, Maubasher et al. 1978, Kis-Papo 2005, Raghukumar 2012).

Avrupa, Asya, Afrika ve Kuzey Amerika'daki tuzlaların hipersalin sularından yapılan fungal çeşitlilik çalışmalarında; *E. amstelodami*, *E. chevalieri*, *E. herbariorum*, *E. rubrum*, *E. repens*, ve *Eurotium halotolerans* gibi 6 farklı *Eurotium* türü tanımlanmıştır. Tayin edilen *Eurotium*'ların %74'ü *E. amstelodami* türüne ait olup bunu *E. repens* ve *E. herbariorum* takip etmektedir. Bu üç türün tuzlalardaki mikobiyotanın doğal elemanları olduğu diğerlerinin ise hava veya düşük tuzlu sulardan kaynaklanan kontaminantlar olduğu bildirilmiştir (Raghukumar 2012).

in vitro yapılan tuz tolerans çalışmalarında *Eurotium* türlerinin spor ve miselleri %30 NaCl konsantrasyonuna kadar hazırlanan solüsyonlarla muamele edilmiştir. Büyümenin stimule edildiği değerler sırasıyla; *E. rubrum* %10 NaCl, *E. chevalieri* ve *E. amstelodami* %12,5; *E. rubrum* %20; *E. chevalieri* %22.5; *E. herbariorum* %25, *E. halotolerans* için %27.5 NaCl konsantrasyonu olmuştur (Butinar, Zalar et al. 2005). Bazı *Eurotium* türleri NaCl yerine, şeker kullanılarak su aktivitesi düşürülmüş besiyerinde daha iyi geliştiklerinden halofilik değil, kseroofilik olarak değerlendirilmiştir (Wheeler and Hocking 1988).

Emericella türleri kleistotesyumu çevreleyen hülle hücreleri ve şekilli askosporları ile kolayca ayırt edilebilmektedir. Kuru gıdalar ile sıcak ve kurak bölgelerden yüksek sıklıkla izole edilmektedirler. Bu durum düşük su aktivitesi ve ılıman iklimlere iyi bir adaptasyon geliştirmiş olduğunu göstermektedir (Zalar et al. 2008, Samson and Mouchacca 1974).

Hipersalin sulardan, iki yeni halotolerant *Emericella* türü, *E. filifera* ve *E. stella-maris* rapor edilmiştir (Zalar, Frisvad et al. 2008). Başka bir halotolerant örnek, *E. striata*, Dominik Cumhuriyeti'nde bulunan tuzlu bir gölden bildirilmiştir (Butinar, Frisvad et al. 2011).

Aspergillus genusu hipersalin sularda büyük bir çeşitlilikle yerleşik bulunurlar. *A. niger* and *A. caesiellus* doğal hipersalin sulardaki fungal komüniteleri sabit tutarlarken, yüksek sıcaklıktaki hipersalin sularda başlıca *A. ochraceus*, *A. flavus*, *A. roseoglobulosus* ve *A. tubingensis* türleri gözlenmektedir. *A. versicolor* ve *A. sydowii* denizel ortamlarda ve kuru gıdalarda yaygın olup aynı zamanda hipersalin sulardaki fungal komünitelerin de bir üyesi oldukları bildirilmektedir (Butinar, Frisvad et al. 2011).

Penicillium türleri, genel olarak tuzlu gıdalarda iyi bir gelişme göstermektedirler. *P. chrysogenum* sık rastlanılan, geniş dağılıma sahip bir türdür ve tüm Dünya'daki tuzla ve tuz göllerinde düzenli olarak rastlanılmaktadır. *P. brevicompactum*, *P. citrinum*, *P. oxalicum*, ve *P. steckii* hipersalin sulardan izole edilen

diğer türler olmakla birlikte, tuzluluğun daha düşük olduğu ortamlarda ve az sayıda rastlanıldığı bildirilmektedir (Butinar, Frisvad et al. 2011).

Bu veriler değerlendirildiğinde, tüm yeryüzündeki hipersalin çevrelerin mikrobiyotasının *Eurotiales* ordosuna dahil olan sabit üyelerinin; *A. niger*, *E. amstelodami*, ve *P. chrysogenum* olduğu ve diğer *A. sydowii*, *A. candidus*, ve *E. herbariorum* gibi türlerin dağılımının ise daha lokal olabileceği kanısına varılmaktadır (Butinar, Frisvad et al. 2011, Raghukumar 2012).

2.4.4 Wallemia

Wallemia cinsine ait türler kserofilik, gıda ve hava kaynaklı, aynı zamanda topraktan, deniz tuzundan ve hipersalin sulardan izole edilebilen funguslardır. *Wallemia* cinsi *Basidiomycota* filogenisinde erken dallanan gruplardan bir tanesidir; *W. ichthyophaga*, *W. sebi* ve *W. muriae* türlerini barındırmaktadır (Domsch, Gams et al. 1993, Samson, Hoekstra et al. 2004, Zalar, de Hoog et al. 2005, DasSarma 2010, Butinar, Frisvad et al. 2011).

W. ichthyophaga, su aktivitesinin glikoz ilavesiyle düşürüldüğü besiyeri ile NaCl ilave edilmiş besiyerindeki gelişimi karşılaştırıldığında, daha gecikmeli bir büyüme fazı ve daha küçük koloni oluşturduğu gözlemlenmiştir. Besiyerinde 1,7 M NaCl'e gelişimi için ihtiyaç duyması ve doygunluk noktasına kadar da gelişebilmesi nedeniyle funguslar içerisinde en halofilik tür olduğu belirtilmektedir (Zalar, de Hoog et al. 2005, Kralj, Kehraus et al. 2006, Raghukumar 2012).

Basidiomycota üyeleri, nadiren kserofilik veya halofilik karakteristik gösteren ve hatta tuz toleransları yok denecek kadar az olan funguslardır (Tresner and Hayes 1971). *Wallemia* üyelerine hipersalin sularda devamlı olarak rastlanılması oldukça sıradışı ve alışılmadık bir durumdur. Aynı zamanda *Ascomycota* içerisinde de yalnızca *Basipetospora halophila*, *Polypaecilum pisce* ve *H.werneckii* gibi birkaç türün gelişimi NaCl ile stimule olmaktadır ancak zorunluluk duymamaktadırlar (Wheeler and Hocking 1988, Gunde-Cimerman, Frisvad et al. 2005).

2.5 Tuzlu Ortamlarda Yaşamı Sağlayan Adaptasyonlar

2.5.1 İyon Düzenlemesi (Homeostazis)

Tuzlu çevrelerde bulunan hücreler dış ortama göre daha düşük su potansiyeline sahiptirler. Osmolalitenin tehlikeli miktarlarda artması sonucunda pek çok *Bacteria* ve *Eukarya* organik ozmolit biriktirirken, *Archaea* yüksek miktarlarda K^+ hücre içine alır. Funguslardaki iyon homeostazisi *Debaryomyces hansenii*'de detaylı bir şekilde çalışılmıştır. Bu çalışmalarda, Na^+ 'un *D. hansenii* için toksik olmadığı, ortamda NaCl varlığında *Saccharomyces cerevisiae*'ye oranla daha iyi bir gelişme gösterdiği, hücre içinde daha fazla miktarda Na^+ biriktirdiği, Na^+ 'un diğer stres faktörlerine karşı *D. hansenii* hücrelerini koruduğu belirtilmektedir (Norkrans and Kylin 1969, Neves, Oliveira et al. 1997, Thomé-Oritz, Peña et al. 1998, Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009). *Hortea werneckii* ile yapılan çalışmalarda tuz stresine bağlı olarak aktive olan iki yeni Ena-benzeri P-ATPaz keşfedilmiştir (Gorjan and Plemenitaš 2006).

H. werneckii'nin doğal ortamında maruz kaldığı üzere, HwENA1 ve HwENA2 genlerinin artan tuz konsantrasyonu ve pH koşullarına karşı tepki oluşturduğu gen ekspresiyon çalışmalarında ortaya konmuştur. HwENA proteinleri ile yapılan filogenetik çalışmalarda ise, bu proteinlerin fungal "P-tipi ATPaz" grubuna dahil olduğu ve tuza duyarlı *S. cerevisiae*, tuza toleranslı *D. hansenii* ve *Yarrowia lipolitica*'nın " Na^+/K^+ ATPaz"larından filogenetik olarak daha eski olduğu belirlenmiştir (Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009).

D. hansenii 3 M, *H. werneckii* 5 M NaCl konsantrasyonuna kadar gelişebilmekte, *W. ichthyophaga* ise gelişebilmesi için en az 1,5M NaCl'e ihtiyaç duymaktadır. Bu organizmaların intraselüler Na^+ ve K^+ biriktirme stratejileri karşılaştırıldığında, *D. hansenii* ile *W. ichthyophaga*'nın Na^+ hücre içine kabul ederken, *H. werneckii* bu iyonları hücre içinden uzaklaştırma eğilimindedir (Kogej, Ramos et al. 2005, Prista, González-Hernández et al. 2007, Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009).

2.5.2 Uyumlu Çözünenler Stratejisi

Bakterilerin ve ökaryotik organizmaların çoğu intraselüler Na^+ konsantrasyonunu, hücre için toksik seviyenin altında tutabilmek amacıyla uyumlu çözgen (compatible solutes) stratejisini kullanırlar. Funguslar hücre içinde gliserol, eritrol, ribitol, arabinitol, ksilitol, mannitol, galaktikol gibi polyolleri ve serbest aminoasitleri üretir veya biriktirirler (Hohmann 2002).

D. hansenii ana uyumlu çözgen olarak hücre içinde gliserol biriktirmekte olup az miktarlarda arabitol, trehaloz, glutamik asit ve alanin de saptanmıştır (Jovall, Tunblad-Johansson et al. 1990). Ayrıca, hücre dışında tuz konsantrasyonu arttıkça hücre içinde trehaloz yerine gliserol birikiminin arttığı tespit edilmiştir (González-Hernández, Cárdenas-Monroy et al. 2004).

Tuz stresine karşı geliştirilen bir adaptasyon olan uyumlu çözgen stratejisinde, gliserol sentezinin yanı sıra gliserolün hücre içine taşınımı da çok önemli bir rol üstlenmektedir. *D. hansenii*'de dış ortamdan gliserolün hücre içine alınabilmesi için muhtemel bir gliserol-sodyum simportörünün bulunabileceği ve bunun da hücrenin çevrenin değişen osmotik koşullarına karşı bir yanıt oluşturmasında etkin olabileceği düşünülmektedir (Gunde-Cimerman, Ramos et al. 2009).

3 MATERYAL METOD

3.1 MATERYAL

3.1.1 Çalışmada Kullanılan Besiyerleri

Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC)

Agar	15 g
Glukoz	10 g
Pepton	5 g
KH ₂ PO ₄	1 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,5 g
Dikloran çözeltisi	1 ml
Rose Bengal çözeltisi	0,5 ml
pH	5,6 (25°C)

Toplam hacim distile su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Besiyeri içeriği ısıtılıp çözündürüldükten sonra 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir. Otoklavdan sonra 50°C'ye kadar soğutulurak 100mg/ml kloramfenikol ilave edilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar + %17 Göl Tuzu (DRBC17)

Agar	15 g
Glukoz	10 g
Pepton	5 g
KH ₂ PO ₄	1 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,5 g
Göl Tuzu	170 g
Dikloran çözeltisi	1 ml
Rose Bengal çözeltisi	0,5 ml
pH	5,6 (25°C)

Toplam hacim distile su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Besiyeri içeriği ısıtılıp çözüldürüldükten sonra 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir. Otoklavdan sonra 50°C'ye kadar soğutularak 0,1g/ml kloramfenikol eklenmiştir.

Malt Ekstrakt Agar (MEA)

Malt Ekstrakt	20 g
Mikolojik Pepton	1 g
Glukoz	20 g
Agar	20 g
Distile Su	1000 ml
pH	5,4 (25°C)

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir (Atlas 2006).

Malt Ekstrakt Broth (MEB)

Malt Ekstrakt	20 g
Mikolojik Pepton	1 g
Glukoz	20 g
Distile Su	1000 ml
pH	5,4 (25°C)

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir (Atlas 2006).

Malt Ekstrakt Agar %5 NaCl (MEA5)

Malt Ekstrakt	20 g
Mikolojik Pepton	1 g
Glukoz	20 g
NaCl	50 g
Agar	20 g
Distile Su	1000 ml
pH	5,4 (25°C)

115°C'de 10 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

Malt Ekstrakt Broth %5 NaCl (MEB5)

Malt Ekstrakt	20 g
Mikolojik Pepton	1 g
Glukoz	20 g
NaCl	50 g
Distile Su	1000 ml
pH	5,4 (25°C)

115°C'de 10 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

Czapek Yeast Autolysate Agar (CYA)

KH ₂ PO ₄	1 g
Czapek Çözeltisi	10 ml
Yeast Autolysate	5 g
Sükroz	30 g
Agar	15 g
Distile Su	1000 ml

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

%25 Gliserol Nitrat Agar (G25N)

KH ₂ PO ₄	1 g
Czapek Çözeltisi	7,5 ml
Yeast Autolysate	3,7 g
Gliserol	250 g
Agar	15 g
Distile Su	750 ml

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

Czapek Yeast Autolysate Agar %20 Sükroz (CY20S)

KH ₂ PO ₄	1 g
Czapek Çözeltisi	10 ml
Yeast Autolysate	5 g
Sükroz	200 g
Agar	15 g
Distile Su	1000 ml

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

Czapek Dox Agar (CZ)

KH ₂ PO ₄	1 g
Czapek Çözeltisi	10 ml
Sükroz	30 g
Agar	17,5 g
Distile Su	1000 ml

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

Potato Dextrose Agar

Patates Ekstraktı	4 g
Glukoz	20 g
Agar	15 g
Distile Su	1000 ml

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

3.1.2 Çalışmada Kullanılan Çözeltiler

Dikloran Stok Çözeltisi

Dichloran (2,6-dichloro-4-nitroaniline)	0,2 g
Etanol (%96)	100 ml

Stok olarak hazırlanıp DRBC besiyeri içeriğinde kullanılmıştır (Pitt and Hocking 2009).

Rose Bengal Stok Çözeltisi

Rose Bengal	0,5 g
Distile Su	10 ml

Stok olarak hazırlanıp DRBC besiyeri içeriğinde kullanılmıştır (Pitt and Hocking 2009).

Czapek Çözeltisi

NaNO ₃	30 g
KCl	5 g
MgSO ₄ .7H ₂ O	5 g
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,1 g
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,05 g
Distile Su	100 ml

Stok olarak hazırlanıp CZ, CYA, G25N gibi besiyerlerine ilave edilmiştir. (Pitt and Hocking 2009).

Lacto-Cotton Blue Mounting Medium

Gliserol	250 ml
Laktik Asit	100 ml

Cotton Blue Stok	3 ml
Distile Su	50 ml

Mikroskop preparatlarının hazırlanmasında kullanılmıştır (Bills, Foster et al. 2004).

Shear's Mounting Medium

Potasyum Asetat	6 g
Gliserol	120 ml
Etanol (%95)	180 ml
Distile Su	300 ml

Mikroskop preparatlarının hazırlanmasında kullanılmıştır (Bills, Foster et al. 2004).

Amann's Mounting Medium

Fenol (kristal)	20 g
Laktik Asit	16,5 ml
Gliserol	32 ml
Distile Su	20 ml

Mikroskop preparatlarının hazırlanmasında kullanılmıştır (Bills, Foster et al. 2004).

%3 CTAB (Cetyl trimethylammonium bromide) DNA Ekstraksiyon Solüsyonu

CTAB	3 g
1M Tris-HCl (pH 8)	10 ml
0,5 M EDTA (pH 8)	4 ml
5M NaCl	28 ml
pH	8,0

Toplam hacim distile su ile 100 ml'ye tamamlanır.

1M Tris-HCl

Tris Base	121,1 g
Konsantre HCl (%37.2)	42 ml
pH	8,0

Distile su ile 1000 ml'ye tamamlanır. 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

0,5 M EDTA (Etilendiamin tetraasetik asit)

Disodium EDTA.2H ₂ O	186,1 g
Distile su	1000 ml
pH	8,0

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

5M NaCl

NaCl	292,2 g
Distile Su	1000 ml

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

TE (Tris-EDTA) 1X

1M Tris-HCl (pH 8)	10 ml
0,5M EDTA (pH 8)	2 ml
Distile su	988 ml

121°C'de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir.

TAE (Tris-acetate-EDTA) 50X

Tris base	242,2 g
Asetik asit	57,1 ml
EDTA (0.5 M pH 8)	100 ml

Distile su ile 1000 ml'ye tamamlanır, pH 8'e ayarlanarak oda sıcaklığında saklanır (Sambrook, Fritsch et al. 1989).

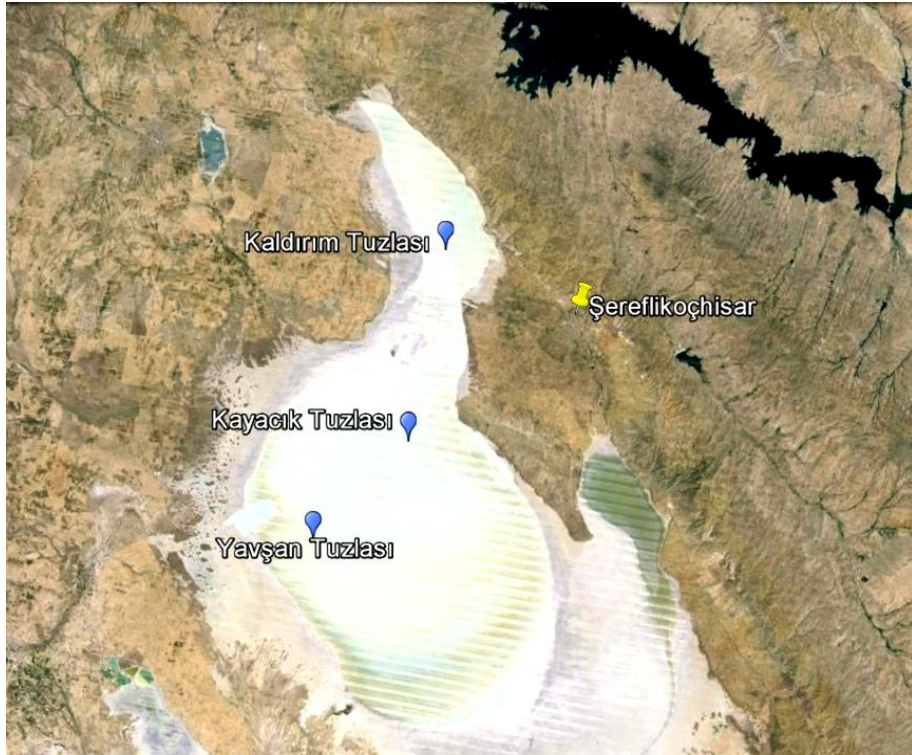
3.2 METOD

3.2.1 Çalışma Alanı

Tuz Gölü üzerinde belirlenen noktalardan her bir mevsimi temsilen, 2012 yılının Haziran (Yaz) ile Kasım (Sonbahar) aylarında ve 2013 yılının Şubat (Kış) ve Mayıs (İlkbahar) aylarında su ve toprak örnekleri alınmıştır. Örnekleme yapıldığı noktaların koordinatları (Çizelge 3.1) ve uydu fotoğrafı (Şekil 3.1) gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 Örnekleme noktalarının koordinatları

	Havuz	Göl	Bitkili Toprak	Çorak Toprak
Kayacık Tuzlası	38°49'50.57"K 33°25'34.83"D	38°50'12.95"K 33°24'14.05"D	38°50'39.84"K 33°26'00.51"D	38°50'34.63"K 33°25'51.11"D
Kaldırım Tuzlası	38°59'58.41"K 33°24'06.25"D	39°02'59.08"K 33°23'42.04"D	38°58'14.93"K 33°27'32.75"D	38°58'02.27"K 33°25'42.15"D
Yavşan Tuzlası	38°45'50.38"K 33°10'27.33"D	38°47'07.42"K 33°12'09.06"D	38°45'59.40"K 33°09'33.16"D	38°45'45.91"K 33°07'42.64"D



Şekil 3.1 Tuz Gölü ve örnekleme yapılan tuzlaların uydu fotoğrafı

3.2.2 Örneklerin Alınması

Mikrofungusların mevsimsel dağılımı ve çeşitliliğini belirleyebilmek amacıyla 2012 Haziran ve Kasım ayları ile 2013 yılı Şubat, Mayıs aylarında Tuz Gölü üzerinde belirlenen noktalardan kompozit olarak su ve toprak örnekleri alınmıştır.

Kayacık, Kaldırım ve Yavşan Tuzlaları üç ana istasyon olarak belirlenmiş ve mevsimsel olarak örnekler istasyonlar içerisinde belirlenen noktalardan alınmıştır. Örnekleme noktalarının koordinatları GPS cihazıyla kaydedilmiştir.

3.2.2.1 Su Örneklerinin Alınması

Su örnekleri tuzlalarda oluşturulmuş havuzlardan ve gölün doğal suyundan olmak üzere, 3 istasyonda toplam 6 noktadan (3 göl, 3 tuzla) alınmıştır. Örnekler steril şişelere içerisinde en kısa sürede laboratuvara ulaştırılarak işleme alınmıştır.

3.2.2.2 Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri su örneklerinin alındığı bölgelerden, çorak toprak (Ct) ve bitkili toprak (Bt) olmak üzere toplam 3 istasyonda 6 farklı noktadan mevsimsel olarak alınmıştır. Toprak örneklerinin alınacağı noktada toprak yüzeyi kazınarak temizlenmiş ve yaklaşık 5-10 cm derinlikten steril kaşık yardımıyla polietilen torbalara alınarak etiketlenmiştir. En kısa sürede laboratuvara ulaştırılarak işleme alınmıştır.

3.2.3 Fizikokimyasal Analizler

3.2.3.1 Su Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri

Havuz ve göl sularından numune alma işlemi sırasında örnekleme noktasında pH, sıcaklık ve tuzluluk ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde arazi tipi pH metre (Hanna Checker HI 98103) civalı termometre ve el bomemetresi kullanılmıştır. Bome birimi olarak ölçülen değerler % tuzluluk birimine dönüştürülerek verilmiştir.

Su örneklerindeki Na^+ , K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} kationları ile Cl^- ve SO_4^{-2} anyonlarının konsantrasyonları belirlenmiştir. Kationlar ICP/OES (inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy) indüktif olarak çiftleşmiş plazma/optik emisyon

spektroskopisi kullanılarak belirlenmiştir. Analizler Anadolu Üniversitesi Bitki İlaç ve Bilimsel Araştırmalar Merkezi'nde (BİBAM) yapılmıştır. Cl⁻ ve SO₄⁻² ise Merck marka ticari kitler kullanılarak spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir.

3.2.3.2 Toprak Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri

Toprak örneklerinde nem, pH, toplam organik madde (TOM) ve toplam tuzluluk (EC) analizleri yapılmıştır.

Nem Tayini

Örnekten 10 gr civarında alınarak yaş ağırlığı (YA) tartılmış ve 105 °C' ye ayarlanmış fırında 24 saat bekletilmiştir. Kurutulan örnekler fırından çıkartıldıktan sonra desikatöre yerleştirilerek soğuması sağlanmış ve tartılarak kuru ağırlık (KA) olarak kaydedilmiştir. Tartım sonucu nem (%) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\%nem = \frac{YA - KA}{KA} \times 100$$

pH ve Elektriksel İletkenlik Tayini:

Toprak örneklerinin pH ölçümü için 10 gr toprağa 25 ml saf su eklenerek çalkalanmıştır. Bir gece bekletildikten sonra pH metre ile ölçülerek kaydedilmiştir. Elektriksel iletkenlik tayini için 1:5 oranında toprak:saf su karışımları hazırlanmıştır. Karışımlar 1 gece bekletildikten sonra EC-metre ile ölçülmüştür (Ömer 1989).

Toplam Organik Madde Tayini (TOM)

Topraktaki toplam organik madde (%) Walkley-Black metodu esas alınarak tayin edilmiştir. Walkley-Black metodu toprağı potasyumdikromat ve sülfirikasit ile işleme tabi tutarak içerdiği organik karbonun kromat ile oksitlenmesini sağlamak ve bu oksidasyon için kullanılan miktardan geriye kalan potasyumdikromatı, demirsülfat ile titre ederek toprakta okside olmuş karbonu belirleme esasına dayanır (Walkley and Black 1934).

3.2.4 Mikrofungus Sayım ve İzolasyon Çalışmaları

3.2.4.1 Su Örneklerinden Mikrofungus Sayım ve İzolasyonları

İzolasyonlarda DRBC ve DRBC17 besiyerleri kullanılmıştır. Su örneklerinden 20 ml alınarak 0,45 µm çaplı steril nitroseluloz membran filtreden (Sartorius) aseptik şartlarda geçirilmiştir. Filtreler DRBC ve DRBC17 besiyerleri üzerine yerleştirilerek 25°C’de 30 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi boyunca 3, 5, 7, 14 ve 30. günlerde gelişen koloniler sayılarak kaydedilmiştir(Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000).

3.2.4.2 Toprak Örneklerinden Mikrofungus Sayım ve İzolasyonları

Toprak örneklerinin kuru ağırlıkları hesaplanmış ve 25 g kuru ağırlığa karşılık gelecek şekilde tartılmıştır. Toplam hacim 250 ml olacak şekilde steril saf su eklenerek 30 dakika çalkalayıcıda karıştırılıp süspansiyon edilmiştir. Bu süspansiyondan 1ml alınarak DRBC ve DRBC17 besiyerine dökme plaka tekniğiyle ekim yapılmıştır. İzolasyon besiyerleri 25°C’de 30 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi boyunca 3, 5, 7, 14 ve 30. günlerde gelişen koloniler sayılarak kaydedilmiştir (Pitt and Hocking 2009).

3.2.5 İzole Edilen Mikrofungusların İdentifikasyonları

3.2.5.1 Klasik İdentifikasyonlar

İzolasyon aşamasında elde edilen ve seri ekimlerle saflaştırılan fungus izolatları öncelikle cins düzeyinde “Illustrated Genera of Imperfect Fungi” (Barnett 1999) eserinden yararlanılarak belirlenmiştir. Cins düzeyinde belirlenen türler aşağıda belirtilen kaynaklar doğrultusunda tanımlanmıştır.

İzolatların teşhisinde; “A Manual of The *Penicillium*” (Raper and Thom 1949), “Toprak Mikrofungusları Cilt I-VII” (Hasenekoğlu 1991) ve “The Genus *Penicillium* and Its Teleomorphic States *Eupenicillium* and *Talaromyces*” (Pitt 1979); “The Genus *Aspergillus*” (Raper and Fennell 1965), “Identification of Common *Aspergillus*

Species” (Klich 2002), “The Genus *Fusarium*” (Booth 1971), “The Genus *Fusarium*- A Pictorial Atlas” (Gerlach and Nirenberg 1982), “*Fusarium* Species: An Illustrated Manual of Identification” (Nelson, Toussoun et al. 1983), “Biodiversity in the *Cladosporium herbarum* complex (Davidiellaceae, Capnodiales), with standardisation of methods for *Cladosporium* taxonomy and diagnostics”(Schubert, Groenewald et al. 2007), “Fungi and Food Spoilage” (Pitt and Hocking 2009) “A Pictorial Atlas Of Soil and Seed Fungi” (Watanabe 2002), “A Manual of Soil Fungi” (Gilman 1957), “Dematiaceous Hyphomycetes” (Ellis 1971), eserlerinden yararlanılmıştır.

İzolatlar, Nikon H550L Görüntüleme Sistemli Diferansiyal Interferans Kontrast (DIC) mikroskobu yardımıyla görüntülenerek fotoğraflandırılmıştır.

3.2.5.2 Moleküler İdentifikasyon Çalışmaları

Genomik DNA ekstraksiyonu amacıyla, cam deney tüplerine 2 ml miktarda malt ekstrakt sıvı besiyeri hazırlanarak ekim yapılmıştır. 7 günlük inkübasyon sonucunda besiyerinde oluşan koloniler, vida kapaklı santrifuj tüplerine alınmıştır(Samson, Seifert et al. 2004). 500 µl CTAB ekstraksiyon tamponu ve cam boncuklar eklenerek, 30 dakika boyunca vortekslenmiştir (MO-BIO Vortex-Genie® 2). Bu aşamada miselyumun parçalanması sağlanarak 65°C’lik su banyosunda 15 dakikada bir alt üst edilmek suretiyle toplamda 1 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda 500 µl kloroform:izoamilalkol (24:1) eklenmiş ve fazların birbirine geçmesi sağlanarak, 14000 rpm’de 5 dk santrifuj edilmiştir. Santrifuj sonunda iki fazdan oluşan süpernatantın üst fazı yeni bir santrifuj tüpüne aktarılmıştır. Bu faza tekrar 500 µl kloroform:izoamilalkol (24:1) eklenerek santrifuj sonunda yine üst faz temiz bir tüpe aktarılır. Tüp içerisinde hacmin 2 katı kadar %96’lık etanol ilave edilerek bir gece -20°C’de bekletildikten sonra tekrar 14000 rpm’de 5 dk santrifuj edilmiştir. Bu aşamada genellikle DNA pelletleri gözle görülür hale gelmektedir. Santrifuj sonrasında %96 etanol pelletleri kaybetmeden tüpten uzaklaştırılmış ve %70 etanol eklenmiştir. Bir kez %70 etanolle yıkanıp, alkol uzaklaştırıldıktan sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Pelletler uygun miktarlarda(30-100 µl) TE veya saf su ile çözülerek elektroforez jelinde kontrolleri yapılmıştır. Bu amaçlar 1X TAE içerisinde %1’lik agaroz, %5’lik jel boyası (SYBR® Safe DNA Gel Stain) ile hazırlanmıştır. Örnekler elektroforez jeline, 6X yükleme

boyası ve ultra saf su ile 2:2:8 oranlarında yüklenerek, 90V'da 30dk yürütülmüştür. Bant gözlenen örnekler ileri basamaklar için -20°C'de saklanmıştır (Murray and Thompson 1980).

Koloni morfolojisi olarak farklılık gösteren izolatlar seçilerek ITS1-5,8SrDNA-ITS2 bölgeleri ITS1 ve ITS4 (White, Bruns et al. 1990) evrensel primer çifti kullanılarak amplifiye edilmiştir. Bu amaçla, 50 µl hacimde son konsantrasyonları 1X Standart Taq Reaksiyon Tamponu, 1.5 mM MgCl₂, 200 µM deoksinükleotidtrifosfatlar (dATP, dGTP, dCTP, dTTP), 0.2 µM primerler, 1,25 unite Taq DNA polimeraz enzimi (New England Biolabs M0273S) ve 1 µl kalıp DNA olacak şekilde reaksiyonlar kurulmuştur. Primer dizileri aşağıda belirtilmiştir.

Primer	Sekans (5'- 3')
ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCGG
ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC

Reaksiyonlarda Veriti® Thermal Cycler kullanılmıştır. Reaksiyon şartları aşağıda verilmiştir:

94°C	3 dakika	denatürasyon
94°C	35 saniye	
56°C	45 saniye	35 döngü (annealing)
68°C	1 dakika	
68°C	7 dakika	elongasyon
4°C	Süresiz	

Tüm çalışmalar boyunca DNA içermeyen reaksiyonlar ile negatif kontroller hazırlanmıştır. Elde edilen PCR ürünleri %1'lik agaroz jellerde belirlenerek, 100 kb DNA Ladder (Fermentas) ile ürün kontrolü gerçekleştirilmiştir.

PCR ürünlerinin saflaştırılması ve dizi analizleri BMLabosis (Ankara,Türkiye) şirketine yaptırılmıştır. ITS1 ve ITS4 primerleriyle çoğaltılan ITS1-5,8SrDNA-ITS2 bölgeleri ITS1 primerine göre tek yönlü olarak okunmuştur. Dizi analiz sonuçları Chromas (McCarthy 1996) ve MEGA version 6 (Tamura, Peterson et al. 2011)

programları ile değerlendirilmiş ve hizalanmıştır. NCBI (National Center for Biotechnology Information) gen bankasındaki verilere Blast (Altschul, Gish et al. 1990) programı uygulanarak en yakın benzerlik gösteren türler belirlenmiştir (Geer, Marchler-Bauer et al. 2010). Elde edilen veriler Mega6 yazılımı içerisindeki ClustalW ile hizalanmış ve Jukes Cantor modeline dayalı Neighbor Joining yöntemi ile 1000 tekrarlı (bootstrap) olarak filogenetik ağaç oluşturulmuştur (Jukes and Cantor 1969, Saitou and Nei 1987).

3.2.6 Bulunma Sıklığı ve Göreceli Bollukların Hesaplanması

Tayin edilen türlerin örnekleme yapılan istasyonlardaki bulunma sıklıkları (%) ve göreceli bollukları (%) aşağıda belirtilen formüller yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Bulunma sıklığı} = \frac{\text{Türün Bulunduğu Örnek Sayısı}}{\text{Toplam Örnek Sayısı}} \times 100$$

$$\text{Göreceli Bolluk} = \frac{\text{Türün Koloni Sayısı}}{\text{Toplam Koloni Sayısı}} \times 100$$

3.2.7 Fungal Çeşitliliğin Belirlenmesinde Kullanılan İndeksler

Tuz Gölü fungal çeşitliliğinin belirlenmesinde Simpson ve Shannon İndeksleri kullanılmıştır.

3.2.7.1 Simpson Çeşitlilik İndeksi

Simpson (1949) tarafından önerilen bir çeşitlilik indeksidir (Simpson 1949).

$$D = \sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

" n_i " bir türe ait birey sayısını " N " ise habitatteki toplam birey sayısını ifade etmektedir. Biyoçeşitlilik çalışmalarında elde edilen verilere Simpson İndeksi (D) uygulandığında sonuçta 0 ile 1 arasında değişen değerler ortaya çıkmaktadır. Bu İndeks

çeşitlilik düzeyinin belirlenmesinde türlerin bolluğunu dikkate almaktadır. Elde edilen değer 1'e yaklaştıkça çeşitliliğin azaldığı, 0'a yaklaştıkça ise biyolojik çeşitliliğin arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

3.2.7.2 Shannon Çeşitlilik İndeksi

Shannon indeksinde, türlerin oransal bolluğu (n_i/N) ve bu değer in doğal logaritması (\ln) alınarak birbiri ile çarpılır. Bu çarpım sonucu negatif çıkacağından tekrar (-1) ile çarpılarak pozitif değer elde edilir. Bütün türler için hesaplanıp toplanarak Shannon (H') çeşitlilik değerine ulaşılmaktadır (Shannon and Weaver 1949).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Burada " p_i " oransal bolluğu (n_i/N), " \ln " ise doğal logaritma tabanını ifade etmektedir. Shannon İndeksi 0-5 arasında bir değer vermektedir. Ancak genellikle 1,5 ile 3,5 arasındaki sonuçlar istatistikî olarak "anlamli" sonuçlar olarak değerlendirilmektedir (Margalef 1972). Hesaplamalar sonucunda elde edilen değer 5'e yaklaştıkça çeşitliliğin yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

3.2.7.3 Shannon Düzenlilik İndeksi (Evenness)

Türlerin popülasyon içerisindeki yoğunluğunun belirlenmesinde kullanılmıştır. Shannon çeşitliliğine paralel olarak, çeşitlilik azaldıkça habitatta tek bir türün dominant olma olasılığını ifade etmektedir. Shannon indeksinden çıkan sonucun doğal logaritmik tabanda tür zenginliğine bölünmesi ile bulunur (Magurran and Magurran 1988). Formül aşağıdaki gibidir.

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln(S)}$$

3.2.7.4 *Bray-Curtis Benzerlik İndeksi (Similarity)*

Örnekleme alanlarının tür çeşitliliğine dayalı benzerlik ölçümünde kullanılmıştır. Bray-Curtis indeksi kullanılarak matris ve dendogramlar oluşturulmuştur (Bray and Curtis 1957).

$$BC_{ij} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

S_i ve S_j farklı tür sayısını, C_{ij} ise karşılaştırılan komünitelerdeki ortak olan ve daha az birey sayısı ile temsil edilen türlerin sayısını ifade etmektedir. İndeks sonuçta 0-1 arasında bir değer vermekte, 0 değeri karşılaştırılan komünitelerin aynı türleri içerdiğini, 1 değeri ise karşılaştırılan komünitelerde aynı türlerin bulunmadığı sonucunu vermektedir.

4 BULGULAR

4.1 Su Örneklerinin Sıcaklık, pH ve Tuzluluk Ölçümleri

Havuz ve göl sularından mevsimsel olarak alınan örneklerin yerinde ölçülerek kaydedilen sıcaklık, pH ve tuzluluk ölçümleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Havuz suyu ve göl suyu örneklerinin sıcaklık, pH ve tuzluluk değerleri.

		Sıcaklık (°C)		pH		Tuzluluk (%)	
		Hs	Gs	Hs	Gs	Hs	Gs
YAZ	1	26	26	6,18	5,94	30	33
	2	28	30	6,36	6,40	30	28
	3	29	30	6,50	6,36	28	30
	Ort.	27,67	28,67	6,35	6,23	29,33	30,33
SONBAHAR	1	12	12	7,13	7,15	28	29
	2	13	12	7,25	7,18	28	28
	3	20	20	7,35	7,32	27	29
	Ort.	15,00	14,67	7,24	7,22	27,67	28,67
KIŞ	1	5	5	7,75	7,71	26	26
	2	5	6	7,79	7,64	25	26
	3	7	6	7,62	7,97	25	20
	Ort.	5,67	5,67	7,72	7,77	25,33	24,00
İLKBAHAR	1	27	27	7,78	7,59	28	28
	2	29	29	7,69	7,66	29	28
	3	28	28	7,79	7,76	28	28
	Ort.	28,00	28,00	7,75	7,67	28,33	28,00

1:Kayalık Tuzlası,2:Kaldırım Tuzlası, 3: Yavşan Tuzlası. Hs: Havuz suyu Gs:Göl suyu

Su örneklerinin alındığı noktalarda yıl boyunca sıcaklık 5 ile 30°C arasında değişmiştir. Örneklerin alındığı noktalarda ortalama sıcaklık yazın 28°C, sonbaharda 15°C, kışın 5,5°C ve ilkbaharda 28°C olarak belirlenmiştir.

Su örneklerinin alındığı noktalarda yerinde yapılan pH ölçümleri 5,94 ile 7,97 arasında değişmiştir. Yaz mevsiminde ölçülen ortalama pH’in (6,29), sonbahar, kış ve

ilkbahar mevsimlerine ait ölçümlerden (sırasıyla 7,23; 7,74; 7,71) daha düşük olduğu görülmüştür.

Su örneklerinin alındığı noktalarda tuzluluk değerleri mevsimlere ve örneklem noktalarına göre %20 ile %30 arasında değişmiştir. Özellikle 1.istasyonun göl suyunun yaz örneklemede %33 gibi dikkat çekici bir noktaya ulaşmıştır.

4.2 Su Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri

Su örneklerindeki Na^+ , K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} katyonları ile Cl^- ve SO_4^{-2} anyonlarının konsantrasyonu istasyonlara göre hazırlanan çizelgelerde (Çizelge 4.2-4.5) gösterilmektedir.

Çizelge 4.2 Kayacık Tuzlası havuz ve göl sularının iyonik bileşimi

	YAZ		SONBAHAR		KIŞ		İLKBAHAR	
	Hs	Gs	Hs	Gs	Hs	Gs	Hs	Gs
$\text{Na}^+(\text{g/L})$	135,20	165,50	103,70	124,80	102,0	122,60	119,0	124,80
$\text{K}^+(\text{g/L})$	13,19	27,21	0,91	2,00	1,25	1,32	3,33	3,25
$\text{Ca}^{+2}(\text{mg/L})$	120,00	11,80	281,20	331,30	667,70	654,30	1215	574,90
$\text{Mg}^{+2}(\text{g/L})$	35,33	72,73	2,49	4,90	3,43	3,48	7,79	7,48
$\text{Cl}^-(\text{g/L})$	186,60	156,16	196,40	185,20	216,00	168,80	182,80	213,60
$\text{SO}_4^{-2}(\text{g/L})$	15,29	15,21	13,09	13,52	18,75	17,00	6,99	7,44

Hs: Havuz suyu Gs: Göl suyu

Çizelge 4.3 Kaldırım Tuzlası havuz ve göl sularının iyonik bileşimi

	YAZ		SONBAHAR		KIŞ		İLKBAHAR	
	Hs	Gs	Hs	Gs	Hs	Gs	Hs	Gs
$\text{Na}^+(\text{g/L})$	132,50	176,40	123,90	128,20	67,13	120,00	91,50	106,70
$\text{K}^+(\text{g/L})$	6,29	5,19	2,03	1,57	1,44	1,50	3,43	3,02
$\text{Ca}^{+2}(\text{mg/L})$	198,30	257,70	370,70	498,30	830,30	1194,00	352,20	371,50
$\text{Mg}^{+2}(\text{g/L})$	22,59	19,90	4,88	3,59	3,39	3,64	8,63	7,55
$\text{Cl}^-(\text{g/L})$	189,60	146,72	220,80	196,40	208,80	166,72	190,40	164,32
$\text{SO}_4^{-2}(\text{g/L})$	6,29	5,19	2,03	1,57	1,44	1,50	3,43	3,02

Hs: Havuz suyu Gs: Göl suyu

Çizelge 4.4 Yavşan Tuzlası havuz ve göl sularının iyonik bileşimi

	YAZ		SONBAHAR		KIŞ		İLKBAHAR	
	Hs	Gs	Hs	Gs	Hs	Gs	Hs	Gs
Na⁺(g/L)	70,31	107,8	107,7	116,6	99,14	63,58	97,15	121,70
K⁺(g/L)	4,18	5,26	3,67	3,99	2,01	1,32	1,83	2,46
Ca⁺²(mg/L)	314,3	223,5	405,1	192,2	1049	840,3	478	710,80
Mg⁺²(g/L)	10,11	24,83	9,23	9,49	4,92	3,31	4,29	6,20
Cl⁻(g/L)	175,2	179,2	197,2	178,8	226,4	186,8	187,2	182,80
SO₄⁻²(g/L)	29,60	16,41	17,61	26,98	18,39	12,82	16,72	16,70

Hs: Havuz suyu Gs: Göl suyu

Tüm istasyonların verilerinden yararlanılarak Tuz Gölü suyunun iyonik bileşimi hesaplanmıştır. Çizelge 4.5’de en düşük, en yüksek ve ortalama değerler belirtilmiştir.

Çizelge 4.5 Tuz Gölü suyu iyon içeriğinin en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Na⁺(g/L)	63,58	176,40	113,66
K⁺(g/L)	0,91	27,21	4,24
Ca⁺²(mg/L)	11,80	1.215,00	505,93
Mg⁺²(g/L)	2,49	72,73	11,84
Cl⁻(g/L)	146,72	226,40	187,62
SO₄⁻²(g/L)	3,30	29,60	16,00

4.3 Toprak Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri

Bitkili toprak ve çorak toprak örneklerinden nemlilik, pH, iletkenlik ve toplam organik madde tayinleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 4.6’da bildirilmektedir.

Çizelge 4.6 Toprak örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları

Mevsim	İstasyon	Nem (%)		pH		EC (ms/cm)		TOM (%)	
		Bt	Ct	Bt	Ct	Bt	Ct	Bt	Ct
YAZ	1	21,05	13,80	9,02	8,70	2,21	23,10	1,68	0,59
	2	12,39	16,70	8,85	8,95	13,85	15,49	0,84	0,66
	3	17,07	22,33	8,85	9,34	30,00	31,70	1,40	1,10
SONBAHAR	1	13,98	18,63	9,30	9,10	1,03	4,05	0,24	0,36
	2	14,66	19,14	9,21	9,13	1,04	2,24	0,24	0,33
	3	29,23	38,78	8,94	8,76	16,67	17,25	1,02	1,21
KIŞ	1	25,56	32,95	8,79	8,91	0,50	7,42	0,20	0,45
	2	22,78	38,52	9,16	8,98	0,71	20,57	0,50	1,82
	3	33,21	35,50	8,96	8,78	4,74	12,72	0,46	0,90
İLKBAHAR	1	24,96	13,73	9,01	8,79	0,31	17,21	0,33	1,03
	2	33,83	24,22	8,78	8,73	3,16	17,93	0,48	1,04
	3	34,35	36,18	8,77	8,84	16,23	38,40	1,82	1,79

1:Kayacık Tuzlası, 2:Kaldırım Tuzlası, 3: Yavşan Tuzlası. Bt: Bitkili Toprak, Ct: Çorak Toprak, EC:Elektriksel İletkenlik TOM: Toplam Organik Madde

Toprak analiz sonuçları, nemin mevsimler ve örnekleme noktalarına göre değiştiğini göstermektedir. Genel olarak % nem en düşük 12,39 ve en yüksek 38,78 olarak ölçülmüştür. Toplam organik madde miktarı en düşük kış mevsiminde % 0,2 ile en yüksek ilkbahar ve kış mevsimlerinde % 1,82 olarak ölçülmüştür. Elektriksel iletkenliğin en düşük olduğu değer ilkbaharda 1. istasyonun bitkili toprağında (0,31 ms/cm) en yüksek olduğu değer ise yine ilkbahar mevsiminde 3. istasyonun çorak toprağında (38,40 ms/cm) ölçülmüştür. pH ölçümlerine göre en düşük 8,73 ve en yüksek 9,34 olmuştur (Çizelge 4.6).

Genel olarak karşılaştırıldığında su örneklerinin nötrale yakın pH'da, toprak örneklerinin ise bazik eğilimli olduğu görülmektedir.

4.4 Mikrofungus Sayım Sonuçları

İki izolasyon besiyeri kullanılarak mevsimlere göre su ve toprak örneklerinden mikrofungus izolasyonu yapılmıştır. DRBC ve DRBC17 besiyerlerinde gelişen fungus kolonilerinin su örneklerinde kob/100ml, toprak örneklerinde ise kob/g kuru toprak cinsinden sayım sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. DRBC ve DRBC17 besiyerlerinin ölçülen su aktiviteleri (a_w) sırasıyla 0,99 ve 0,89 olarak belirlenmiştir.

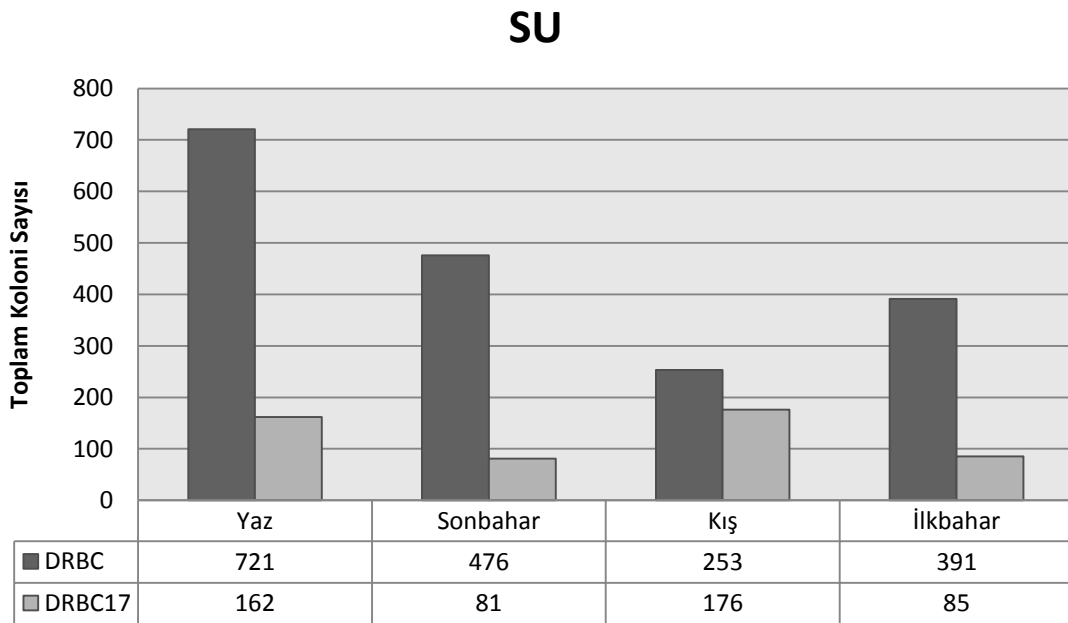
Çizelge 4.7 Mikrofungus toplam ve ortalama koloni sayıları

MEVSİM	İSTASYON	BESİYERİ							
		DRBC				DRBC17			
		Hs	Gs	Bt	Ct	Hs	Gs	Bt	Ct
YAZ	1	85	116	550	190	67	69	240	110
	2	97	195	460	460	5	8	90	390
	3	119	109	800	2860	6	7	1980	1810
	Ort.	100	140	603	1170	26	28	770	770
SONBAHAR	1	118	169	730	360	16	9	40	50
	2	49	74	100	560	10	33	150	60
	3	21	45	350	210	5	8	60	110
	Ort.	63	96	393	377	10	17	83	73
KIŞ	1	59	48	1070	540	39	42	200	50
	2	40	51	500	370	37	29	1060	70
	3	20	35	3230	1080	8	21	2340	480
	Ort.	40	45	1600	663	28	31	1200	200
İLKBAHAR	1	57	36	1190	880	46	16	230	40
	2	93	86	370	110	7	4	1490	70
	3	58	61	1120	210	7	5	290	80
	Ort.	69	61	893	400	20	8	670	63

1:Kayacık Tuzlası,2:Kaldırım Tuzlası, 3: Yavşan Tuzlası.Hs: Havuz suyu, Gs: Göl suyu Bt: Bitkili Toprak,Ct: Çorak Toprak

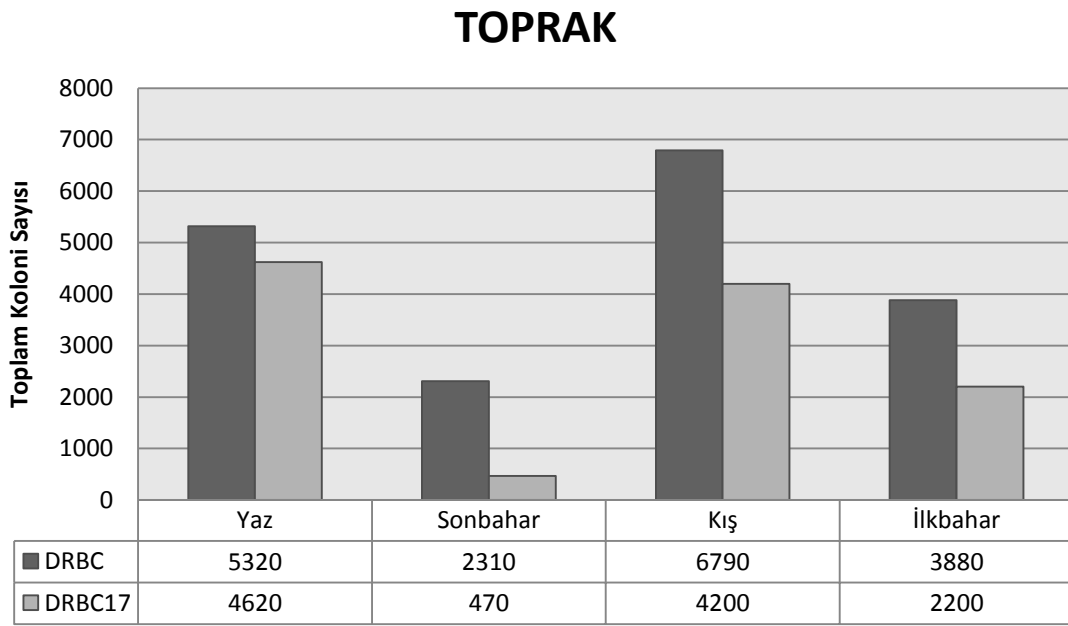
Su örnekleri arasında DRBC besiyeri ile yapılan izolasyonda, en düşük koloni sayısı kış mevsiminde 3. istasyonda (Yavşan tuzlası) havuz suyunda (20 kob/100ml), en yüksek koloni sayısı ise yaz mevsiminde 2. istasyonda (Kaldırım Tuzlası) göl suyunda (196 kob/100ml) bulunmuştur. DRBC17 besiyeri ile yapılan izolasyonda, en düşük koloni sayısı ilkbahar mevsiminde 2. istasyonda (Kaldırım Tuzlası) göl suyunda (4 kob/100ml), en yüksek koloni sayısı ise yaz mevsiminde 1. istasyonda (Kayacık Tuzlası) göl suyunda (69 kob/100ml) bulunmuştur.

Toprak örnekleri arasında DRBC besiyeri ile yapılan izolasyonda en düşük koloni sayısı ilkbahar mevsiminde 2. istasyonda çorak toprak örneğinde (110 kob/g), en yüksek koloni sayısı ise kış mevsiminde 3. istasyonda bitkili toprakta (3230 kob/g) bulunmuştur. DRBC17 besiyeri ile yapılan izolasyonda ise en düşük koloni sayısı sonbahar ve ilkbaharda 1. istasyonlarında bitkili ve çorak toprakta (40 kob/g) bulunurken en yüksek koloni sayısı kışın 3. istasyonda bitkili toprakta (2340 kob/g) belirlenmiştir.



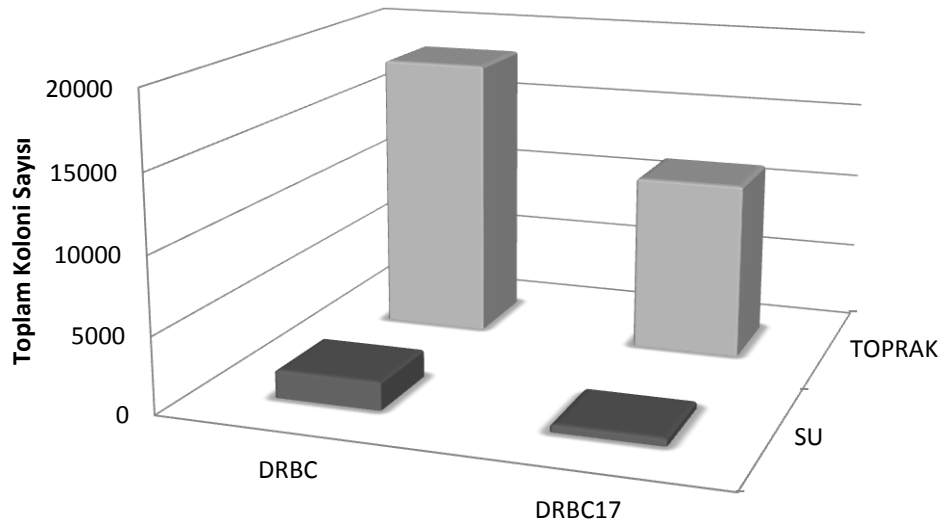
Şekil 4.1 Mevsimlere göre Tuz Gölü suyundan (Hs+Gs) izole edilen fungus toplam koloni sayıları

Tuz Gölü suyunda DRBC ve DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen toplam koloni sayılarının mevsimsel dağılımı şekil 4.1’de verilmiştir. DRBC besiyeri üzerinde sayılan fungus kolonileri en düşük değere ise kış mevsiminde (253), en yüksek değere yaz mevsiminde (721) ulaşmıştır. DRBC17 besiyeri üzerinde en düşük koloni sayısı sonbaharda (81), en yüksek koloni sayısı ise kış mevsiminde (176) belirlenmiştir.



Şekil 4.2 Mevsimlere göre Tuz Gölü toprağından (Bt+Ct) izole edilen fungus toplam koloni sayıları

Tuz Gölü toprağında DRBC ve DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen fungus toplam koloni sayılarının mevsimsel dağılımı şekil 4.2’de verilmiştir. DRBC besiyeri üzerinde sayılan fungus kolonilerinde en yüksek değer 6790 koloni ile kış mevsiminde, en düşük değer ise 2310 koloni ile sonbaharda gözlemlenmiştir. DRBC17 besiyeri üzerinde sayılan fungus kolonilerinde ise en yüksek değer 4620 koloni ile yaz mevsiminde gözlemlenirken en düşük değer ise 470 koloni ile sonbaharda gözlemlenmiştir.



	DRBC	DRBC17
■ SU	1841	504
■ TOPRAK	18300	11490

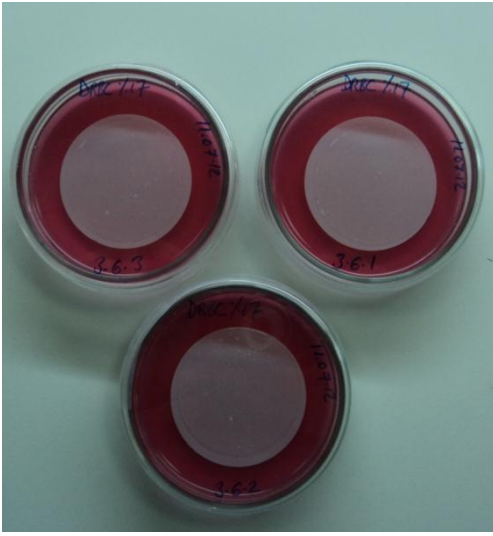
Şekil 4.3 Tuz Gölü su ve toprağında DRBC ve DRBC17 besiyerleri üzerinde sayılan toplam koloni sayısı

Tuz Gölü suyunda tüm mevsimler ve istasyonlar dikkate alındığında DRBC üzerinde 1841 fungus kolonisi sayılmasına karşılık DRBC17 üzerinde 504 koloni sayılmıştır. Tuz Gölü toprağında ise DRBC üzerinde toplamda 18300 koloniye karşılık DRBC17 üzerinde 11490 koloni hesaplanmıştır.

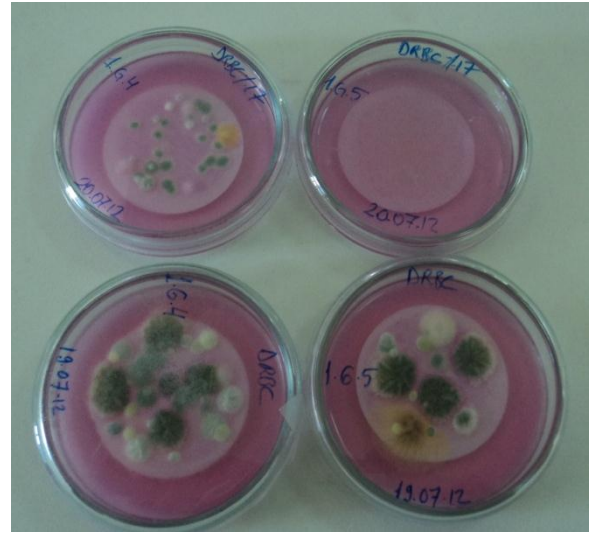
4.5 Mikrofungusların Tanımlanması

İzolasyon çalışmalarında elde edilen mikrofungusların klasik tayinleri yapılarak aynı tür olduğu belirlenen izolatlar gruplandırılmıştır. Bu izolatlar arasından seçilenlerin moleküler tayinlerinin de yapılabilmesi amacıyla ilk olarak DNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Ekstraksiyon sonucunda genomik DNA'nın varlığı agaroz jeller hazırlanarak ve elektroforezde yürütülerek tespit edilmiştir. Bant gözlenen örneklerden polimeraz zincir reaksiyonları (PCR) kurularak ITS bölgesinin çoğaltılması sağlanmıştır. PCR ürünlerinin kontrolü için de elektroforez yapılmış, yaklaşık 600 bp uzunluğunda olduğu belirlenen bantlara ait örnekler belirlenerek ileriki aşamalar için saklanmıştır.

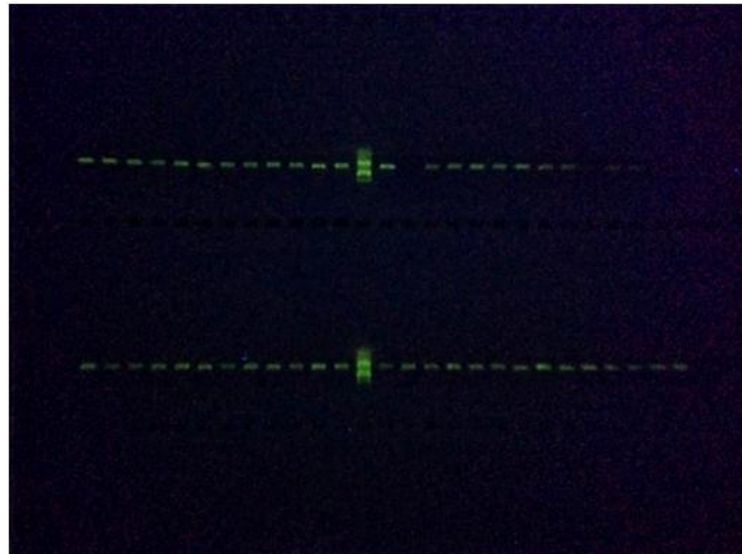
Mikrofungusların tanılama çalışmaları sonucunda toplamda 29 cinse ait 68 farklı tür isimlendirilmiştir. Tayin edilen türlerin listesi, dağılımları, sıklık ve bollukları ileriki bölümlerde verilmektedir. Şekil 4.4-4.6'da izolasyon ve tanılama aşamasında çekilmiş mikrofungus fotoğrafları ile moleküler analizler sırasında PCR ürünlerinin kontrolü için kurulmuş olan elektroforez jellerinin görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.4 DRBC17 izolasyon besiyeri



Şekil 4.5 İzolasyon besiyerlerinde mikrofunguslar



Şekil 4.6 PCR ürünlerinin elektroforez jelinde görüntüsü

4.6 DRBC besiyeri üzerinde sayılan türlerin dağılımları

4.6.1 Su örneklerinden izole edilen türlerin dağılımları

Çizelge 4.8’de su örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlerin mevsim ve istasyon bazında dağılımları ve koloni sayıları verilmiştir. Buna göre su örneklerinden yapılan izolasyonlarda DRBC besiyeri üzerinde 29 cinse ait ; *Penicillium* (15), *Alternaria* (6), *Cladosporium* (5), *Aspergillus* (4), *Eurotium* (2), *Arthrinium* (2) ile *Aporospora* (1), *Beauveria* (1), *Botrytis* (1), *Chaetomium* (1), *Chalastospora* (1), *Coniochaeta* (1), *Curvularia* (1), *Embellisia* (1), *Emericella* (1), *Epicoccum* (1), *Fusarium* (1), *Leptospora* (1), *Mucor* (1), *Nigrospora* (1), *Phanerochaete* (1), *Phoma* (1), *Pringsheimia* (1), *Pithomyces* (1), *Sordaria* (1), *Stemphylium* (1), *Talaromyces* (1), *Tetracladium* (1) , *Ulocladium* (1) cinslerine ait olmak üzere toplamda 57 farklı tür izole edilmiştir. *Aporospora*, *Chaetomium*, *Chalastospora*, *Coniochaeta*, *Embellisia*, *Epicoccum*, *Leptospora*, *Phanerochaete*, *Pringsheimia*, *Sordaria*, ve *Tetracladium* yalnızca cins bazında tayin edilebilmiştir.

Çizelge 4.8 Su örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>Alternaria alternata</i>	K_KalHs (8), İ_KalHs (20), S_KalGs (10), K_KalGs (1)	39
<i>A. arborescens</i>	K_YavHs (3), K_YavGs (6)	9
<i>A. brassicae</i>	S_KayHs (28)	28
<i>A. consortialis</i>	İ_KayHs (4)	4
<i>A. infectoria</i>	K_KayHs (1), İ_KalGs (2), S_YavHs (1), K_YavHs(1), S_YavGs (3), K_YavGs (9), İ_YavGs (9)	26
<i>A. tenuissima</i>	S_KayHs (4), K_KayGs (5), K_KalHs (2), K_KalGs (3), K_YavHs (1), K_YavGs (4), İ_KalHs (6), İ_YavGs (1)	26

Çizelge 4.8 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>Aporospora sp.</i>	K_YavHs(4)	4
<i>Arthrimum arundinis</i>	S_KayHs(2), İ_KayHs(3), S_KayGs (6), İ_KayGs(3), İ_KalHs(7), S_KalGs(1)	22
<i>A. phaeospermum</i>	S_KayGs (7), S_YavHs (3), İ_YavHs (2), S_YavGs (3), K_YavGs (1)	16
<i>Aspergillus alliaceus</i>	İ_KayHs (1), İ_KayGs(1), İ_KalHs(2), İ_KalGs(1), İ_YavHs(2), İ_YavGs(4)	11
<i>A. flavus</i>	Y_KayHs (2), Y_KayGs(21), Y_KalHs(26), Y_KalGs(9), Y_YavHs(6), Y_YavGs (5), S_KayHs (3), S_KayGs (5), K_YavGs (1)	78
<i>A. niveus</i>	K_KayHs (1), K_KayGs (18), K_KalHs (3), K_KalGs (10), K_YavHs (4), K_YavGs (1)	37
<i>A. penicillioides</i>	S_YavHs (2)	2
<i>Beauveria bassiana</i>	S_KalHs (3)	3
<i>Botrytis cinerea</i>	S_KayGs (2)	2
<i>Chaetomium sp.</i>	K_KayHs (2), K_KayGs (8)	10
<i>Chalastospora sp.</i>	S_KayHs (2), S_KayGs(1), K_KayGs (1), K_YavHs (1), K_YavGs (1), İ_YavGs (1)	7
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	S_KayHs (32), İ_KayHs (6), S_KayGs (81), İ_KayGs (7), Y_KalHs (35), S_KalHs (20), K_KalHs (6), İ_KalHs (15), Y_KalGs (22), S_KalGs (9), K_KalGs (7), İ_KalGs (20), S_YavHs (3), İ_YavHs (1), S_YavGs (11), K_YavGs (2)	277

Çizelge 4.8 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>C. herbarum</i>	S_KayHs (3), K_KayHs (3), İ_KayHs (1), K_KayGs (1), İ_KayGs (4), S_KalHs (5), S_KalGs (13), İ_KalHs (14), S_YavHs (3), K_YavHs(1), S_YavGs (3), İ_YavGs(29)	80
<i>C. ossifragi</i>	Y_KayHs (65), Y_KayGs (44), S_KayGs (2)	110
<i>C. sphaerospermum</i>	İ_KayHs(2), S_KayGs (26), K_KayGs (4),İ_KayG (2), S_KalHs (1), S_YavHs (2), İ_YavHs (42), S_YavGs (4)	83
<i>C. uredinicola</i>	S_KayHs (3), İ_KayHs (1), S_KayGs (14), K_YavHs (1), K_YavGs (1)	20
<i>Coniochaeta sp.</i>	İ_YavHs(1), Y_YavGs (2)	3
<i>Curvularia inaequalis</i>	İ_KayHs (7), K_KayGs (2), İ_KayGs (6), K_KalHs (3), K_KalGs (3), İ_KalGs (15),K_YavHs (2), Y_YavGs (1), K_YavGs (7), İ_YavGs (1)	47
<i>Embellisia sp.</i>	S_KayHs (1), Y_KayGs (1), İ_YavGs (3)	5
<i>Emericella nidulans</i>	K_KalHs (1)	1
<i>Epicoccum sp.</i>	S_KayGs (3), K_KalHs (3), S_KalGs (1), K_KalGs (5)	12
<i>Eurotium chevalieri</i>	Y_KayHs (1), S_KayHs (2), S_KayGs (4), Y_YavHs (38), Y_YavGs (2)	47
<i>E. repens</i>	S_KayGs(1), S_KalHs(2), K_KalHs(1), S_KalGs(2), K_YavHs(1)	7
<i>Fusarium proliferatum</i>	İ_KayHs (3), İ_KalHs (4), S_KalGs (17)	24
<i>Leptospora sp.</i>	S_KalHs(3), S_KalGs (4)	7

Çizelge 4.8 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>Mucor racemosus</i>	S_KalHs (1), S_KalGs (2), S_YavGs (5)	8
<i>Nigrospora oryzae</i>	Y_KalHs (1)	1
<i>Penicillium atrovenetum</i>	K_KayHs (17), İ_KayHs (4), S_KayGs (1), K_KayGs (3), İ_KayGs (1), K_KalHs (3), S_KalGs (1), K_KalGs (4), Y_YavHs (3), Y_YavGs (4)	41
<i>P. aurantiogriseum</i>	K_KalGs (3)	3
<i>P. brevicompactum</i>	S_KayHs (1), S_KayGs (4), S_KalHs (3), İ_KalHs (3), S_KalGs (3)	14
<i>P. canescens</i>	İ_KayHs(3), İ_KalHs (4), S_YavHs (1), S_YavGs (1)	9
<i>P. citrinum</i>	Y_KayHs (6), İ_KayHs (4), Y_KayGs (16),S_KalHs (6), İ_KalHs (3), Y_KalGs (11), Y_YavHs (1), Y_YavGs (80), K_YavGs (1), İ_YavGs (10)	138
<i>P. commune</i>	İ_KayHs (7), K_KayGs (1), İ_KayGs (8), Y_KalHs (6), Y_KalGs (129), S_KalGs (1), Y_YavHs (2), S_YavHs (1), K_YavHs (1), İ_YavHs (10), Y_YavGs (2), S_YavGs (2), K_YavGs (1), İ_YavGs (1)	172
<i>P. crustosum</i>	Y_KayHs (1), S_KayHs(11), K_KayHs (35), İ_KayHs (5), Y_KayGs (2), K_KayGs (2), Y_YavHs (2), Y_YavGs (1),	59
<i>P. decumbens</i>	Y_KayHs (1), S_KayHs (1), Y_KayGs (7), Y_YavHs(38), Y_YavGs (2)	49

Çizelge 4.8 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>P. expansum</i>	S_KalHs (2), K_KalHs (1), S_KalGs (2), K_KalGs (1)	6
<i>P. granulatum</i>	Y_KalHs (6), K_KalHs (1), İ_KalHs (2), İ_KalGs (7)	16
<i>P. hordei</i>	S_KayHs (4), İ_KayHs (1), İ_KayGs (2), K_KalGs (1), S_YavGs (1)	9
<i>P. nalgiovense</i>	K_KalHs (1)	1
<i>P. polonicum</i>	Y_KayHs (10), S_KayHs (1), İ_KayHs (3), Y_KayGs (25), İ_KayGs (2), Y_KalHs (23), K_KalHs (4), Y_KalGs (25), S_KalGs(3), K_KalGs (5), Y_YavHs (28), S_YavHs (1), Y_YavGs (10), S_YavGs (2)	142
<i>P. raistrickii</i>	S_KayHs (5), İ_KayHs (2), S_KayGs (3)	10
<i>P. spinulosum</i>	S_KalHs(1), S_KalGs(2), Y_YavHs (1)	4
<i>Phanerochaete sp.</i>	S_KayHs (14), S_KayGs (9)	23
<i>Phoma betae</i>	S_YavHs (4), S_YavGs (10)	14
<i>Pithomyces chartarum</i>	K_KalHs (2)	2
<i>Pringsheimia sp.</i>	S_YavGs (1)	1
<i>Sordaria sp.</i>	İ_KalHs (4), İ_KalGs (33)	37
<i>Stemphylium solani</i>	İ_KalHs (6), K_KalGs (2), İ_KalGs (5), İ_YavGs (1)	14
<i>Talaromyces flavus</i>	S_KalHs (2), K_KalHs (1), S_KalGs (1)	4
<i>Tetracladium sp.</i>	K_KayGs (3)	3
<i>Ulocladium consortiale</i>	İ_KalHs (1), K_KalGs (8), İ_KalGs (5)	14

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
Y:Yaz S:Sonbahar K:Kış İ:İlkbahar; Kay: Kayacık Kal:Kaldırım, Yav:Yavşan; Hs: Havuz suyu, Gs: Göl suyu.		

4.6.2 Toprak Örneklerinden İzole Edilen Türlerin Dağılımları

Çizelge 4.9'da toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlerin mevsim ve istasyon bazında dağılımları ve koloni sayıları verilmiştir. Buna göre toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda DRBC besiyeri üzerinde toplamda 16 cins ait; *Penicillium* (11), *Alternaria* (4), *Cladosporium* (2), *Aspergillus* (4), *Arthrimum* (2), *Eurotium* (2), *Fusarium* (2), *Phoma* (2) ile *Acremonium* (1), *Beauveria* (1), *Curvularia* (1), *Chalastospora* (1), *Phanerochaete* (1), *Rhizopus* (1), *Talaromyces* (1) ve *Trichothecium* (1) olmak üzere toplam 37 farklı tür izole edilmiştir. *Chalastospora* ve *Phanerochaete* yalnızca cins bazında tayin edilebilmiştir.

Çizelge 4.9 Toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>Acremonium potronii</i>	K_YavBt (260), İ_YavCt (30)	290
<i>Alternaria arborescens</i>	K_KalCt (200)	200
<i>A. brassicae</i>	S_YavBt (200), S_YavCt (100)	300
<i>A. infectoria</i>	Y_KayBt (150), Y_KayCt (10)	160
<i>A. tenuissima</i>	S_KalCt (150), S_YavBt(80), K_YavBt (40), İ_YavBt (40), İ_YavCt (30)	340
<i>Arthrimum arundinis</i>	K_KayCt(10), K_KalBt (500)	510
<i>A. phaeospermum</i>	S_KayBt(190), S_KayCt(130), İ_YavBt (10)	330
<i>Aspergillus alliaceus</i>	İ_KayBt (650), İ_KalBt (160)	810
<i>A. flavus</i>	Y_KayBt (10), K_YavBt(20), Y_YavCt (340), K_YavCt (160)	530

Çizelge 4.9 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>A. niveus</i>	S_KayBt (220), K_KayBt (1000), İ_KayBt (490) Y_KalBt (20), S_KalBt (20), İ_KalBt (10), Y_KalCt (10), S_KalCt (10)	1780
<i>A. pseudodeflectus</i>	K_KalCt (20)	20
<i>Beauveria bassiana</i>	S_KalBt (10), S_KalCt(20)	30
<i>Chalastospora sp.</i>	K_KayCt (10)	10
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	S_KayCt (20), S_KalCt (20)	40
<i>C. sphaerospermum</i>	S_KayBt(10), K_KayBt (10), Y_KayCt (30), S_KayCt (10), K_KayCt (490), İ_KayCt (120), Y_KalBt (230), İ_KalBt (10), Y_KalCt (190) S_KalCt (10) İ_KalCt (20) K_YavBt (320) İ_YavBt (820) K_YavCt (50) İ_YavCt (120)	2440
<i>Curvularia inaequalis</i>	K_KayBt (20), İ_KayBt (50), K_KayCt (20)	90
<i>Eurotium chevalieri</i>	İ_KayCt (250), İ_KalBt(90), Y_YavCt (1050)	1390
<i>E. repens</i>	Y_KalBt (90), S_KalCt(200), İ_YavBt(90), Y_YavCt(100)	480
<i>Fusarium proliferatum</i>	Y_KalCt (20)	20
<i>F. solani</i>	K_KalCt (20)	20
<i>Penicillium atrovenetum</i>	Y_KalBt (10), Y_KalCt (80), K_YavCt (30), İ_YavBt(20), İ_YavCt (10)	150
<i>P. brevicompactum</i>	S_KayBt (30), S_KalBt (10), İ_KalCt (40), İ_YavBt (140), İ_YavCt (20)	240
<i>P. canescens</i>	Y_KalCt (20)	20
<i>P. citrinum</i>	İ_KayCt (120), K_KalCt (90), Y_YavBt (520), Y_YavCt (310)	1040
<i>P. commune</i>	S_KayBt (160), K_KayCt (10), Y_KalBt (20), S_KalBt (10), İ_KalBt (100), Y_KalCt (20), S_KalCt(20), İ_KalCt (40), Y_YavBt (50), K_YavBt (20), Y_YavCt (170),	630

Çizelge 4.9 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
	K_YavCt (20)	
<i>P. crustosum</i>	Y_KayBt (370), K_YavCt (10)	380
<i>P. decumbens</i>	Y_KayBt (20), İ_KayCt (250), S_KalBt(10), S_KalCt(10), Y_YavBt(200), Y_YavCt (890), K_YavCt (530)	1910
<i>P. flavigenum</i>	İ_KayCt (140)	140
<i>P. granulatum</i>	S_KayBt (30), S_KayCt (20)	50
<i>P. polonicum</i>	Y_KayCt (100), Y_KalBt(20), Y_KalCt(20), K_KalCt(40), K_YavBt(2570), K_YavCt (290)	3040
<i>P. spinulosum</i>	Y_KayCt (40), Y_KalCt (60), İ_KalCt (10)	110
<i>Phanerochaete sp.</i>	Y_KalBt (40), Y_KalCt (20)	60
<i>Phoma betae</i>	S_KalCt (30), S_YavBt (60), S_YavCt (90)	180
<i>Phoma herbarum</i>	S_KayBt (50), S_KayCt (180), S_KalBt(40), S_KalCt(90), S_YavBt (10), S_YavCt (20)	390
<i>Rhizopus oryzae</i>	S_KayBt (40), K_KayBt(40), Y_KayCt(10), Y_YavBt (30)	120
<i>Talaromyces flavus</i>	Y_KalBt (10), Y_KalCt (20)	30
<i>Trichothecium roseum</i>	Y_KalBt (20)	20

Y:Yaz S:Sonbahar K:Kış İ:İlkbahar; Kay: Kayacık Kal:Kaldırım, Yav:Yavşan; Hs: Havuz suyu, Gs: Göl suyu.

4.7 DRBC17 besiyeri üzerinde sayılan türlerin dağılımları

4.7.1 Su Örneklerinden İzole Edilen Türlerin Dağılımları

Çizelge 4.10'da su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin mevsim ve istasyon bazında dağılımları ve koloni sayıları verilmiştir. Buna göre toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda DRBC17 besiyeri üzerinde toplamda 10 cinse ait; *Penicillium* (11), *Alternaria* (3), *Aspergillus* (3), *Cladosporium* (3), *Eurotium* (3),

Acremonium (1), *Arthrimum* (1), *Chalastospora* (1), *Epicoccum* (1), *Mucor* (1), *Phanerochaete* (1) olmak üzere 28 farklı tür izole edilmiştir. *Chalastospora* ve *Phanerochaete* cins bazında tayin edilebilmiştir.

Çizelge 4.10 Su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>Acremonium potronii</i>	İ_YavGs (3)	3
<i>Alternaria alternata</i>	Y_KalGs (3), K_YavHs (2)	5
<i>A. infectoria</i>	İ_KayHs (6)	6
<i>A. tenuissima</i>	K_YavGs (1)	1
<i>Arthrimum arundinis</i>	S_KayHs (1), S_KayGs (2), K_KalHs (2)	5
<i>Aspergillus flavus</i>	S_KayHs (5), İ_KayHs (7), S_KayGs(5), İ_KayGs (4), Y_KalHs (5), Y_KalGs (5), Y_YavHs (4), Y_YavGs (6), K_YavGs (5)	48
<i>A. niveus</i>	K_YavHs (2)	2
<i>A. penicillioides</i>	S_KalGs (10)	10
<i>Chalastospora sp.</i>	K_YavHs (2), K_YavGs (3)	5
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	S_KayHs (2), K_KalGs(4), S_YavHs (5), K_YavGs (1)	12
<i>C. ossifragi</i>	Y_KayHs (33), K_YavGs (1)	34
<i>C. sphaerospermum</i>	Y_KayHs (20), K_KayHs (13), İ_KayHs (4), K_KayGs (7), İ_KayGs (5)	49
<i>Epicoccum sp.</i>	K_KalGs (1)	1
<i>Eurotium amstelodami</i>	S_KayHs (1), K_KayHs (3), S_KayGs(1), K_KayGs (29), K_KalHs (2), K_KalGs (10)	46
<i>E. chevalieri</i>	Y_KayHs (2), K_KalHs (1), K_KalGs (2)	5

Çizelge 4.10 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>E. repens</i>	Y_KayHs (2), S_KayHs (3), İ_KayHs (9), Y_KayGs (46), S_KayGs (1), İ_KayGs (2), S_KalHs (9), K_KalHs (15), İ_KalHs (7), S_KalGs (8), K_KalGs (2), K_YavGs (3)	107
<i>Mucor racemosus</i>	S_KalGs (3), K_KalGs (5), Y_YavGs (1), S_YavGs (3), K_YavGs (1)	13
<i>Penicillium atrovenetum</i>	K_KayHs (23), S_KalGs (1), K_KalGs (1)	25
<i>P. brevicompactum</i>	İ_YavHs (7), K_YavGs (3)	10
<i>P. citrinum</i>	İ_KayHs (18), Y_KayGs (23), Y_YavHs (2)	43
<i>P. commune</i>	İ_KayHs (2), S_KalGs (3), İ_KalGs (4), K_YavGs (3), İ_YavGs (2)	13
<i>P. crustosum</i>	Y_KayHs (8), K_KayGs (6)	14
<i>P. granulatum</i>	K_KalGs (1)	1
<i>P. hordei</i>	S_YavGs (5)	1
<i>P. nalgiovense</i>	K_KalHs (4), K_KalGs (1)	5
<i>P. polonicum</i>	Y_KayHs (2), S_KayHs (4), İ_KayGs (1), S_KalHs (1), K_KalHs (13), S_KalGs (4)	5
<i>P. raistrickii</i>	İ_KayGs (3)	25
<i>P. spinulosum</i>	K_KalGs (2)	3
<i>Phoma betae</i>	İ_KayGs (1), S_KalGs (1)	2
<i>Stemphylium solani</i>	S_KalGs (3)	2

Y:Yaz S:Sonbahar K:Kış İ:İlkbahar; Kay: Kayacık Kal:Kaldırım, Yav:Yavşan; Hs: Havuz suyu, Gs: Göl suyu.

4.7.2 Toprak Örneklerinden İzole Edilen Türlerin Dağılımları

Çizelge 4.11’de toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin mevsim ve istasyon bazında dağılımları ve koloni sayıları verilmiştir. Buna göre toprak örneklerinden yapılan izolasyonlarda DRBC17 besiyeri üzerinde toplamda 10 cinse ait; *Penicillium* (8), *Aspergillus* (5), *Cladosporium* (2), *Eurotium* (2), *Arthrimum* (2), *Phoma* (2) ile *Acremonium* (1), *Alternaria* (1), *Chalastospora* (1), *Fusarium* (1) olmak üzere 25 farklı tür izole edilmiştir. *Chalastospora* yalnızca cins bazında tayin edilebilmiştir.

Çizelge 4.11 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin dağılımları

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>Acremonium potronii</i>	Y_KalCt (10), İ_YavCt (30)	40
<i>Alternaria infectoria</i>	İ_KayCt (10), K_KalCt (10), S_YavCt (100)	120
<i>Arthrimum arundinis</i>	K_KayBt (60), K_KalBt (30), K_KalCt (60)	150
<i>A. phaeospermum</i>	İ_YavBt (50)	50
<i>Aspergillus alliaceus</i>	İ_KayBt (110)	110
<i>A. niveus</i>	Y_KayBt (10), S_KayBt (40), K_KayBt (70), Y_KayCt (20), S_KayCt (50), S_KalBt (70), K_KalBt (140), İ_KalBt (90)	490
<i>A. pseudodeflectus</i>	K_KalBt (280)	280
<i>A. sydowii</i>	İ_KalCt (10)	10
<i>A. versicolor</i>	Y_YavBt (280), Y_YavCt (900)	1180
<i>Chalastospora sp.</i>	K_KayBt (10)	10
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	İ_YavBt (50), İ_YavCt (10)	60
<i>C. sphaerospermum</i>	K_KayBt (10), K_KayCt (50), Y_KalCt (40), İ_YavBt(50), K_YavCt (60), İ_YavCt (20)	230
<i>Eurotium chevalieri</i>	S_KalCt (10), K_YavCt (60)	70

Çizelge 4.11 devamı

Tür	Mevsim ve İstasyonlara Göre Dağılımları	Toplam
<i>E. repens</i>	İ_KayBt (120), İ_KayCt (30), Y_KalBt (50), S_KalBt (80), Y_KalCt (200), S_KalCt (20), Y_YavBt (250), İ_YavBt (140), Y_YavCt (100), İ_YavCt (20)	1010
<i>Fusarium proliferatum</i>	K_KayBt (10)	10
<i>Penicillium canescens</i>	K_KayBt (10)	10
<i>P. citrinum</i>	K_KayBt (20), K_KalBt (200), Y_YavBt (390)	610
<i>P. commune</i>	K_KayBt (10), İ_KalBt (700), Y_KalCt (20), S_KalCt (20), İ_KalCt (30), Y_YavBt (1060), K_YavBt (470), Y_YavCt (680), K_YavCt (50)	3040
<i>P. corylophilum</i>	Y_KalCt (10)	10
<i>P. crustosum</i>	Y_KayBt (200), K_KalBt (200), S_KalCt (10)	410
<i>P. decumbens</i>	Y_KayBt (20), Y_KayCt (20), Y_YavCt (100), K_YavCt (120)	260
<i>P. polonicum</i>	Y_KayBt (10), Y_KayCt (70), Y_KalBt (40), K_KalBt (210), Y_KalCt (20), K_YavBt (1870), Y_YavCt (30), K_YavCt (190)	2440
<i>P. spinulosum</i>	İ_KalBt (700), Y_KalCt (90), İ_KalCt (30)	820
<i>Phoma betae</i>	S_YavBt (40), S_YavCt (10)	50
<i>P. herbarum</i>	S_YavBt (20)	20

Y:Yaz S:Sonbahar K:Kış İ:İlkbahar; Kay: Kayacık Kal:Kaldırım, Yav:Yavşan; Hs: Havuz suyu, Gs: Göl suyu.

4.8 Türlerin Bolluklarının ve Bulunma Sıklığının Belirlenmesi

Çizelge 4.12’de tanılması yapılan türlerin izole edildikleri habitatlar içerisindeki bolluk ve bulunma sıklığı değeri yüzde olarak hesaplanmıştır.

C. cladosporioides, DRBC besiyeri üzerinde sudan izole edilen türler arasında göreceli bolluğu (%15,05) ve bulunma sıklığı (%66,67) en yüksek tür olmuştur. *E.*

repens ise DRBC17 besiyeri üzerinde sudan izole edilerek tanımlanan diğer türler arasında göreceli bolluğu (% 21,23) ve bulunma sıklığı (%50,00) en yüksek olan tür olmuştur.

Toprak örneklerinde DRBC üzerinde izole edilerek tanımlanan türler arasında bolluğu en yüksek olan *P. polonicum* (%16,61) ve bulunma sıklığı en yüksek olan tür ise *C. sphaerospermum* (%62,50) olmuştur. Yine toprak örneklerinde DRBC17 besiyerinde izole edilerek tanımlanan türler arasında *P. commune* göreceli bolluğu en yüksek tür olarak belirlenirken (%26,46) bulunma sıklığı en yüksek olan türün *E. repens* (%41,67) olduğu saptanmıştır. Bu durumda *E. repens* DRBC17 besiyerindeki bulgulara göre; su ve toprak örneklerinde bulunma sıklığı en yüksek olan tür olmuştur.

Çizelge 4.12 Tayin edilen türlerin Tuz Gölü su ve toprak örneklerindeki bulunma sıklığı ve göreceli bollukları

TÜR	Göreceli Bolluk (%)				Bulunma Sıklığı (%)			
	Su		Toprak		Su		Toprak	
	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17
<i>Acremonium potronii</i>	-	0,60	1,58	0,35	-	4,17	8,33	8,33
<i>Alternaria alternata</i>	2,12	0,99	-	-	16,67	8,33	-	-
<i>A. arborescens</i>	0,49	-	1,09	-	8,33	-	4,17	-
<i>A. brassicae</i>	1,52	-	1,64	-	4,17	-	8,33	-
<i>A. consortialis</i>	0,22	-	-	-	4,17	-	-	-
<i>A. infectoria</i>	1,41	1,19	0,87	1,04	29,17	4,17	8,33	12,50
<i>A. tenuissima</i>	1,41	0,20	1,86	-	33,33	4,17	20,83	-
* <i>Aporospora sp.</i>	0,22	-	-	-	4,17	-	-	-
<i>Arthrimum arundinis</i>	1,20	0,99	2,79	1,31	25,00	12,50	8,33	12,50
<i>A. phaeospermum</i>	0,87	-	1,80	0,44	20,83	-	12,50	4,17
<i>Aspergillus alliaceus</i>	0,60	-	4,43	0,96	25,00	-	8,33	4,17
<i>A. flavus</i>	4,24	9,52	2,90	-	37,50	37,50	16,67	-

Çizelge 4.12 devamı

TÜR	Göreceli Bolluk (%)				Bulunma Sıklığı (%)			
	Su		Toprak		Su		Toprak	
	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17
<i>A. niveus</i>	2,01	0,40	9,73	4,26	33,33	4,17	33,33	33,33
<i>A. penicillioides</i>	0,11	1,98	-	-	4,17	4,17	-	-
<i>A. pseudodeflectus</i>	-	-	0,11	2,44	-	-	4,17	4,17
<i>A. sydowii</i>	-	-	-	0,09	-	-	-	4,17
<i>A. versicolor</i>	-	-	-	10,27	-	-	-	8,33
<i>Beauveria bassiana</i>	0,16	-	0,16	-	4,17	-	8,33	-
<i>Botrytis cinerea</i>	0,11	-	-	-	4,17	-	-	-
* <i>Chaetomium sp.</i>	0,54	-	-	-	8,33	-	-	-
* <i>Chalastospora sp.</i>	0,38	0,99	0,05	0,09	25,00	8,33	4,17	4,17
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	15,05	2,38	0,22	0,52	66,67	16,67	8,33	8,33
<i>C. herbarum</i>	4,35	-	-	-	50,00	-	-	-
<i>Cladosporium ossifragi</i>	5,98	6,75	-	-	12,50	8,33	-	-
<i>C. sphaerospermum</i>	4,51	9,72	13,33	2,00	33,33	20,83	62,50	25,00

Çizelge 4.12 devamı

TÜR	Göreceli Bolluk (%)				Bulunma Sıklığı (%)			
	Su		Toprak		Su		Toprak	
	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17
<i>C. uredinicola</i>	1,09	-	-	-	20,83	-	-	-
* <i>Coniochaeta sp.</i>	0,16	-	-	-	8,33	-	-	-
<i>Curvularia inaequalis</i>	2,55	-	0,49	-	41,67	-	12,50	-
* <i>Embellisia sp.</i>	0,27	-	-	-	12,50	-	-	-
<i>Emericella nidulans</i>	0,05	-	-	-	4,17	-	-	-
* <i>Epicoccum sp.</i>	0,65	0,20	-	-	16,67	4,17	-	-
<i>Eurotium amstelodami</i>	-	9,13	-	-	-	25,00	-	-
<i>E. chevalieri</i>	2,55	0,99	7,60	0,61	20,83	12,50	12,50	8,33
<i>E. repens</i>	0,38	21,23	2,62	8,79	20,83	50,00	16,67	41,67
<i>Fusarium proliferatum</i>	1,30	-	0,11	0,09	12,50	-	4,17	4,17
<i>F. solani</i>	-	-	0,11	-	-	-	4,17	-
* <i>Leptospora sp.</i>	0,38	-	-	-	8,33	-	-	-
<i>Mucor racemosus</i>	0,43	2,58	-	-	12,50	20,83	-	-

Çizelge 4.12 devamı

TÜR	Göreceli Bolluk (%)				Bulunma Sıklığı (%)			
	Su		Toprak		Su		Toprak	
	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17
<i>Nigrospora oryzae</i>	0,05	-	-	-	4,17	-	-	-
<i>P. atrovenetum</i>	2,23	4,96	0,82	-	41,67	12,50	20,83	-
<i>P. aurantiogriseum</i>	0,16	-	-	-	4,17	-	-	-
<i>P. brevicompactum</i>	0,76	1,98	1,31	-	20,83	8,33	20,83	-
<i>P. canescens</i>	0,49	-	0,11	0,09	16,67	-	4,17	4,17
<i>P. citrinum</i>	7,50	8,53	5,68	5,31	41,67	12,50	16,67	12,50
<i>P. commune</i>	9,34	2,58	3,44	26,46	58,33	20,83	50,00	37,50
<i>P. corylophilum</i>	-	-	-	0,09	-	-	-	4,17
<i>P. crustosum</i>	3,20	2,78	2,08	3,57	33,33	8,33	8,33	12,50
<i>P. decumbens</i>	2,66	-	10,44	2,26	20,83	-	29,17	16,67
<i>P. expansum</i>	0,33	-	-	-	16,67	-	-	-
<i>P. flavigenum</i>	-	0,20	0,77	-	-	-	4,17	-
<i>P. granulatum</i>	0,87	0,20	0,27	-	16,67	4,17	8,33	-

Çizelge 4.12 devamı

TÜR	Göreceli Bolluk (%)				Bulunma Sıklığı (%)			
	Su		Toprak		Su		Toprak	
	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17
<i>P. hordei</i>	0,49	0,99	-	-	20,83	4,17	-	-
<i>P. nalgiovense</i>	0,05	0,99	-	-	4,17	8,33	-	-
<i>P. polonicum</i>	7,71	4,96	16,61	21,24	58,33	25,00	25,00	33,33
<i>P. raistrickii</i>	0,54	0,60	-	-	12,50	4,17	-	-
<i>P. spinulosum</i>	0,22	0,40	0,60	7,14	12,50	4,17	12,50	12,50
* <i>Phanerochaete sp.</i>	1,25	-	0,33	-	8,33	-	8,33	-
<i>Phoma betae</i>	0,76	0,40	0,98	0,44	8,33	8,33	12,50	8,33
<i>P. herbarum</i>	-	-	2,13	0,17	-	-	25,00	4,17
<i>Pithomyces chartarum</i>	0,11	-	-	-	4,17	-	-	-
* <i>Pringsheimia sp.</i>	0,05	-	-	-	4,17	-	-	-
<i>Rhizopus oryzae</i>	-	-	0,66	-	-	-	16,67	-
* <i>Sordaria sp.</i>	2,01	-	-	-	8,33	-	-	-
<i>Stemphylium solani</i>	0,76	0,60	-	-	16,67	4,17	-	-

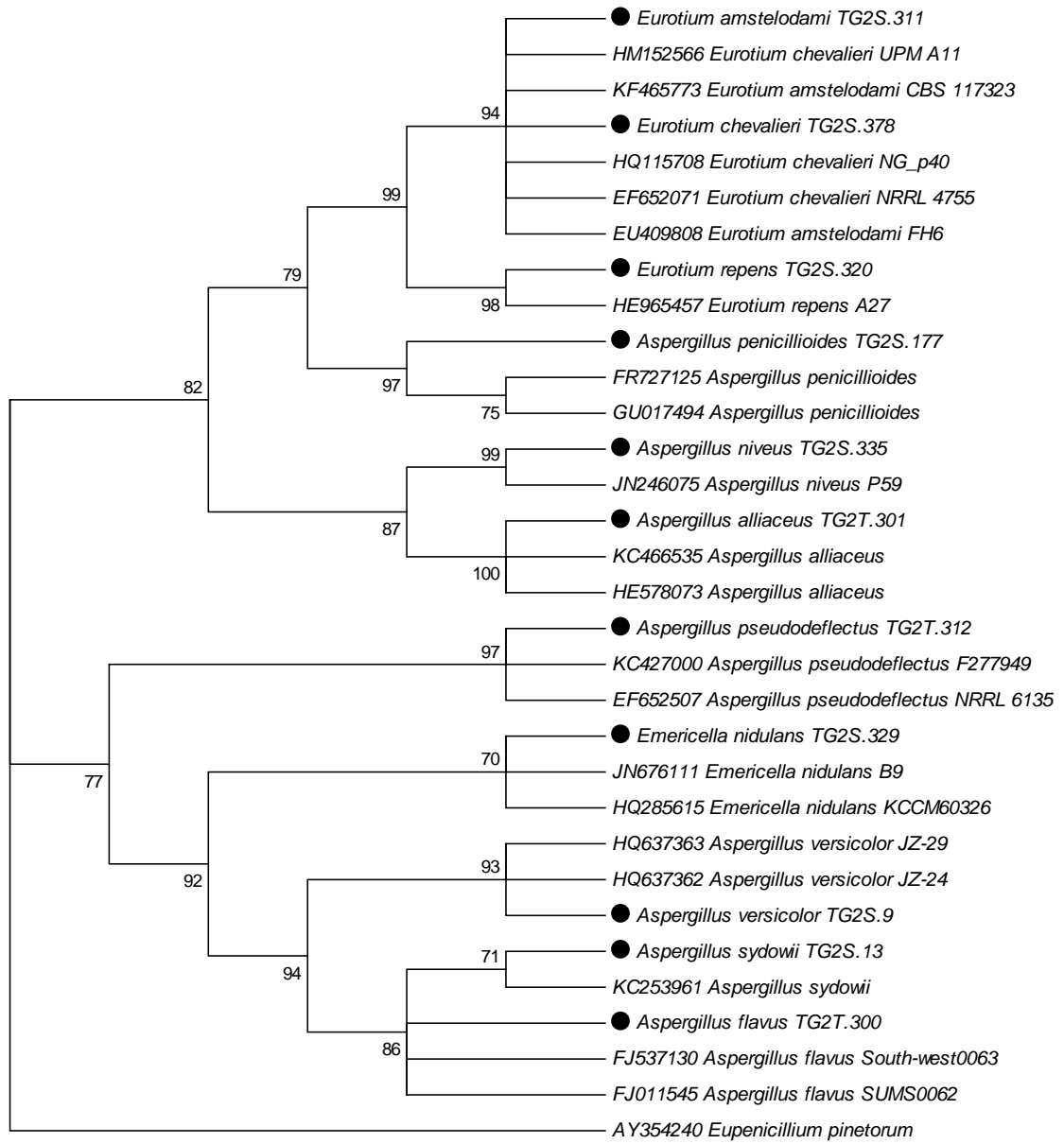
Çizelge 4.12 devamı

TÜR	Göreceli Bolluk (%)				Bulunma Sıklığı (%)			
	Su		Toprak		Su		Toprak	
	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17	DRBC	DRBC17
<i>Talaromyces flavus</i>	0,22	-	0,16	-	12,50	-	8,33	-
* <i>Tetracladium sp.</i>	0,16	-	-	-	4,17	-	-	-
<i>Trichothecium roseum</i>	-	-	0,11	-	-	-	4,17	-
<i>Ulocladium consortiale</i>	0,76	-	-	-	12,50	-	-	-

* Moleküler analiz sonuçlarına göre yalnızca cins bazında tayin edilmiştir.

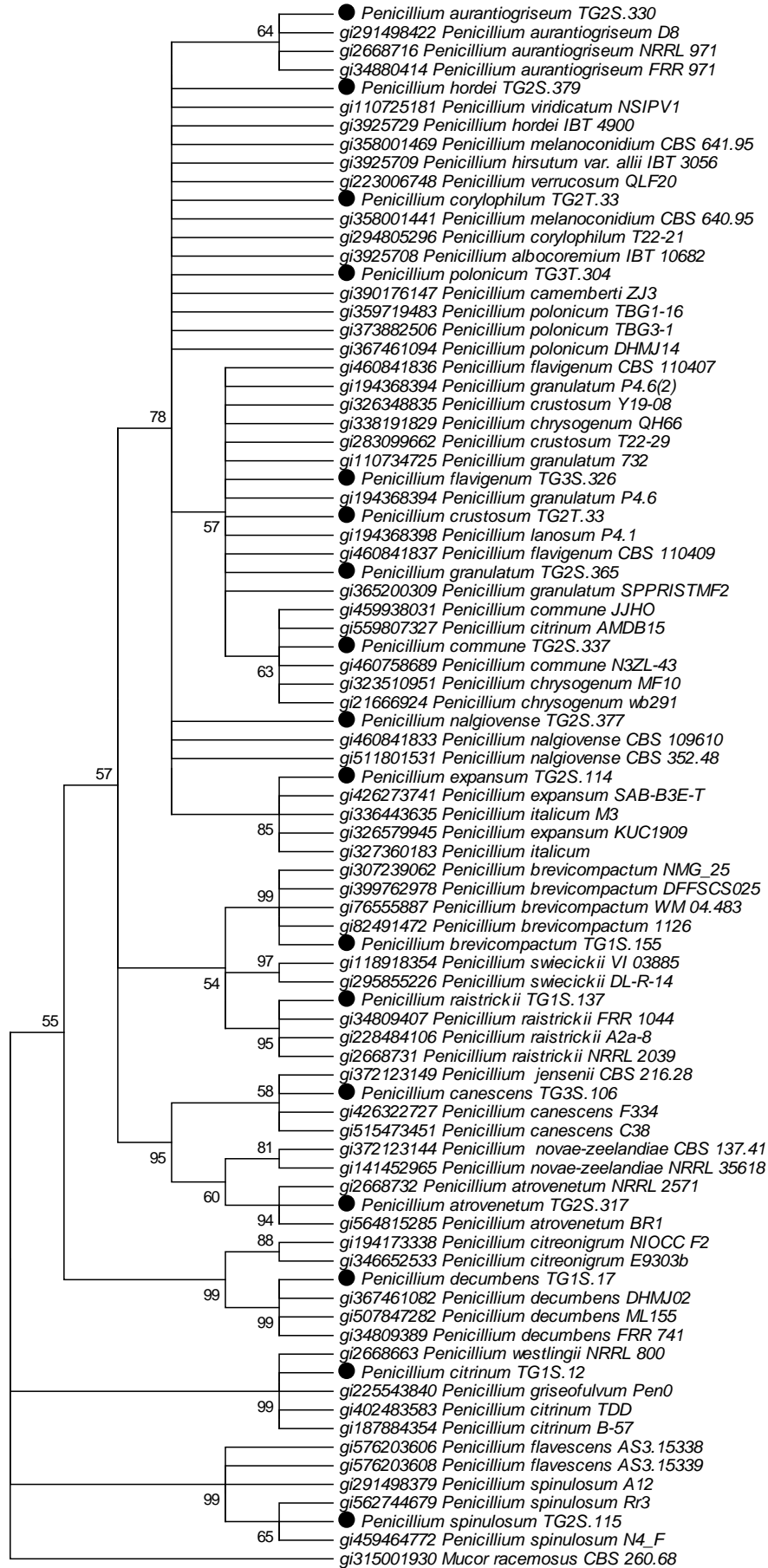
4.9 Tanılaması Yapılan Türlerin Filogenetik Analizleri

Tanımlanan türlere ait ITS1-5.8S-ITS2 bölgesinin dizi analizleri sonucunda elde edilen verilerle veri tabanındaki benzer türler karşılaştırılarak filogenetik ağaçlar oluşturulmuştur. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria* ve yakın ilişkili türler ile bu taksonların dışında kalan türlere ait filogenetik ağaçlar çizilmiştir (Şekil 4.7-4.11).



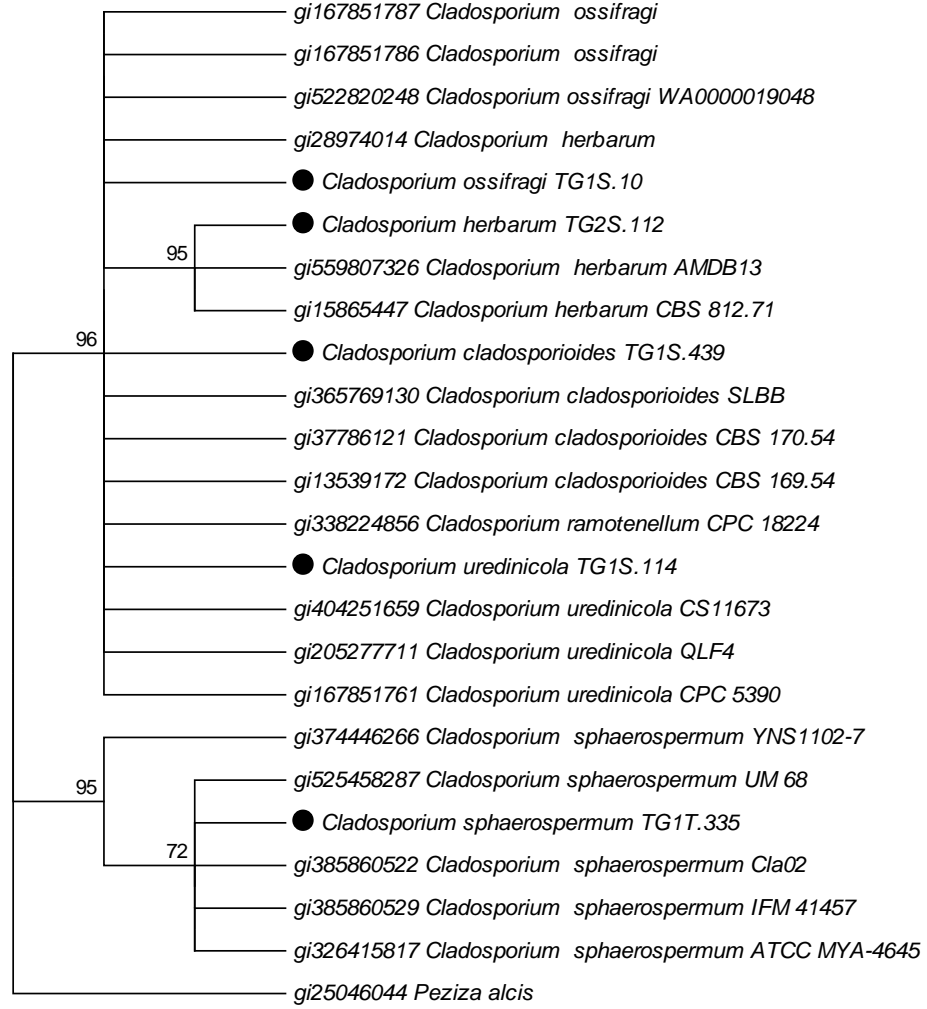
Şekil 4.7 Çalışmada izole edilen *Aspergillus* ve teleomorflarının ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.

(Metod : NJ Model: Jukes&Cantor, bootstrap 1000, dış grup *Eupenicillium pinetorum*)

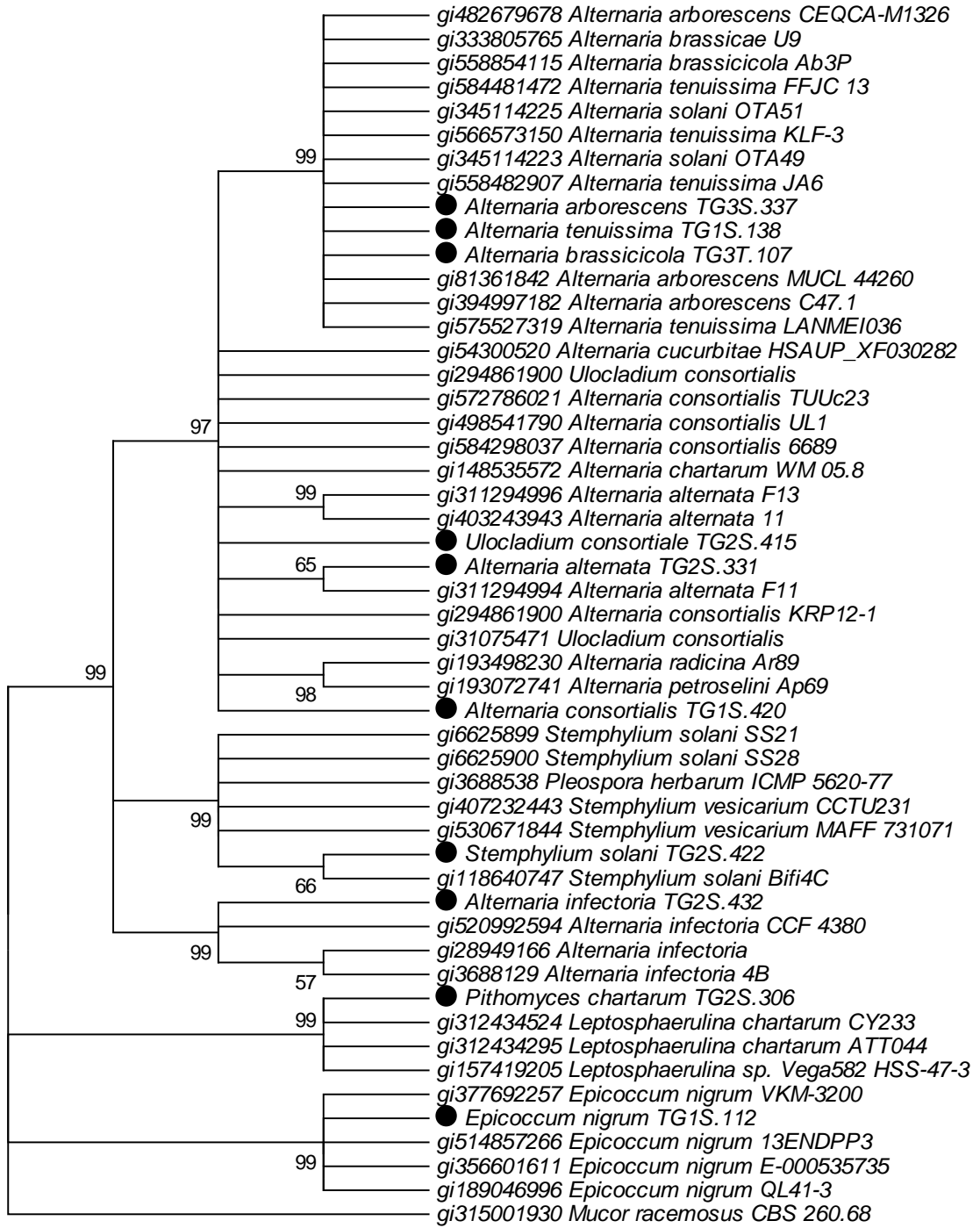


Şekil 4.8 Çalışmada izole edilen *Penicillium* ve teleomorflarının ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.

(Metod : NJ, Model: Jukes&Cantor, bootstrap 1000, dış grup *M. racemosus*)

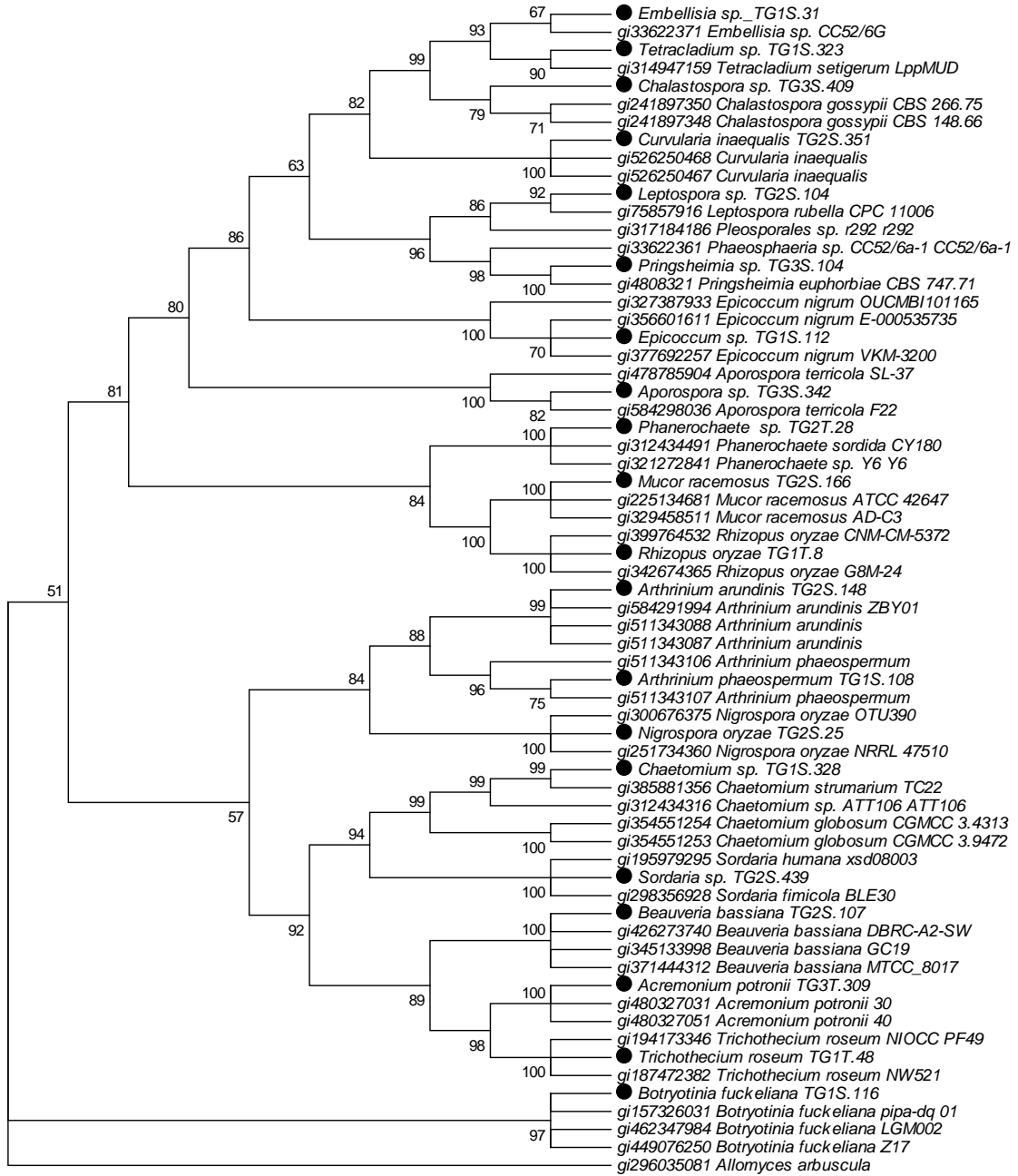


Şekil 4.9 Çalışmada izole edilen *Cladosporium* türlerinin ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri. (Metod : NJ, Model: Jukes&Cantor, bootstrap 1000, dış grup *Peziza alcis*)



Şekil 4.10 Çalışmada izole edilen *Alternaria* ve yakın ilişkili türlerin ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.

(Metod : NJ, Model: Jukes&Cantor, bootstrap 1000, dış grup *Mucor racemosus*)



Şekil 4.11 Çalışmada izole edilen diğer türlerin ITS1-5.8S-ITS2 dizilerine dayalı filogenetik ilişkileri.
 (Metod : NJ, Model: Jukes&Cantor, bootstrap 1000, dış grup *Allomyces arbuscula*)

4.10 Biyoçeşitlilik Parametreleri

İzolasyon ve sayım çalışmaları sonucunda tanımlanan türler ve sayım sonuçları dikkate alınarak habitatlar için çeşitlilik analizleri yapılmıştır. Her örneklem noktası için hesaplanan Simpson (D) ve Shannon (H) çeşitlilik indeksleri ile Shannon Değerlilik (Evenness) İndeksi (E) sonuçları Çizelge 4.13-16'da bildirilmiştir.

Çizelge 4.13, DRBC besiyeri kullanılarak havuz ve göl suyu örneklerinden yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda elde edilen verilerle hesaplanan biyoçeşitlilik parametreleri verilmiştir.

Çizelge 4.13 Su örneklerinden DRBC besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri

	KayHs	KayGs	KalHs	KalGs	YavHs	YavGs
Simpson (D)	0,099	0,095	0,116	0,142	0,123	0,171
Shannon (H')	2,789	2,814	2,695	2,513	2,460	2,402
Shannon (E)	0,805	0,812	0,771	0,746	0,746	0,721

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu

Verilere göre mikrofungus çeşitliliğinin en az olduğu habitat her iki biyoçeşitlilik indeksine göre ($D = 0,171$; $H' = 2,402$)Yavşan Tuzlası göl suyu (YavGs) olmuştur. Shannon değeri ise en düşük orana ($E = 0,721$) sahiptir. Kayacık Tuzlası göl suyu tür çeşitliliğinin en yüksek olduğu istasyon olarak belirlenmiştir ($D= 0,095$ $H = 2,814$ $E = 0,812$).

Çizelge 4.14'de, DRBC besiyeri üzerinde yapılan izolasyon çalışmalarına göre, bitkili toprak ve çorak topraktaki mikrofungus çeşitlilik indeks sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.14 Toprak örneklerinden DRBC besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri

	KayBt	KayCt	KalBt	KalCt	YavBt	YavCt
Simpson (D)	0,286	0,166	0,182	0,086	0,277	0,200
Shannon (H')	1,709	2,151	2,089	2,699	1,750	1,964
Shannon (E)	0,648	0,759	0,753	0,873	0,631	0,709

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu

Buna göre çeşitliliğin en düşük olarak saptandığı nokta $D=0,286$ $H=1,709$ ve $E=0,648$ değerleri ile Kayacık Tuzlası bitkili toprağı olmaktadır. Mikrofungus çeşitliliğinin en yüksek

olduğu nokta ise Kaldırım tuzlası çorak toprağı olmuştur ($D=0,086$; $H=2,699$; $E=0,873$). Çeşitlilik ve benzerlik indekslerine göre ortaya çıkan değerler birbiri ile uyumluluk göstermiştir.

Çizelge 4.15'da, DRBC17 besiyeri üzerinde yapılan izolasyon çalışmalarına göre havuz suyu ve göl suyundaki mikrofungus çeşitliliğinin analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.15 Su örneklerinden DRBC17 besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri

	KayHs	KayGs	KalHs	KalGs	YavHs	YavGs
Simpson (D)	0,130	0,212	0,292	0,086	0,108	0,135
Shannon (H')	2,220	1,762	1,499	2,490	1,875	2,135
Shannon (E)	0,841	0,765	0,720	0,898	0,963	0,859

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzlaları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu

Verilere göre çeşitliliğinin en düşük olduğu nokta Kaldırım Tuzlası havuz suyu ($D=0,292$; $H=1,499$; $E=0,720$) en yüksek olduğu nokta ise Kaldırım Tuzlası göl suyu ($D=0,086$; $H=2,490$; $E=0,898$) olmuştur. İndeks sonuçlarının yakın değerlere sahip olduğu dikkati çekmektedir.

Çizelge 4.16'da, DRBC17 besiyeri üzerinde yapılan izolasyon çalışmalarına göre bitkili toprak ve çorak topraktaki mikrofungus çeşitliliğinin analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.16 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyerinde izole edilen mikrofungusların çeşitlilik parametreleri

	KayBt	KayCt	KalBt	KalCt	YavBt	YavCt
Simpson (D)	0,162	0,230	0,173	0,211	0,289	0,258
Shannon (H')	2,073	1,614	1,925	1,888	1,502	1,628
Shannon (E)	0,785	0,900	0,876	0,760	0,652	0,707

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzlaları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu

DRBC17 ile yapılan çalışmalarda çeşitliliğinin en düşük olarak saptandığı bölge Yavşan Tuzlası bitkili toprağı olurken ($D=0,289$; $H=1,502$ $E=0,652$), en yüksek çeşitlilik ise Kayacık Tuzlası bitkili toprağında ($D=0,162$; $H=2,073$; $E=0,859$) belirlenmiştir.

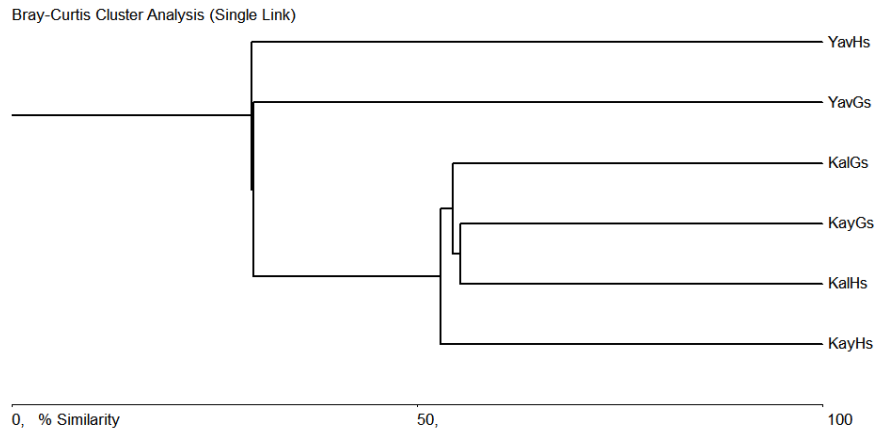
4.11 Örnekleme Alanlarının Benzerlik İlişkisi

Örnekleme yapılan habitatların benzerlik matrisi Bray-Curtis benzerlik indeksi kullanılarak dendogramları çizilmiştir (Çizelge 4.17-4.21; Şekil 4.12-16).

Çizelge 4.17 Su örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi

	KayHs	KalHs	YavHs	KayGs	KalGs	YavGs
KayHs	*	34,5763	20,8566	52,907	28,8462	28,3688
KalHs	*	*	25,7669	55,3125	54,4118	29,845
YavHs	*	*	*	29,6423	23,2855	28,5097
KayGs	*	*	*	*	39,8458	28,9902
KalGs	*	*	*	*	*	24,7706
YavGs	*	*	*	*	*	*

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzlaları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu



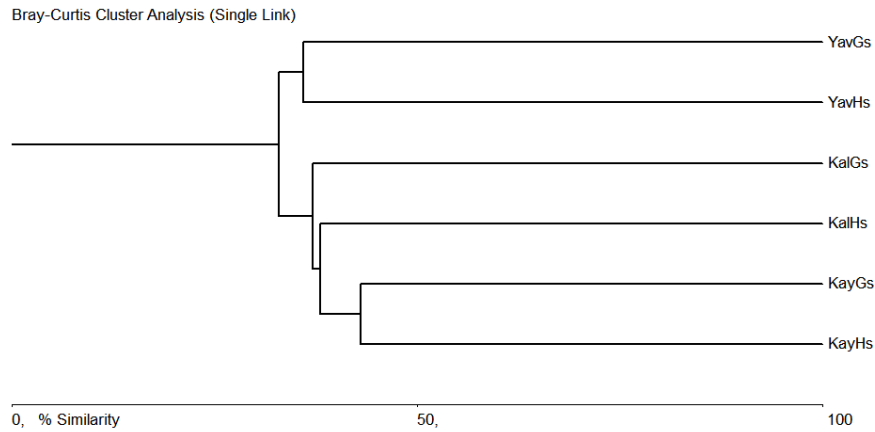
Şekil 4.12Su örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı

Kayacık göl suyu ile Kaldırım havuz suyu arasında tür çeşitliliği açısından %50'nin üzerinde benzerlik görülürken Yavşan havuz suyu ve göl suyu diğer örneklerden oldukça yüksek farklılık göstermektedir.

Çizelge 4.18 Su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi

	KayHs	KalHs	YavHs	KayGs	KalGs	YavGs
KayHs	*	29,9712	7,5188	44,0816	30,2198	14,9153
KalHs	*	*	6,5041	37,464	37,1041	14,4737
YavHs	*	*	*	6,015	8,5714	33,8028
KayGs	*	*	*	*	26,9231	10,1695
KalGs	*	*	*	*	*	33,1361
YavGs	*	*	*	*	*	*

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzlaları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu



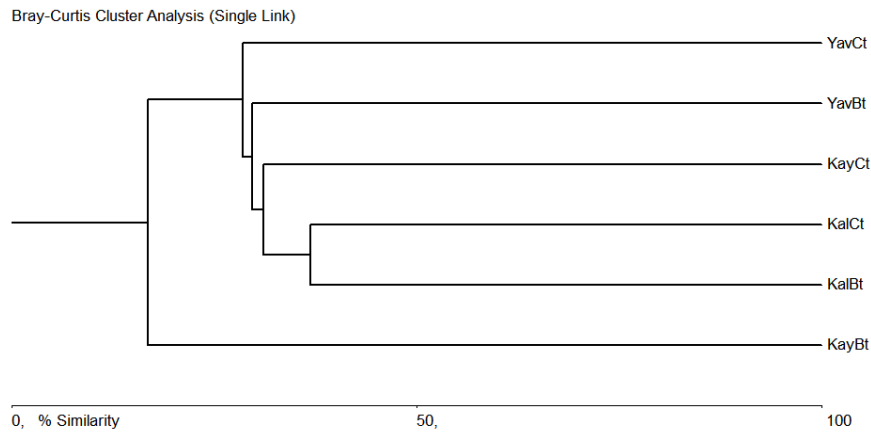
Şekil 4.13 Su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı

Tuzlu besiyeri ile yapılan çalışma sonuçlarında ise istasyonların göl ve havuz sularının tür çeşitliliği açısından birbirleriyle benzerlik oranları %50'nin altına düşmüştür.

Çizelge 4.19 Toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi

	KayBt	KalBt	YavBt	KayCt	KalCt	YavCt
KayBt	*	16,9014	4,4248	10,5263	8,3333	6,4103
KalBt	*	*	13,2756	24,7059	36,8601	18,2777
YavBt	*	*	*	29,7189	22,5714	26,4344
KayCt	*	*	*	*	31,1239	28,5714
KalCt	*	*	*	*	*	21,5278
YavCt	*	*	*	*	*	*

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzlaları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu



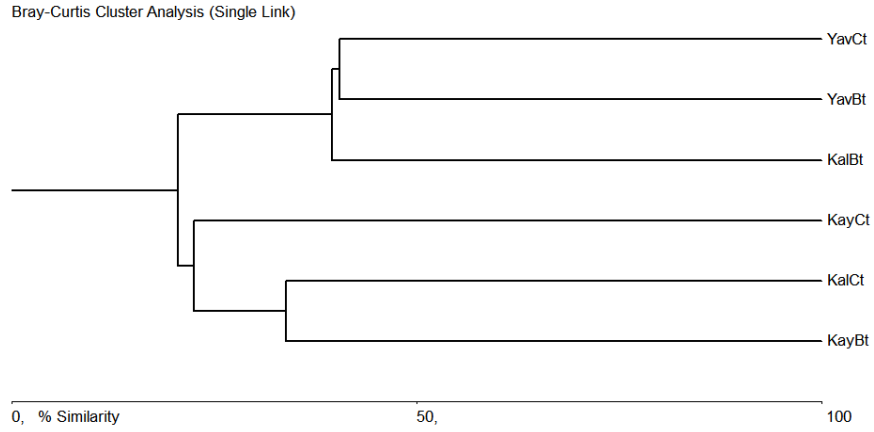
Şekil 4.14 Toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı

DRBC besiyeri ile yapılan izolasyonlarda toprak örneklerinden biri (Kayacık bitkili toprak) tür çeşitliliği açısından diğerlerinden belirgin bir şekilde farklıdır.

Çizelge 4.20 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik matrisi

	KayBt	KalBt	YavBt	KayCt	KalCt	YavCt
KayBt	*	16,9096	6,3551	22,4719	33,8462	11,0032
KalBt	*	*	32,8804	8,9655	20,5438	39,6078
YavBt	*	*	*	4,9793	13,3843	40,4558
KayCt	*	*	*	*	18,1818	10,9375
KalCt	*	*	*	*	*	18,1818
YavCt	*	*	*	*	*	*

Kay: Kayacık Kal:Kaldırım Yav:Yavşan Tuzlaları Hs:Havuz suyu Gs:Göl suyu

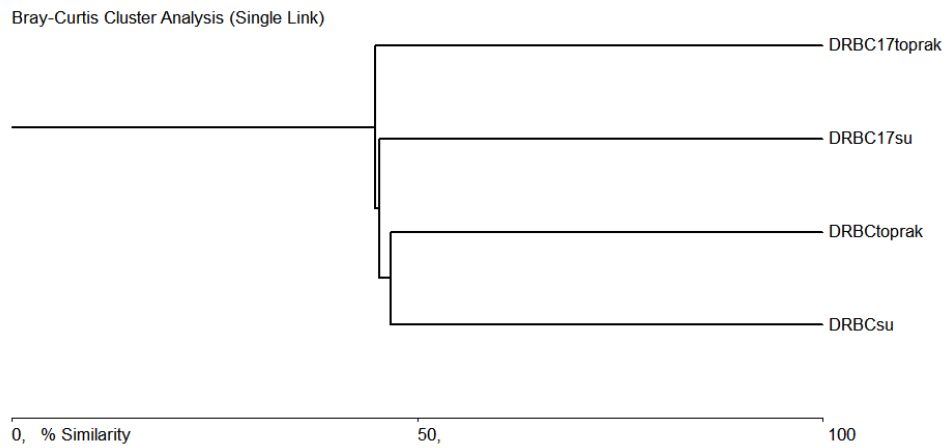


Şekil 4.15 Toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlere göre habitatların benzerlik dendogramı

DRBC17 ile yapılan izolasyonlarda tür çeşitliliğinin toprak örnekleri arasında farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.21 DRBC ve DRBC17 besiyeri üzerinde izole edilen türlerin benzerlik matrisi

	DRBCsu	DRBCtoprak	DRBC17su	DRBC17toprak
DRBCsu	*	46,6804	45,345	37,5464
DRBCtoprak	*	*	38,1894	31,2129
DRBC17su	*	*	*	44,8855
DRBC17toprak	*	*	*	*



Şekil 4.16 DRBC ve DRBC17 besiyerinde izole edilen türlerin benzerlik dendogramı

Kullanılan besiyeri çeşidi ve örnek tipine göre genel bir değerlendirme yapıldığında toprak ve su örneklerinde benzerlik oranları tümü için yakındır ve bu oran ise %50 dolayındadır.

5 TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Uzun yıllar ekstrem çevrelerde ökaryotik mikroorganizmaların yaşamlarını sürdüremediğine inanılıyor olması bu tip habitatların biyoçeşitliliği ile ilgili bulguların sınırlı olmasının nedeni olarak kabul edilmektedir. Öncelikle prokaryot çeşitliliği çalışılan hipersalin çevreler araştırmalar için ilgi odağı olmuştur. Son zamanlarda ise ökaryotik organizmalar olan fungusların ekstrem çevrelerdeki varlığına yönelik araştırmalar hız kazanmıştır. Toplamda 1,5 milyon olarak tahmin edilen fungal tür sayısı dikkate alındığında şu ana kadar tanımlanan tür sayısı oldukça azdır. Ekstrem bir çevre özelliğinde olan Tuz Gölü Dünya'nın sayılı tuzlu gölleri arasındadır ve günümüze dek fungal biyoçeşitliliğin belirlenmesine yönelik bir çalışmaya konu olmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada Tuz Gölü mikrofungus çeşitliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tuz Gölü üzerinde örnekleme noktalarının belirlenmesinde, istasyonların Tuz Gölü ve havzasını temsil edebilecek noktalar olmasına dikkat edilmiştir. Ancak gölün her noktasına ulaşımın mümkün olmaması nedeniyle suyun devamlı olarak bulunduğu ve ulaşımın nispeten kolay olduğu tuzlalar ve civarına yakın yerler ana istasyonlar olarak belirlenmiştir. 1. istasyon olan Kayacık Tuzlası gölün doğusunda, 2.istasyon olan Kaldırım Tuzlası gölün kuzeyinde ve 3. istasyon olan Yavşan Tuzlası gölün batısında yer almaktadır. Tuz Gölü'nde yıl boyunca su seviyesi nadiren bir metreye ulaşmakta ve göl suyunun mevsimlere göre hakim olan rüzgar etkisiyle gölün değişik yerlerinde toplanmaktadır. Ayrıca beslenme yetersizliği ve şiddetli buharlaşmadan dolayı yazın sonlarına doğru sulak alan oldukça küçülmektedir (Uygun and Şen 1978). Çalışma kapsamında mevsimsel olarak su örneklemelerinin yapılabilmesi için suyun sürekli olarak bulunduğu noktaların tespit edilmesi önemlidir. Gölün güneyinde bu özelliklere sahip bir istasyon bulunamamıştır. Çalışma boyunca belirlenen 3 istasyondan 4 farklı tipte örnek alınmıştır. Bunlardan ikisi su örneği olup tuz üretim tavalarından ve gölün kendi suyudur. Diğer iki örnekleme ise toprak örnekleri olup tuzla çevresinde bulunan doğal bitki örtüsüne sahip topraklar ile herhangi bir bitki gelişiminin gözlenmediği çorak topraklardan yapılmıştır. Bitkili toprak göl kıyısındaki aşırı tuzlu topraklarda yalnızca halofitik vejetasyonun gelişme gösterdiği bölgeleri temsil etmektedir. Çorak toprakların üzerinde bitki gelişimi söz konusu değildir ve üst yüzeyini ince bir tuz tabakası kaplamaktadır. Bu örnekleme planının Tuz Gölü ve havzasının mikrofungus çeşitliliğini ortaya koyacağı gibi, farklı fizikokimyasal özelliklere sahip habitatların karşılaştırılmasına da

olanak sağlayacağı düşünülmüştür. Çalışma boyunca mevsimsel olarak her bir istasyondan mikrofungus izolasyonu havuz suyu, göl suyu, bitkili toprak ve çorak toprak olmak üzere toplamda 24 örnek üzerinden sürdürülmüştür. Mevsimsel örnekleme her bir mevsimi temsil edecek şekilde 2012 Haziran ve Kasım ayları ile 2013 yılı Şubat, Mayıs aylarında yapılmıştır. Mevsimsel örneklemenin tür çeşitliliğinin en doğru ve yüksek oranda tespit edilmesine olanak sağlayacağı düşünülmüştür.

Talasohalin sular içerdikleri tuz bileşimi açısından deniz suyuna benzer özelliktedir. Bu tip sularda sodyum ve potasyum iyonları kalsiyum ve magnezyum iyonlarına oranla daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Yaz mevsiminde sıcaklığın ve buna bağlı olarak buharlaşma hızının yüksek olması nedeniyle kristalize olan NaCl oranı artmaktadır. Bunun sonucu olarak suda Na^+ iyonu azalırken Mg^{2+} ve Cl^- baskın iyonlar haline gelir ve pH hafif asidik olma eğilimi gösterir (Uygun and Şen 1978). Bulgularda (Çizelge 4.1) dikkati çeken yaz mevsimi su örneklerinin hafif asidik ve doymunluğa yakın tuzlulukta olması bu bilgilerle paralellik göstermektedir. Göl suyu NaCl'e sürekli olarak doymun durumdadır. Haziran-Eylül aylarında NaCl kabuğunun çökmesi nedeniyle sodyumdaki azalmaya karşılık klorürün hemen hemen aynı miktarlarda kalması başlangıçta farklı molar paylara sahip olmalarından ileri geldiği bildirilmiştir (Uygun and Şen 1978). Göl ve havuz suyu örneklerinden yapılan analizlerde istasyonlar bazında farklılık gösterse de; genel olarak yaz döneminde sodyum miktarlarında artış, gölde suyun en fazla miktarda bulunduğu ilkbahar aylarında ise azalma gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2-4.5).

Göl etrafındaki tarım arazilerindeki artış, mevsimsel kuraklıklar, gölü besleyen tatlı su kaynaklarının kuruması veya baraj yapılması suretiyle önünün kesilmesi, Konya ili atıksularının uzunca bir süre artılmaksızın ve kontrolsüzce göle deşarjı, Dünya'nın yaşamakta olduğu küresel ısınma problemi, gölün yıllar içerisinde su miktarındaki büyük kayıplar vb. gibi olumsuz koşullar, su ve topraktaki kimyasal madde bileşimini doğrudan etkilemiştir (Kılıç and Uyanık 2001). Tuz Gölü su ve toprağına ait fizikokimyasal parametrelerdeki dengesizliklerin söz konusu etkenlere bağlı olduğu söylenebilir. Literatürde göl suyunun veya toprağının fizikokimyasal parametreleri ile ilgili yeterince veri bulunmayıp var olan veriler ise oldukça eski tarihlere aittir (Uygun and Şen 1978, Çamur and Mutlu 1996, Koday 1999, Kılıç and Uyanık 2001).

Havuz ve göl suyu örneklerinin fizikokimyasal özellikleri karşılaştırıldığında önemli bir fark gözlenmemektedir. Aynı mevsimde alınan su örnekleri arasında tuzluluk oranı açısından büyük farklılıkların olmaması göl suyunun sürekli hareketliliğine bağlanabilir. Bitkili toprak ve çorak toprak örneklerinde de benzer bir durum söz konusudur. Tuz Gölü havzasının oluşumdan itibaren doğal olarak bir tuz yatağı içinde yer almasından dolayı örnekleme alanlarındaki farklılığın çok fazla olmaması beklenmektedir. Ancak bitkili toprak ve çorak toprak örneklerinin iletkenlik değerleri dikkate alındığında tuz katmanlarına daha yakın mesafede bulunan çorak toprakların iletkenliğinin dolaylı olarak tuzluluğunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Suda tuzluluk Bome ya da % tuzluluk cinsinden ölçülürken toprak tuzluluğu iletkenlik (ms/cm) ölçümleriyle tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Tuz Gölü havzasından alınan toprak örneklerinden bitki yetişen alanlar havzanın en dış halkasını oluşturmaktadır. Vejetasyonun başladığı bu bölgelerde tuz oranının iç kısımlara göre azaldığını söyleyebiliriz. Bitkili toprak ve çorak toprak tuzluluk ölçümleri bu düşüncüyü doğrular niteliktedir (Çizelge 4.6).

DRBC besiyeri küf ve mayaların izolasyonunda tercih edilen ve oldukça sık kullanılan bir besiyeridir. İçerdiği rose bengal ve dikloran sayesinde sporulasyonu tamamen durdurmadan kolonilerin aşırı gelişimini baskılayabilmektedir. Böylece plaklarda koloniler birbirinin üzerini kolayca kaplayamayacağından daha isabetli sayımlar yapılmasına imkan tanımaktadır (King, Hocking et al. 1979). Çalışmamızda genel amaçlı ve son zamanlarda tercih edilen bir izolasyon besiyeri olan DRBC kullanılmıştır. Ancak Tuz Gölü suyu ve toprağı yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olması nedeniyle halofilik mikrofunguslar için doğal bir ev sahibi konumundadır. Yüksek tuzlu ortamlarda yaşamını sürdüren, diğer bir deyişle bu ortamlara adapte olmuş mikrofungusların belirlenebilmesi için seçici bir besiyerinin kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle %17 oranında göl tuzu içeren DRBC (DRBC17) ikinci izolasyon besiyeri olarak kullanılmıştır. DRBC besiyerine %17 oranında göl tuzu eklendiğinde besiyerinin 1,00 olan su aktivitesi 0,89'a inmiştir. Bu su aktivitesi değeri kserofilik türlerin izolasyonu için önerilen ve seçiciliğin su aktivitesinin düşürülerek sağlandığı besiyerleri ile aynı değeri taşımaktadır (Hocking 1993, Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Pitt and Hocking 2009, Nazareth, Gonsalves et al. 2012). Buna ilaveten göl tuzunun mineral içeriğı de besiyeri ortamına yansıtılmış olmaktadır. DRBC ile yapılan izolasyon çalışmalarına paralel olarak DRBC17 ile de aynı işlemler gerçekleştirilmiş

ve ayrı değerlendirilmiştir. Bu durum genel amaçlı bir izolasyon besiyeri ile seçici bir izolasyon besiyerinin karşılaştırılmasına da imkan sağlamıştır.

Literatüre göre su ve toprak örneklerinden mikrofungus izolasyonunda kullanılan yöntemler farklılık göstermektedir. Su örnekleri belirli bir hacimde filtre edilerek membran filtre besiyeri üzerine yerleştirilir. Genel olarak sıvı örneklerde hacim başına koloni sayısı kob/ml şeklinde verilmektedir. Gunde-Cimerman (2000) hipersalin sulardan yaptığı mikrofungus izolasyon ve sayım çalışmalarında, koloni sayısını ifade ederken hem kob/L'yi hem de kob/toplam hacim'i (kob/100 ml) kullanmıştır (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000). Tuzlu sulardan yapılan başka bir çalışmada ise Cantrell (2006) çalışma sonucunda izole edilen türlerin sayısını belirtirken kob/toplam hacim ifadesine yer vermektedir (Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006). Çalışmamızda tuzlu suyun mililitresindeki mikrofungus sayısının oldukça düşük olmasının belirlenmesiyle ve hipersalin sulardan yapılan benzer çalışmalar dikkate alındığında, izolasyon çalışmalarında elde edilen mikrofungus koloni sayısının kob/toplam hacim (kob/100ml) olarak ifade etmenin uygun olacağı düşünülmüştür. Toprak örnekleri için geleneksel yöntem olan toprağı seyreltme yöntemi esas alınmış ve birim olarak kob/g kuru toprak kullanılmıştır (Waksman 1922). Yüksek tuzlu çevrelerde tarım topraklarına oranla fungus sayısının çok daha düşük olacağı açıktır. Yapılan ön denemeler sonucunda 1:10 seyreltme ile sayım ve izolasyon için uygun koloni sayısı yakalanmıştır ve tüm toprak seyreltmelerine uygulanmıştır. Su ve toprak örneklerinden yapılan sayım sonuçlarının farklı birimlerle ifade edilmesi bu iki farklı örneğin karşılaştırılmasında ve değerlendirilmesinde sınırlamalar getirmiştir. Buna ilaveten izolasyonlarda kullanılan besiyerlerinden DRBC'nin genel amaçlı, DRBC17'nin ise seçici özellikte bir besiyeri olması nedeniyle sayım, izolasyon ve daha sonraki çeşitlilik analizleri ayrı değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

DRBC besiyeri kullanıldığı sayım plaklarında havuz ve göl suyu örneklerinin her ikisinde de en yüksek ortalama koloni sayısı (havuz suyu 100 ve göl suyu 140 kob/100ml) yaz mevsiminde görülmüştür. Bunu sonbahar mevsimi örnekleme takip etmektedir. Toprak örneklerinde bitkili ve çorak topraklarda en yüksek ortalama koloni sayısı (1600 ve 663 kob/g kuru toprak) kış mevsiminde belirlenmiştir. Toprağın aksine kış mevsiminde havuz ve göl suyu örneklerinden izole edilen ortalama mikrofungus sayısının (40 ve 45 kob/100ml) en düşük değere ulaştığı gözlenmektedir.

Genel olarak Tuz Gölü su ve toprağından iki farklı besiyeri ile yapılan izolasyon sonucunda tanımlanan 68 türün ağırlıklı olarak *Deuteromycetes* (61) divisiosuna ait olduğu görülmüştür. *Deuteromycetes*'e ait türlerin %52'sinin *Moniliaceae* ve %48'inin de *Dematiaceae* familyası üyesi olduğu dikkati çekmektedir. Bunların dışındakiler ise *Ascomycota* (6) ve *Basidiomycota*'ya (1) ait türlerdir. Tuz Gölü su ve toprak örneklerinden sıklıkla izole edilen cinsler içerdikleri tür sayıları bakımından *Penicillium* (17), *Aspergillus* (7), *Alternaria* (6), *Cladosporium* (5) ve *Eurotium* (3) şeklinde sıralanmaktadır. Bu cinslerin su örneklerinden DRBC besiyeri üzerindeki sayım sonuçlarına göre göreceli bollukları *Penicillium* %37, *Aspergillus* %7, *Alternaria* %7, *Cladosporium* %31 ve *Eurotium* %2 olarak, toprak örneklerinden DRBC besiyeri üzerindeki sayım sonuçlarına göre göreceli bollukları *Penicillium* %42, *Aspergillus* %17, *Alternaria* %5, *Cladosporium* %14 ve *Eurotium* %10 olarak, su örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerindeki sayım sonuçlarına göre göreceli bollukları *Penicillium* %29, *Aspergillus* %12, *Alternaria* %2, *Cladosporium* %19 ve *Eurotium* %31 olarak, toprak örneklerinden DRBC17 besiyeri üzerindeki sayım sonuçlarına göre göreceli bollukları ise *Penicillium* %66, *Aspergillus* %18, *Alternaria* %1, *Cladosporium* %19 ve *Eurotium* %31 olarak saptanmıştır. Çalışmamızda Tuz Gölü'nden izole edilen ve yukarıda tür sayıları ve göreceli bollukları verilen cinslerin ve bu cinslere ait türlerin hipersalin çevrelerde yapılan fungal çeşitlilik çalışmalarında sıklıkla izole edildiği bildirilmiştir (Buchalo, Nevo et al. 1998, Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Gunde-Cimerman, Sonjak et al. 2003, Kis-Papo, Oren et al. 2003, Butinar, Zalar et al. 2005, Zalar, Kocuvan et al. 2005, Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006, Zalar, De Hoog et al. 2007, Butinar, Frisvad et al. 2011, Nayak, Gonsalves et al. 2012, Nazareth, Gonsalves et al. 2012, Zajc, Zalar et al. 2012).

Yüksek tuz konsantrasyonlarına karşı tolerans *Aspergillus*, *Penicillium* ve bunların teleomorf devrelerinde görülen önemli bir özelliktir. Toprak ve gıda kaynaklı pek çok *Penicillium* üyesi tuzlu gıdalar üzerinde iyi bir gelişim göstermektedir ve tuzlu çevrelerden sıklıkla izole edilmektedirler (Samson, Hoekstra et al. 2004). *Penicillium* üyelerinin bilinen iki teleomorfu *Eupenicillum* ve *Talaromyces* olup *Eupenicillum* tuzlu çevrelerde nadiren bulunur, ancak gıda kaynaklı ve toprak kaynaklı *Penicillium* anamorflarına sıklıkla rastlanılmaktadır (Christensen, Frisvad et al. 2000, Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005). *Penicillium*'ların bu özelliklerinin ön plana çıktığı başka bir çalışmada başlıca taksonomik sınıflardan seçilen 975 karasal fungus türünün NaCl toleransı saptanarak tuza karşı en fazla *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerinin tolerans gösterdiği ve büyük bir çoğunluğunun da %20

veya daha fazla NaCl konsantrasyonlarında gelişebildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, *Penicillium* türlerinin %70'den fazlasının %20 NaCl konsantrasyonunu tolere edebildiği ve neredeyse yarısının da %25 NaCl konsantrasyonuna sahip besiyerinde gelişimlerini sürdürdükleri bildirilmiştir (Tresner and Hayes 1971). Bu literatür bilgileri ile birlikte Tuz Gölü'nün hipersalin suları dikkate alındığında, çalışmamızda elde edilen *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Alternaria* ve *Eurotium* gibi fungusların arasında bolluk bakımından en önde gelen cinsin *Penicillium* olması gayet olağan bir durumdur ve *Penicillium*'ların tuzluluğa karşı mükemmel bir adaptasyon geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Aspergillus ve teleomorflarının 254'den fazla kabul edilmiş üyesi vardır (Pitt, Samson et al. 2000) ve pek çoğunun düşük su aktivitesine sahip çevrelerde diğer türlere oranla daha iyi bir gelişim göstermesi veya toleransının daha gelişmiş olması yaygın bir fenomendir. Dünya fungal biyotası *Penicillium* ile *Aspergillus*'ların devamlı olarak rekabet içerisinde bulunduğu ve bu rekabette sıcaklık dikkate alındığında ılıman iklimlerde *Penicillium*'ların, daha sıcak iklim koşullarında ise *Aspergillus*'ların üstünlüğü ele aldığı ileri sürülmektedir (Pitt and Hocking 2009). İlıman iklim koşullarının hakim olduğu ülkemizde, hipersalin sulardan yapılan bu çalışmamızda elde edilen bulgulara göre *Aspergillus* cinsine ait türlerin seçici besiyeri üzerindeki (DRBC17) bolluklarının (su %12, toprak %18) genel amaçlı besiyerine (su %7, toprak %17) oranla daha fazla olduğu ancak yine de *Penicillium*'lara ait bolluk değerlerine ulaşamaması, ilgili literatür bilgisinde açıklanan durumun bir yansıması olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Başka bir açıdan da yaklaşmak gerekirse yüksek tuzluluk ve yoğun UV radyasyonu, düşük besin maddesi ve çözülmüş oksijen miktarı gibi bir çok stres koşullarının aynı anda etki ettiği çevrelerde, *Penicillium* ve *Aspergillus*'lardan ziyade, *Cladosporium*, *Hortea*, *Phaeothea* gibi melanize fungusların bu rekabette nispeten daha başarılı olabilmesini (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000) çeşitli stres koşullarının aynı anda etki etmesine bağlamak olası gözükmemektedir.

Mikotoksin üreticisi bir mikrofungus olan *Eurotium*'un koruyucu olarak şeker veya NaCl içeren gıdaların kontaminantı olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir. Su aktivitesinin 0,7 değerinde olduğu ortamlarda dahi gelişebilmektedir ve bu nedenle kserofilik oldukları bildirilmektedir (Pitt and Hocking 2009). Tuzlu toprak veya sular gibi doğal çevrelerden de izole edilmektedirler (Pitt and Hocking 1977, Abdel-Hafez, Maubasher et al. 1978, Kis-Papo 2005, Raghukumar 2012).

Cladosporium cinsi üyeleri, *Capnodiales* ordosu içerisinde önemli bir ekstremofilik fungus grubudur. Özellikle ölü bitki atıklarının ayrıştırıcısı olarak kozmopolit bir dağılıma sahip olan *Cladosporium* üyeleri, havadan ve kapalı ortamlardan yüksek sıklıkla izole edilmekte ve hava kaynaklı kontaminantlar arasında *Aspergillus* ve *Penicillium*'lar ile birlikte en yoğun şekilde bulunan türler arasında yer almaktadırlar (David 1997). *Cladosporium* cinsine ait türlerin tuzlalarda ve tuzlu göllerde yapılan mikrofungus izolasyon çalışmalarında da saptandığı bildirilmiştir (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000). Yapılan bu çalışmada DRBC besiyeri üzerinde su örneklerinden yapılan izolasyon çalışmalarında tüm türleri ile birlikte değerlendirildiğinde bolluğu %30 olarak saptanmış ancak seçici besiyeri üzerinde (DRBC17) su ve topraktaki bolluğu kademeli olarak azalışa geçtiği görülmüştür. *Cladosporium* cinsi üyelerinin DRBC17 besiyerindeki ifadesinin diğer cinslere oranla az oluşu tuza olan toleranslarının belirli noktalarda sınırlandığını düşündürmektedir.

Alternaria üyeleri farklı fizikokimyasal parametrelere sahip yüksek tuzlu çevrelerdeki varlığı devamlı olarak bildirilmektedir (Deshmukh and Rai 2005). *Cladosporium* ile filogenetik olarak yakın ilişkili olan *Alternaria* cinsinin optimum gelişimi için kullanılabilir suya duyduğu ihtiyacı (a_w 0,86), *Cladosporium*'dan (a_w 0,81) daha yüksektir (Pitt and Hocking 2009). Ilımlı (moderate) halotolerant olarak değerlendirilen (Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005) *Alternaria* üyelerinin *Cladosporium* ile birlikte açık denizlerdeki mikrobiyotanın baskın cinsleri olduğu bildirilmektedir (Raghukumar 2012). Ancak Tuz Gölü suyunun tuzluluğu deniz suyunkinden 8-10 kat daha fazladır. Elde edilen bulgulara göre Tuz Gölü mikrobiyotası içerisinde 7 farklı türle temsil edilen *Alternaria* cinsine ait DRBC besiyeri üzerinde ortaya çıkarılan göreceli bollukları (su %7, toprak %5), DRBC17 besiyeri üzerindeki bolluklarına (su %2, toprak %1) göre daha yüksektir. Bu durumun literatürde belirtilen ılımlı halotolerant kavramına uygun bir biçimde sonuçlara yansıtıldığı söylenebilir.

DRBC ve DRBC17 besiyerleriyle yapılan izolasyon çalışmalarında su ve toprak örneklerinden *P. atrovenetum*, *P. aurantiogriseum*, *P. brevicompactum*, *P. canescens*, *P. citrinum*, *P. commune*, *P. corylophilum*, *P. crustosum*, *P. decumbens*, *P. expansum*, *P. flavigenum*, *P. granulatum*, *P. hordei*, *P. nalgiovense*, *P. polonicum*, *P. raistrickii* ve *P. spinulosum* olmak üzere toplam 17 farklı *Penicillium* türü izole edilmiştir ve bu sayı izole edilen toplam tür sayısının %25'ine karşılık gelmektedir. DRBC17 besiyeri kullanılarak yapılan izolasyon çalışmalarında *P. commune* (%26) ve *P. polonicum* (% 21) toprak

örneklerinde bolluğu en fazla olan türler olmuştur. *P. commune* aynı zamanda DRBC besiyeri ile yapılan izolasyonlarda tüm istasyonlar dahilinde %50 ve üzeri bulunma sıklığı göstermektedir. Su aktivitesinin oldukça düşük olduğu tuzlanmış et ürünlerinin mikrobiyotasının belirlenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada izole edilen fungal türler arasında *P. polonicum* ve *P. brevicompactum* da yer almaktadır (Sonjak, Ličen et al. 2011). Ayrıca tuzlu sulardan izole edilen bazı fungusların amilaz aktivitesine ilişkin yapılan çalışmada *P. polonicum* izolatu ile çalışılmış ve bu türün tuzlu ortamlarda da verimli olabilen, halotolerant özellikte amilaz enzimi üreticisi olduğu bildirilmektedir (Niknejad, Moshfegh et al. 2013). Bu bilgiler çalışmamızda elde edilen fungusların da biyoteknolojik amaçla kullanılabilir potansiyel doğal kaynaklar olduğunu ortaya çıkarmaktadır. *P. aurantiogriseum* ve *P. expansum* dışında kalan türlerin DRBC17 besiyerinde de izole edilmiş olması onların tuzlu çevrelere uyum gösterebilen türler olduğunu düşündürmektedir. *P. corylophilum*'un sadece DRBC17 ile yapılan izolasyon çalışmalarında ve aynı zamanda sadece toprak örneklerinde rastlanmış olması ilgi çekici bir bulgudur. Nazareth (2011), bu türün diğer bir tuzlu göl olan Ölü Deniz, İsrail (Dead Sea)'de farklı çalışmalarda izole edildiğini bildirmiştir (Nazareth, Gonsalves et al. 2012). Bulunma sıklığı ve göreceli bolluğu oldukça düşük olmasına rağmen literatür bilgisi bu türün de tuzlu çevrelerin doğal bir üyesi olduğunu desteklemektedir. *P. atrovenetum*'un DRBC17 besiyerinde saptanan bolluğu (su %5) DRBC besiyerine (%2) göre daha fazladır. Benzer şekilde *P. citrinum*'un da DRBC17 üzerindeki bolluğunda artış gözlenmiştir. Literatürlerde *P. citrinum*'un hipersalin su ve topraklardan devamlı olarak izole edilen halotolerant bir tür olduğu bildirilirken (Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006, Smolyanyuk and Bilanenko 2011) *P. atrovenetum*'un hipersalin sularda veya tuzlu çevrelerde bulunduğu dair herhangi bir kayda rastlanmamıştır. İleriki çalışmalarla bu türün gelişimi üzerine tuzun olumlu etkilerinin olup olmadığının araştırılması gerekmektedir.

Yüksek su aktivitesine sahip ortamlarda *Talaromyces* cinsine ait türlerin *Eupenicillium* üyelerine oranla daha iyi bir gelişme göstermektedir (Andersen and Frisvad 2002). Buna rağmen tuzlu çevrelerde *T. flavus*, *P. funiculosum*, *P. islandicum*, *P. purpurogenum* ve *P. variable* gibi *Talaromyces* ve ilişkili *Biverticillia* üyelerine daha sık rastlandığı da bildirilmektedir (Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005). Çalışmamızda *Penicillium* teleomorflarından sadece *T. flavus* izole edilmiş ve bu türün bulunma sıklığının ve bolluğunun da oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Ancak hem su hem de toprak örneklerinde rastlanan *T. flavus*'un sadece DRBC besiyerinde izole edilmiş olması, tuzlu çevrelerde varlığını

sürdürebilmesine rağmen gelişimi için yüksek su aktivitesine duyduğu ihtiyacı doğrular niteliktedir.

Aspergillus genusu üyeleri hipersalin suların gerçek ev sahibi konumundadır ve bu tip ortamlarda büyük bir çeşitlilik gösterirler. Çalışmamızda *A. alliaceus*, *A. flavus*, *A. niveus*, *A. penicillioides*, *A. pseudodeflectus*, *A. sydowii* ve *A. versicolor* olmak üzere 7 farklı tür izole edilmiştir. Su ve toprak örneklerinden DRBC besiyerinde yapılan izolasyonlarda ve sayımlarda, sırasıyla *A. flavus* ve *A. niveus*, *Aspergillus* üyeleri içerisinde bulunma sıklıkları ve bollukları en yüksek türler olmuşlardır. *A. versicolor* toprak örneklerinden DRBC17 besiyerinde izole edilen türler arasında %10 bollukta hesaplanmıştır. Benzer şekilde Ölü Deniz’de yapılan mikrofungus izolasyon çalışmalarında *A. versicolor*’un %44 göreceli bolluk değeriyle koloni sayısı en fazla olan tür olduğu bildirilmiştir (Mbata 2008). *A. versicolor*’un Dünya’daki farklı tuzlu çevrelerden sıklıkla bildirilmesi (Gunde-Cimerman, Zalar et al. 2000, Kis-Papo, Oren et al. 2003) ve çalışmamızda sadece DRBC17 besiyerinde ve yüksek bir oranda izole edilmesi Tuz Gölü toprak mikrobiyotasının daimi ve önemli bir üyesi olduğunu ortaya koymaktadır.

A. penicillioides’in *Aspergillus* türleri arasında en kserofilik tür olduğu bildirilmiştir (Krijghsheld, Bleichrodt et al. 2013). Tüm Dünya’da tuzlu çevrelerde yapılan izolasyon çalışmalarında halofilik karakterde *A. penicillioides* suşları sıklıkla izole edilmektedir (Butinar, Frisvad et al. 2011, Nayak, Gonsalves et al. 2012, Nazareth, Gonsalves et al. 2012). Tuzlu ortamlardan izole edilmiş çeşitli *A. penicillioides* suşlarının besiyerine tuz eklenmediğinde konidyumların germinasyona başlamadığı veya germinasyon başladığı halde miselyal formunda bozukluklar ve lizisler gözlemlendiği, ancak tuz eklenen besiyerlerinde normal gelişimini sürdürdüğü rapor edilmiştir (Gonsalves, Nayak et al. 2012). Çalışmamızda sadece su örneklerinden izole edilen *A. penicillioides*, DRBC besiyerine oranla DRBC17 besiyerinde daha yüksek bollukta belirlenmiştir. Bununla birlikte her iki besiyeriyle de yapılan izolasyon çalışmaları sonuçlarına göre bu türün bulunma sıklığı düşük oranda ve eşit değerde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.12). Bu bulgu tuzluluğu yüksek olan besiyerinde daha fazla sayıda bulunması tuzluluk artışının *A. penicillioides* türünün sayısal artışını olumlu yönde etkilediğini ve buna bağlı olarak tuzlu ortamlarda yaşamını sürdürebilme şansını artırdığını düşündürmektedir.

A. pseudodeflectus'un daha önce tuzlu çevrelerde bulunduğuna dair herhangi bir literatür bilgisine rastlanılmamıştır. *A. pseudodeflectus*, denizlerde oldukça bol bulunan kahverengi bir makroalg olan *Sargassum fusiform*'dan izole edilerek *pseudodeflectus*un adı verilen metabolit tanımlanmıştır (Ogawa, Murakami et al. 2004). Çalışmamızda da DRBC17 üzerindeki bolluğu (%2) DRBC'dekinden (%0,1) çok daha fazla olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla *A. pseudodeflectus*'un tuzlu ortamlarda bulunabileceği ortaya çıkmıştır. Ayrıca ürettiği sekonder metabolitin antitümör özelliği olduğu da bildirilmektedir (Tobe, Tashiro et al. 2007). *A. pseudodeflectus*'un çalışmamız sonucunda hipersalin sulardaki varlığı ilk kez tespit edilmiş ve aynı zamanda Türkiye için de yeni bir kayıt olmuştur. Bu veriler çalışmanın, doğal kaynaklarımızın tanınması ve biyolojik potansiyellerinin değerlendirilmesi açısından önemini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda izole edilen ve *Aspergillus* teleomorfu olan *Eurotium* cinsine ait türler *E. amstelodami*, *E. chevalieri* ve *E. repens* olmuştur. *E. chevalieri* ve *E. repens* DRBC plaklarında su ve topraktan izole edilirken, *E. chevalieri* yalnızca DRBC17 besiyerinden izole edilmiştir. Su örneklerinden yapılan ve DRBC17 besiyeri kullanılan izolasyonlarda toplam 31 farklı tür içerisinde toplam koloni sayısının %30'unu *E. amstelodami*, *E. chevalieri* ve *E. repens* oluşturmaktadır. Butinar (2005) *in vitro* olarak uyguladığı tuz tolerans çalışmalarında *Eurotium* türlerinin spor ve miselleri %30 NaCl konsantrasyonuna kadar hazırlanan çözeltilerle muamele edilmiştir. Büyümenin stimule edildiği değerlerin sırasıyla; *E. rubrum* %10 NaCl, *E. chevalieri* ve *E. amstelodami* %12,5; *E. rubrum* %20; *E. chevalieri* %22,5; *E. herbariorum* %25, *E. halotolerans* için %27,5 NaCl konsantrasyonu olduğu rapor edilmektedir (Butinar, Zalar et al. 2005). Bazı *Eurotium* türleri NaCl yerine, şeker kullanılarak su aktivitesi düşürülmüş besiyerinde daha iyi geliştiklerinden halofilik değil, kserofilik olarak değerlendirilmişlerdir (Wheeler and Hocking 1988).

E. repens, DRBC17 besiyerinin kullanıldığı izolasyonlarda bulunma sıklığı ve bolluğu açısından oldukça dikkat çekici oranlara ulaşmıştır. Bu besiyerinden izole edilen türler içerisinde toprak ve sudaki bulunma sıklığı sırasıyla %42 ve %50, göreceli bolluğu ise toprak ve suda sırasıyla %21 ve %8 olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 4.12). DRBC besiyerine göre DRBC17 besiyerinde koloni sayısının ve istasyonlar içerisindeki bulunma sıklığının daha fazla olması, *E. repens*'in sahip olduğu kserofilik/halofilik karakterden ileri geldiği ve

DRBC17 besiyerinin *E. repens* için bir seçicilik sağladığı düşünülmektedir. Bu bulgulara göre Tuz Gölü mikrobiyotasının aktif elemanlarından biri olduğu kanısı güçlenmektedir.

Bir diğer *Aspergillus* teleomorfu olan *Emericella* türlerinin kuru gıdalar ile sıcak ve kurak bölgelerden yüksek sıklıkla izole edildiği görülmektedir (Samson and Mouchacca 1974). Hipersalin sulardan, iki yeni halotolerant *Emericella* türü *E. filifera* ve *E. stella-maris* rapor edilmiştir (Zalar, Frisvad et al. 2008). Başka bir halotolerant örnek, *E. striata*, Dominik Cumhuriyeti'nde bulunan tuzlu bir gölden bildirilmiştir (Butinar, Frisvad et al. 2011). Çalışmamızda Tuz Gölü'nden tek bir türü *Emericella* türü, *E.nidulans*, yalnızca su örneklerinden ve DRBC besiyeri üzerinde izole edilmiştir. Bulunma sıklığı ve bolluk oranları incelendiğinde, en az sıklıkta ve sayıda rastlanan türlerden olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.12).

DRBC ve DRBC17 besiyerleriyle yapılan izolasyon çalışmalarında su ve toprak örneklerinden 5 *Cladosporium* türü; *C. cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. ossifragi*, *C. sphaerospermum* ve *C. uredinicola* izole edilmiştir. Su örneklerinden (DRBC) yapılan izolasyon çalışmalarında *C. cladosporioides*'in bulunma sıklığı (%67) ve göreceli bolluğu (%15) en yüksek olan tür olmuştur. *C. sphaerospermum* %63 bulunma sıklığı ile toprak örneklerinde (DRBC) en sık rastlanan tür olmuştur. Topraktaki (DRBC) göreceli bolluğu ise %13 olarak belirlenmiştir. Tuzlu çevrelerden fungus izolasyonu ile ilgili yapılan bir çalışmada *C. sphaerospermum*'un baskın tür olduğu bildirilmektedir (Gunde 2000). Bulgularımız bu iki *Cladosporium* türünün tuzlu çevrelerin doğal elemanları olduğu bilgisini desteklemektedir. Ayrıca *C. cladosporioides*, *C. ossifragi* ve *C. sphaerospermum*'un DRBC17 besiyeri üzerinden de izole edilmiş olması bu türlerin tuzlu çevrelere daha iyi uyum gösterdiklerini akla getirmektedir.

Çalışmamızda *Alternaria alternata*, *A. arborescens*, *A. brassicae* *A. consortialis*, *A. infectoria*, *A. tenuissima* türleri genel olarak su ve toprak örneklerinde çoğunlukla DRBC üzerinden izole edilmişlerdir. Hipersalin sularda bulunduğu en çok rapor edilen *Alternaria* üyesi *A. alternata* olmaktadır (Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005). Buna karşılık çalışmamızda su örneklerinde en sık rastlanan tür *A. tenuissima* (%33) olarak bulunmuştur. *Alternaria* türlerinin tayinindeki zorluklar nedeniyle ve *A. alternata*'ya çok yakın türlerin ayırt edilememesi çoğu literatüre *A. alternata* olarak yansımaya neden olmuştur (Pitt and Hocking 2009).

Acremonium potronii, *Aporospora* sp., *Arthrimum arundinis*, *A. phaeospermum*, *Beauveria bassiana*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium* sp., *Chalastospora* sp., *Coniochaeta* sp., *Curvularia inaequalis*, *Embellisia* sp., *Epicoccum* sp., *Leptospora* sp., *Mucor racemosus*, *Nigrospora oryzae*, *Phanerochaete* sp., *Phoma betae*, *Phoma herbarum*, *Pithomyces chartarum*, *Pringsheimia* sp., *Rhizopus oryzae*, *Sordaria* sp., *Stemphylium solani*, *Tetracladium* sp., *Trichothecium roseum* ve *Ulocladium consortiale* çalışmamızda su ve toprak örneklerinde çoğunlukla DRBC besiyerinde izole edilen ve DRBC17 üzerinde çok az sıklıkta ve bollukta bulunan türler olmuşturlardır. Bu türlerin içerisinde hipersalin sulardan izole edildiği rapor edilen türler *A. arundinis*, *A. phaeospermum*, *Chaetomium* sp., *N. oryzae*, *M. racemosus*, *R. oryzae*, *S. solani*'dir (Grishkan, Nevo et al. 2003, Gunde-Cimerman, Frisvad et al. 2005, Gunde-Cimerman, Oren et al. 2005, Cantrell, Casillas-Martínez et al. 2006).

Tuz Gölü havzasının su ve topraktaki fungal çeşitliliğin belirlenmesinde Shannon ve Simpson indeksleri tercih edilmiştir. Biyoçeşitliliğin ortaya konmasında en çok kullanılan bu indekslerin birey sayısının çok yüksek değerlere ulaştığı çalışmalarda kullanımı uygundur. Elde edilen indeks değerleri her bir istasyonun ya da farklı özelliklere sahip habitatların çeşitlilik açısından karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır. Bu indeksler sadece tür sayılarının değil tüm türlere ait birey sayılarını da hesaba katması açısından önemlidir. İki indeksin bir arada kullanılması verilerin daha etkili ve güvenilir bir şekilde yorumlanmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca Shannon Değerliliği de (E) Shannon indeks değerlerini doğrulaması açısından yararlı olmaktadır.

Öncelikle DRBC besiyeri ile yapılan izolasyon çalışmalarını değerlendirecek olursak, Kayacak, Kaldırım ve Yavşan istasyonları su örneklerine ait Shannon İndeks sonuçları 2,402 ile 2,814 arasında değişiklik göstermektedir. Bu habitatlarda çeşitliliğin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Su örneklerinin alındığı havuz ve göl ortamlarının birbiri ile bağlantılı olması ve fizikokimyasal özelliklerin dar bir aralıkta değişiklik göstermesi benzer türlerin bu habitatlarda yaşamlarını sürdürmelerine olanak sağlamaktadır. Buna karşılık toprak örnekleri bitkili ve çorak topraklardan alınmış olup habitat özellikleri bazı parametreler açısından farklılık göstermektedir. Dolayısıyla bu iki tip toprakta fungal çeşitliliğin de farklılık göstermesi beklenmektedir. Shannon indeks sonuçları bitkili toprakta 1,709 ile 2,089 arasında değişirken, çorak topraklarda 1,964 ile 2,699 arasında değişmektedir. Bu değerler çorak toprak örneklerinde fungal çeşitliliğin vejetasyonun bulunduğu topraklara göre daha yüksek

olduğunu ifade etmektedir. Bitkili toprak örneklerinde birey sayısı çorak toprağa oranla oldukça yüksektir. Bu örneklerde tuzluluğun çorak topraklara göre düşük olması bazı türlerin baskın hale gelmesine neden olmakta ve sayısal olarak üstün hale gelmektedirler. Bu durum bu ortamda var olan düşük birey sayısına sahip türlerin izolasyonlarını zorlaştırmakta ve biyoçeşitlilik hesaplamalarını etkilediği düşünülmektedir.

DRBC17 ile yapılan izolasyon çalışmaları verilerine göre hesaplanan fungal çeşitlilik değerleri $H=1,499$ ile $2,490$ arasında değişmektedir. Su örnekleri arasında en düşük çeşitlilik Kaldırım havuz suyunda saptanmıştır. Su örneklerinin alındığı istasyonlarda çeşitlilik indeks sonuçlarına göre iniş çıkışlar gözlenmektedir. Shannon düzenlilik değerinin Kaldırım havuz suyunda en düşük değere ulaşması havuz suyunda bir veya birkaç türün daha baskın hale geldiği düşüncesini doğurmuştur. Bu düşünceyle Kaldırım Tuzlası havuz suyundan izole edilen türler ve koloni sayıları incelendiğinde *E. repens* bolluğunun %50 dolayında olduğu fark edilmiştir. Burada çeşitliliğin düşük olmasının nedeni *E. repens*'in ortamda tek başına baskın halde bulunmasına bağlanmıştır.

Sonuç olarak; bu çalışma Tuz Gölü mikrobiyotasının yüksek bir çeşitliliğe sahip olduğunu ve izole edilen türlerin büyük bir kısmının tuzlu çevrelerin daimi üyeleri olduğunu göstermiştir. Tuzlu ortama adapte olmuş türlerin *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium* ve *Eurotium* cinslerine ait olduğu ve bu türlerin Tuz Gölü mikrobiyotasında yüksek sıklıkla temsil edildiği anlaşılmıştır. Tuz gereksinimi açısından farklılık gösteren türlerin izolasyonunda DRBC ve DRBC17 besiyerlerinin kullanılması ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Mikrofungus tanımlanmasında klasik yöntemlerle birlikte moleküler tekniklerin kullanılması klasik yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda tamamlayıcı olmuştur. Çeşitlilik indeks değerleri, Tuz Gölü havuz ve göl suyunda fungal çeşitliliğin yüksek olduğunu ve istasyonlar arasındaki çeşitliliğe sebep olan türlerin birbirinden oldukça farklı türler olduğunu göstermiştir. Tuz Gölü havzasını temsil eden bitkili ve çorak toprak örneklerine ilişkin çeşitlilik indeks değerleri çorak toprakta çeşitliliğin bitkili toprağa göre yüksek olduğunu göstermiştir. Tuz Gölü su ve toprak örneklerine ilişkin indeks değerleri ise sudaki fungal çeşitliliğin toprağa göre yüksek olduğunu göstermiştir. DRBC besiyerinin kullanıldığı izolasyonlarda benzerlik indeks değerleri su ve toprağın tür çeşitliliği açısından %44 oranında benzer olduğunu göstermiştir. Bu oran su ve toprak mikrobiyotasında önemli farklılıklara işaret etmektedir. Halotolerant/halofilik mikrofunguslar, yeni endüstriyel ve

biyoteknolojik uygulamaların kazandırılması bakımından oldukça umut vaat etmektedirler. Bu çalışmada izole edilen funguslar bu amaçla kullanılabilir doğal kaynaklardır. Ayrıca, Tuz Gölü havzasının (su ve toprak) mikrobiyotasının kapsamlı bir şekilde ortaya çıkarıldığı ilk çalışmadır. *Aspergillus pseudodeflectus* türünün Türkiye için yeni kayıt olduğu tespit edilmiştir.

Yüksek çeşitliliğe sahip ancak farkedilmemiş habitatların araştırılması ve bunu takiben ekstrem ortamlardan izole edilen organizmaların biyoteknolojik potansiyelinin ortaya çıkarılması takip eden çalışmalarla sağlanmalıdır. Ayrıca Dünya üzerindeki verimli alanlar iklim değişikliği sebebiyle hızla salinitasyona uğrarken, ekstremofilik fungusların hayatta kalma mekanizmalarının net olarak belirlenmesi, şartlar daha da kötüye gittiğinde bu alanların değerlendirilmesi açısından hayati bir önem taşımaktadır.

6 KAYNAKLAR DİZİNİ

Abdel-Hafez, S., A. Maubasher and H. Abdel-Fattah (1978). "Cellulose-decomposing fungi of salt marshes in Egypt." Folia microbiologica **23**(1): 37-44.

Altschul, S. F., W. Gish, W. Miller, E. W. Myers and D. J. Lipman (1990). "Basic local alignment search tool." Journal of molecular biology **215**(3): 403-410.

Andersen, B. and J. C. Frisvad (2002). "Characterization of *Alternaria* and *Penicillium* Species From Similar Substrata Based on Growth at Different Temperature, pH and Water Activity." Systematic and applied microbiology **25**(1): 162-172.

Andrews, J. H. (1992). "Fungal life-history strategies." The Fungal Community. Its Organization and Role in the Ecosystem, Marcel Dekker, New York: 119-145.

Andrews, J. H., R. F. Harris, R. N. Spear, G. W. Lau and E. V. Nordheim (1994). "Morphogenesis and adhesion of *Aureobasidium pullulans*." Canadian Journal of Microbiology **40**(1): 6-17.

Andrews, S. and J. Pitt (1986). "Selective medium for isolation of *Fusarium* species and dematiaceous hyphomycetes from cereals." Applied and environmental microbiology **51**(6): 1235-1238.

Arnebrant, K., E. Bååth and A. Nordgren (1987). "Copper tolerance of microfungi isolated from polluted and unpolluted forest soil." Mycologia: 890-895.

Atlas, R. M. (2006). The handbook of microbiological media for the examination of food, CRC Press.

Bachofen, R. (1986). "Microorganisms in extreme environments." Cellular and Molecular Life Sciences **42**(11): 1179-1182.

Barnett, H. a. H., B. (1999). Illustrated genera of imperfect fungi. St. Paul, APS.

Bensch, K., J. Groenewald, J. Dijksterhuis, M. Starink-Willemse, B. Andersen, B. Summerell, H.-D. Shin, F. Dugan, H.-J. Schroers and U. Braun (2010). "Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidiellaceae, Capnodiales)." Studies in Mycology **67**(1): 1-94.

Bills, G. F., M. S. Foster and G. M. Mueller (2004). Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods, Elsevier Science & Technology.

Birbir, M., B. Calli, B. Mertoglu, R. E. Bardavid, A. Oren, M. N. Ogmen and A. Ogan (2007). "Extremely halophilic Archaea from Tuz Lake, Turkey, and the adjacent Kaldirim and Kayacik salterns." World Journal of Microbiology and Biotechnology **23**(3): 309-316.

Birbir, M. and C. Sesal (2003). "Extremely halophilic bacterial communities in Şereflikoçhisar Salt Lake in Turkey." Turk. J. Biol **27**: 7-22.

Boddy, L. and J. Wimpenny (1992). "Ecological concepts in food microbiology." Journal of Applied Microbiology **73**(s21): 23s-38s.

Booth, C. (1971). "The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute." Kew. Surrey **237**.

Braun, U., P. W. Crous, F. Dugan, J. E. Groenewald and G. S. De Hoog (2003). "Phylogeny and taxonomy of Cladosporium-like hyphomycetes, including *Davidiella* gen. nov., the teleomorph of *Cladosporium* s. str." Mycological Progress **2**(1): 3-18.

Bray, J. R. and J. T. Curtis (1957). "An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin." Ecological monographs **27**(4): 325-349.

Brown, M. and I. Hall (1990). "Metal tolerance in fungi." Heavy metal tolerance in plants: evolutionary aspects. Edited by AJ Shaw. CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla: 95-104.

Buchalo, A. S., E. Nevo, S. P. Wasser, A. Oren and H. P. Molitoris (1998). "Fungal life in the extremely hypersaline water of the Dead Sea: first records." Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences **265**(1404): 1461-1465.

Butinar, L., J. C. Frisvad and N. Gunde-Cimerman (2011). "Hypersaline waters—a potential source of foodborne toxigenic aspergilli and penicillia." FEMS microbiology ecology **77**(1): 186-199.

Butinar, L., S. Santos, I. Spencer-Martins, A. Oren and N. Gunde-Cimerman (2005). "Yeast diversity in hypersaline habitats." FEMS Microbiology Letters **244**(2): 229-234.

Butinar, L., S. Sonjak, P. Zalar, A. Plemenitaš and N. Gunde-Cimerman (2005). "Melanized halophilic fungi are eukaryotic members of microbial communities in hypersaline waters of solar salterns." Botanica Marina **48**(1): 73-79.

Butinar, L., P. Zalar, J. C. Frisvad and N. Gunde-Cimerman (2005). "The genus *Eurotium*—members of indigenous fungal community in hypersaline waters of salterns." FEMS microbiology ecology **51**(2): 155-166.

Cantrell, S. A., L. Casillas-Martínez and M. Molina (2006). "Characterization of fungi from hypersaline environments of solar salterns using morphological and molecular techniques." mycological research **110**(8): 962-970.

Carpenter, S. and J. Trappe (1985). "Phoenicoid fungi: a proposed term for fungi that fruit after heat treatment of substrates." Mycotaxon **23**: 203-206.

Casamayor, E. O., R. Massana, S. Benlloch, L. Øvreås, B. Díez, V. J. Goddard, J. M. Gasol, I. Joint, F. Rodríguez-Valera and C. Pedrós-Alió (2002). "Changes in archaeal, bacterial and eukaryal assemblages along a salinity gradient by comparison of genetic fingerprinting methods in a multipond solar saltern." Environmental Microbiology **4**(6): 338-348.

Christensen, M., J. C. Frisvad, D. Tuthill, R. A. Samson and J. I. Pitt (2000). "Penicillium species diversity in soil and some taxonomic and ecological notes." Integration of Modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification: 309-320.

Cooke, R. C. and A. D. Rayner (1984). Ecology of saprotrophic fungi, Longman.

Cooney, D. G. and R. Emerson (1964). "Thermophilic fungi. An account of their biology, activities, and classification." Thermophilic fungi. An account of their biology, activities, and classification.

Crisan, E. V. (1973). "Current concepts of thermophilism and the thermophilic fungi." Mycologia **65**(5): 1171-1198.

Çamur, Z. and H. Mutlu (1996). "Major-ion geochemistry and mineralogy of the Salt Lake (Tuz Gölü) basin, Turkey." Chemical geology **127**(4): 313-329.

DasSarma, P. (2010). "Review Translation of Henrich Klebahn's' Damaging agents of the klippfish-a contribution to the knowledge of the salt-loving organisms'."

David, J. (1997). "A contribution to the systematics of Cladosporium, revision of the fungi previously referred to Heterosporium. CAB International." Wallingford, UK: 23-24.

De Hoog, S., P. Zalar, B. G. Van Den Ende and N. Gunde-Cimerman (2005). Relation of halotolerance to human-pathogenicity in the fungal tree of life: an overview of ecology and evolution under stress, Springer.

De Leo, F., C. Urzi and G. De Hoog (1999). "Two Coniosporium species from rock surface." Studies in Mycology: 70-79.

Deshmukh, S. K. and M. K. Rai (2005). Biodiversity of fungi: their role in human life, Science Publishers, Inc.

Dikmen, A. Ç., E. Saraçoğlu, Z. Durucan, S. Durak and K. Sarioğlu (2011). 2011 Çevre Durum Raporu. Ankara, Türkiye, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Dix, N. J. and J. Webster (1994). Fungal ecology, Chapman & Hall Ltd.

Domsch, K., W. Gams and T. Anderson (1993). "Key to the genera, Compendium of Soil Fungi." IHW, Eching, Germany.

Ellis, D. H. (1980). "Thermophilic fungi isolated from a heated aquatic habitat." Mycologia **72**(5): 1030-1033.

Ellis, M. (1971). "Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew." Links.

Filténborg, O., J. C. Frisvad, R. Samson and E. Hoekstra (2004). "Specific association of fungi to foods and influence of physical environmental factors." Introduction to food-and airborne fungi(Ed. 7): 306-320.

Geer, L. Y., A. Marchler-Bauer, R. C. Geer, L. Han, J. He, S. He, C. Liu, W. Shi and S. H. Bryant (2010). "The NCBI BioSystems database." Nucleic acids research **38**(suppl 1): D492-D496.

Gerlach, W. and H. Nirenberg (1982). The genus Fusarium-a pictorial atlas, Kommissionsverlag P. Parey.

Gilman, J. (1957). A Manual of Soil Fungi. Ames, Iowa, USA: The Iowa State University Press.

Gonsalves, V., S. Nayak and S. Nazareth (2012). "Halophilic fungi in a polyhaline estuarine habitat." J Yeast Fungal Res **3**: 30-36.

González-Hernández, J., C. Cárdenas-Monroy and A. Pena (2004). "Sodium and potassium transport in the halophilic yeast *Debaryomyces hansenii*." Yeast **21**(5): 403-412.

Gorbushina, A., L. Panina, D. Vlasov and W. Krumbein (1996). "Fungi deteriorating marble in Chersonesus." Mikologiya I Fitopatologiya **30**(4): 23-&.

Gorjan, A. and A. Plemenitaš (2006). "Identification and characterization of ENA ATPases HwENA1 and HwENA2 from the halophilic black yeast *Hortaea werneckii*." FEMS microbiology letters **265**(1): 41-50.

Goto, S., R. Aono, J. Sugiyama and K. Horikoshi (1981). "Exophiala alcalophila, a new black, yeast-like hyphomycete with an accompanying *Phaeococcomyces alcalophilus* morph, and its physiological characteristics." Transactions of the Mycological Society of Japan **22**: 429-439.

Gounot, A.-M. (1986). "Psychrophilic and psychrotrophic microorganisms." Experientia **42**(11-12): 1192-1197.

Grant, W. (2004). "Life at low water activity." Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences **359**(1448): 1249-1267.

Grant, W., W. Mwatha and B. Jones (1990). "Alkaliphiles: ecology, diversity and applications." FEMS Microbiology Letters **75**(2): 255-269.

Grime, J. (1977). "Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory." American naturalist: 1169-1194.

Grime, J., J. Mackey, S. Hillier and D. Read (1987). "Floristic diversity in a model system using experimental microcosms."

Grishkan, I., E. Nevo and S. P. Wasser (2003). "Soil micromycete diversity in the hypersaline Dead Sea coastal area, Israel." Mycological Progress **2**(1): 19-28.

Grishkan, I., E. Nevo and S. P. Wasser (2004). "Micromycetes from the Saline Arubotaim Cave: Mount Sedom, The Dead Sea Southwestern Shore, Israel." Journal of arid environments **57**(4): 431-443.

Gunde-Cimerman, N., J. C. Frisvad, P. Zalar, A. Plemenitaš, S. Deshmukh and M. Rai (2005). Halotolerant and halophilic fungi, Science Publishers, Inc.

Gunde-Cimerman, N., A. Oren and A. Plemenitaš (2005). Adaptation to life at high salt concentrations in Archaea, Bacteria, and Eukarya, Springer.

Gunde-Cimerman, N., J. Ramos and A. Plemenitaš (2009). "Halotolerant and halophilic fungi." Mycological Research **113**(11): 1231-1241.

Gunde-Cimerman, N., S. Sonjak, P. Zalar, J. C. Frisvad, B. Diderichsen and A. Plemenitaš (2003). "Extremophilic fungi in arctic ice: a relationship between adaptation to low temperature and water activity." Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C **28**(28–32): 1273-1278.

Gunde-Cimerman, N., P. Zalar, S. Hoog and A. Plemenitaš (2000). "Hypersaline waters in salterns-natural ecological niches for halophilic black yeasts." FEMS microbiology ecology **32**(3): 235-240.

Gunde-Cimerman, N., P. Zalar, S. Hoog and A. Plemenitaš (2000). "Hypersaline waters in salterns-natural ecological niches for halophilic black yeasts." FEMS Microbiology Ecology **32**(3): 235-240.

Haase, G., L. Sonntag, B. Melzer-Krick and G. De Hoog (1999). "Phylogenetic inference by SSU gene analysis of members of the Herpotrichiellaceae, with special reference to human pathogenic species." Studies in Mycology: 80-97.

Hasenekoğlu, İ. (1991). "Toprak mikrofungusları." Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Yayınları, Erzurum.

Hawksworth, D. L. (2001). "Mushrooms: the extent of the unexplored potential." International Journal of Medicinal Mushrooms **3**(4).

Hiroki, Y., T. Kadzunori and U. Tosiharu (1985). "Fungal flora of soil polluted with copper." Soil Biology and Biochemistry **17**(6): 785-790.

Hocking, A. (1993). "Responses of xerophilic fungi to changes in water activity." Stress tolerance of fungi: 233-256.

Hohmann, S. (2002). "Osmotic stress signaling and osmoadaptation in yeasts." Microbiology and Molecular Biology Reviews **66**(2): 300-372.

Hoog, G. S. and E. Guého "White piedra, black piedra, and tinea nigra." Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections.

Hora, F. (1959). "Presidential address: Quantitative experiments on toadstool production in woods." Transactions of the British mycological Society **42**(1): IN1-14.

Horikoshi, K. (1991). Microorganisms in alkaline environments, Kodansha Tokyo.

- İnandık, H. (1965). "Türkiye Gölleri, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1155." Coğrafya Enstitüsü Yayın(44).
- Javor, B. (1989). "Hypersaline environments: microbiology and biogeochemistry." Brock/Springer series in contemporary bioscience.
- Javor, B. (2002). "Industrial microbiology of solar salt production." Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology **28**(1): 42-47.
- Jennings, D. (1985). "Polyol metabolism in fungi." Advances in microbial physiology **25**: 149-193.
- Johnson, G. C. and A. K. Martin (1992). "Survival of wood-inhabiting fungi stored for 10 years in water and under oil." Canadian Journal of Microbiology **38**(8): 861-864.
- Jovall, P.-A., I. Tunblad-Johansson and L. Adler (1990). "¹³C NMR analysis of production and accumulation of osmoregulatory metabolites in the salt-tolerant yeast *Debaryomyces hansenii*." Archives of Microbiology **154**(3): 209-214.
- Jukes, T. H. and C. R. Cantor (1969). "Evolution of protein molecules." In Mammalian protein metabolism **III**: 21-132.
- Kılıç, A. and E. Uyanık (2001). "Tuz Gölü'nde Oluşan Kirletmenin Göl Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması 4." Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 18-19 Ekim 2001: 135-145.
- King, A. D., A. D. Hocking and J. I. Pitt (1979). "Dichloran-rose bengal medium for enumeration and isolation of molds from foods." Applied and Environmental Microbiology **37**(5): 959-964.
- Kis-Papo, T. (2005). "Marine fungal communities." MYCOLOGY SERIES **23**: 61.
- Kis-Papo, T., A. Oren, S. Wasser and E. Nevo (2003). "Survival of filamentous fungi in hypersaline Dead Sea water." Microbial ecology **45**(2): 183-190.
- Klich, M. (2002). "Identification of common *Aspergillus* species. 122 pp." Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands.
- Koday, S. (1999). "Tuz Gölü Tuzlaları." Marmara Coğrafya Dergisi **2**: 128-149.
- Kogej, T., J. Ramos, A. Plemenitaš and N. Gunde-Cimerman (2005). "The halophilic fungus *Hortaea werneckii* and the halotolerant fungus *Aureobasidium pullulans* maintain low intracellular cation concentrations in hypersaline environments." Applied and environmental microbiology **71**(11): 6600-6605.
- Kralj, A., S. Kehraus, A. Krick, E. Eguereva, G. Kelter, M. Maurer, A. Wortmann, H.-H. Fiebig and G. M. König (2006). "Arugosins G and H: Prenylated Polyketides from the Marine-Derived Fungus *Emericella nidulans* var. *a cristata*." Journal of natural products **69**(7): 995-1000.

Krijgsheld, P., R. Bleichrodt, G. van Veluw, F. Wang, W. Müller, J. Dijksterhuis and H. Wösten (2013). "Development in *Aspergillus*." Studies in Mycology **74**(1): 1-29.

Krumbein, W. and K. Jens (1981). "Biogenic rock varnishes of the Negev Desert (Israel) an ecological study of iron and manganese transformation by cyanobacteria and fungi." Oecologia **50**(1): 25-38.

MacArthur, R. H. (1967). The theory of island biogeography, Princeton University Press.

Magan, N. and J. Lacey (1984). "Effect of temperature and pH on water relations of field and storage fungi." Transactions of the British Mycological Society **82**(1): 71-81.

Magan, N. and J. Lacey (1984). "Effect of water activity, temperature and substrate on interactions between field and storage fungi." Transactions of the British Mycological Society **82**(1): 83-93.

Magurran, A. E. and A. E. Magurran (1988). Ecological diversity and its measurement, Springer.

Maheshwari, R., G. Bharadwaj and M. K. Bhat (2000). "Thermophilic fungi: their physiology and enzymes." Microbiology and molecular biology reviews **64**(3): 461-488.

Malik, K. A. (1982). "Taxonomy of cellulolytic fungi isolated from salt affected soils."

Margalef, R. (1972). "Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity." Transactions of the Illinois State Academy of Science **44**: 221-235.

Mbata, T. (2008). "Isolation of fungi in hyper saline Dead Sea water." Sudanese Journal of Public Health **3**(4).

McCarthy, C. (1996). "Chromas version 1.45." School of Health science, Griffith University, Gold Coast Campus, Queensland, Australia.

Mok, W., F. Castelo and M. Barreto da Silva (1981). "Occurrence of *Exophiala werneckii* on salted freshwater fish *Osteoglossum bicirrhosum*." International Journal of Food Science & Technology **16**(5): 505-512.

Mouchacca, J. (1997). "Thermophilic fungi: biodiversity and taxonomic status." Cryptogamie. Mycologie **18**(1): 19-69.

Mowll, J. and G. Gadd (1985). "Effect of vehicular lead pollution on phylloplane mycoflora." Transactions of the British Mycological Society **84**(4): 685-689.

Murray, M. and W. F. Thompson (1980). "Rapid isolation of high molecular weight plant DNA." Nucleic acids research **8**(19): 4321-4326.

Mutlu, M. B., M. Martínez-García, F. Santos, A. Pena, K. Guven and J. Anton (2008). "Prokaryotic diversity in Tuz Lake, a hypersaline environment in Inland Turkey." FEMS microbiology ecology **65**(3): 474-483.

Nayak, S. S., V. Gonsalves and S. W. Nazareth (2012). "Isolation and salt tolerance of halophilic fungi from mangroves and solar salterns in Goa-India." Indian J Geomarine Sci **41**: 164-172.

Nazareth, S., V. Gonsalves and S. Nayak (2012). "A first record of obligate halophilic aspergilli from the Dead Sea." Indian journal of microbiology **52**(1): 22-27.

Nelson, P., T. Toussoun and W. Marasas (1983). *Fusarium species An Illustrated Manual for Identification*. The Pennsylvania State, University Press. University Park.

Neves, M. L., R. P. Oliveira and C. M. Lucas (1997). "Metabolic flux response to salt-induced stress in the halotolerant yeast *Debaryomyces hansenii*." Microbiology **143**(4): 1133-1139.

Niknejad, F., M. Moshfegh, M. J. Najafzadeh, J. Houbraken, S. Rezaei, G. Zarrini, M. A. Faramarzi and N. Nafissi-Varcheh (2013). "Halotolerant ability and α -amylase activity of some saltwater fungal isolates." Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR **12**(Suppl): 113.

Norkrans, B. and A. Kylin (1969). "Regulation of the potassium to sodium ratio and of the osmotic potential in relation to salt tolerance in yeasts." Journal of bacteriology **100**(2): 836-845.

Norton, C. F. and W. D. Grant (1988). "Survival of halobacteria within fluid inclusions in salt crystals." Journal of General Microbiology **134**(5): 1365-1373.

Ogawa, A., C. Murakami, S. Kamisuki, I. Kuriyama, H. Yoshida, F. Sugawara and Y. Mizushina (2004). "Pseudodeflectusin, a novel isochroman derivative from *Aspergillus pseudodeflectus* a parasite of the sea weed, *Sargassum fusiform*, as a selective human cancer cytotoxin." Bioorganic & medicinal chemistry letters **14**(13): 3539-3543.

Oren, A. (1999). "Bioenergetic aspects of halophilism." Microbiology and Molecular Biology Reviews **63**(2): 334-348.

Ormeçi, C. and S. Ekercin (2007). "An assessment of water reserve changes in Salt Lake, Turkey, through multi-temporal Landsat imagery and real-time ground surveys." Hydrological processes **21**(11): 1424-1435.

Ozcan, B., G. Ozcengiz, A. Coleri and C. Cokmus (2007). "Diversity of halophilic Archaea from six hypersaline environments in Turkey." Journal of microbiology and biotechnology **17**(6): 985-992.

Ömer, K. M. (1989). "Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (Ph, Karbonat, Tuzluluk, Organik Madde, Total Azot, Yararlanılabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri." İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi.

Pandit, A. and R. Maheshwari (1996). "Life-history of *Neurospora intermedia* in a sugar cane field." Journal of biosciences **21**(1): 57-79.

- Pedrós-Alió, C., J. I. Calderón-Paz, M. H. MacLean, G. Medina, C. Marrasé, J. M. Gasol and N. Guixa-Boixereu (2000). "The microbial food web along salinity gradients." FEMS Microbiology Ecology **32**(2): 143-155.
- Petersen, P. M. (1970). "Danish fireplace fungi-an ecological investigation on fungi on burns." Dansk botanisk arkiv **27**(3): 1-97.
- Petrović, U., N. Gunde-Cimerman and A. Plemenitas (2002). "Cellular responses to environmental salinity in the halophilic black yeast *Hortaea werneckii*." Molecular microbiology **45**(3): 665-672.
- Pitt, J. (1979). "The genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eupenicillium* and *Talaromyces*. 634 pp." London etc.
- Pitt, J. and A. D. Hocking (1977). "Influence of solute and hydrogen ion concentration on the water relations of some xerophilic fungi." Journal of General Microbiology **101**(1): 35-40.
- Pitt, J. I. and A. D. Hocking (2009). Fungi and food spoilage, Springer.
- Pitt, J. I., R. A. Samson, J. C. Frisvad, R. A. Samson and J. I. Pitt (2000). "List of accepted species and their synonyms in the family Trichocomaceae."
- Prista, C., J. C. González-Hernández, J. Ramos and M. C. Loureiro-Dias (2007). "Cloning and characterization of two K⁺ transporters of *Debaryomyces hansenii*." Microbiology **153**(9): 3034-3043.
- Pugh, G. and L. Boddy (1988). "A view of disturbance and life strategies in fungi." Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences **94**: 3-11.
- Raghukumar, C. (2012). Biology of marine fungi, Springer.
- Raper, K. and D. Fennell (1965). "The Genus *Aspergillus*, 686 pp." The Williams and Wilkins Comp. Baltimore, USA.
- Raper, K. and C. Thom (1949). "A manual of the Penicillia. 875 pp." Williams and Wilkins, Baltimore: Maryland, USA.
- Rayner, A. D. (1998). "Fountains of the forest– the interconnectedness between trees and fungi." Mycological Research **102**(12): 1441-1449.
- Rayner, A. D. and L. Boddy (1988). Fungal decomposition of wood. Its biology and ecology, John Wiley & Sons Ltd.
- Redman, R. S., A. Litvintseva, K. B. Sheehan, J. M. Henson and R. J. Rodriguez (1999). "Fungi from geothermal soils in Yellowstone National Park." Applied and Environmental Microbiology **65**(12): 5193-5197.

Rodriguez-Valera, F., F. Ruiz-Berraquero and A. Ramos-Cormenzana (1981). "Characteristics of the heterotrophic bacterial populations in hypersaline environments of different salt concentrations." Microbial Ecology **7**(3): 235-243.

Saitou, N. and M. Nei (1987). "The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees." Molecular biology and evolution **4**(4): 406-425.

Sambrook, J., E. F. Fritsch and T. Maniatis (1989). Molecular cloning, Cold spring harbor laboratory press New York.

Samson, R. A., E. S. Hoekstra and J. C. Frisvad (2004). Introduction to food-and airborne fungi, Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS).

Samson, R. A., K. A. Seifert, A. F. Kuijpers, J. Houbraken and J. C. Frisvad (2004). "Phylogenetic analysis of *Penicillium* subgenus *Penicillium* using partial β -tubulin sequences." Stud Mycol **49**: 175-200.

Schubert, K., J. Z. Groenewald, U. Braun, J. Dijksterhuis, M. Starink, C. Hill, P. Zalar, G. De Hoog and P. W. Crous (2007). "Biodiversity in the *Cladosporium herbarum* complex (Davidiellaceae, Capnodiales), with standardisation of methods for *Cladosporium* taxonomy and diagnostics." Studies in Mycology **58**(1): 105-156.

Sepcic, K., P. Zalar and N. Gunde-Cimerman (2010). "Low water activity induces the production of bioactive metabolites in halophilic and halotolerant fungi." Marine drugs **9**(1): 43-58.

Shannon, C. E. and W. Weaver (1949). "The mathematical theory of communication (Urbana, IL." University of Illinois Press **19**(7): 1.

Shaw, D. E. (1990). "Blooms of *Neurospora* in Australia." Mycologist **4**(1): 6-13.

Simmons, E. (1981). "Halysiomyces, a new dematiaceous genus from Arizona's Sonoran Desert." Mycotaxon **13**.

Simpson, E. H. (1949). "Measurement of diversity." Nature.

Smith, D. (1993). "Tolerance to freezing and thawing." Mycology series **10**.

Smolyanyuk, E. and E. Bilanenko (2011). "Communities of halotolerant micromycetes from the areas of natural salinity." Microbiology **80**(6): 877-883.

Sonjak, S., M. Ličen, J. C. Frisvad and N. Gunde-Cimerman (2011). "The mycobiota of three dry-cured meat products from Slovenia." Food microbiology **28**(3): 373-376.

Staley, J. T., J. B. Adams and F. E. Palmer (1992). "Desert varnish: a biological perspective." Soil biochemistry **7**: 173-195.

Sterflinger, K., R. De Baere, G. De Hoog, R. De Wachter, W. E. Krumbein and G. Haase (1997). "*Coniosporium perforans* and *C. apollinis*, two new rock-inhabiting fungi isolated

from marble in the Sanctuary of Delos (Cyclades, Greece)." Antonie van Leeuwenhoek **72**(4): 349-363.

Sterflinger, K., G. De Hoog and G. Haase (1999). "Phylogeny and ecology of meristematic ascomycetes." Studies in mycology: 5-22.

Sterflinger, K. and W. E. Krumbein (1997). "Dematiaceous fungi as a major agent for biopitting on Mediterranean marbles and limestones." Geomicrobiology Journal **14**(3): 219-230.

Tamura, K., D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher, M. Nei and S. Kumar (2011). "MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods." Molecular biology and evolution **28**(10): 2731-2739.

Thomé-Oritz, P. E., A. Peña and J. Ramírez (1998). "Monovalent cation fluxes and physiological changes of *Debaryomyces hansenii* grown at high concentrations of KCl and NaCl." Yeast **14**(15): 1355-1371.

Tobe, M., T. Tashiro, M. Sasaki and H. Takikawa (2007). "A concise synthesis of pseudodeflectusin, an antitumor isochroman derivative isolated from *Aspergillus* sp." Tetrahedron **63**(38): 9333-9337.

Todaro, F., A. Berdar, A. Cavaliere, G. Criseo and L. Pernice (1983). "Gasophthalmus in black sea bream (*Spondyliosoma cantharus*) caused by *Sarcinomyces crustaceus* lindner." Mycopathologia **81**(2): 95-97.

Tresner, H. and J. A. Hayes (1971). "Sodium chloride tolerance of terrestrial fungi." Applied microbiology **22**(2): 210-213.

Urzi, C., U. Wollenzien, G. Criseo and W. Krumbein (1995). "Biodiversity of the rock inhabiting microbiota with special reference to black fungi and black yeasts." Microbial diversity and ecosystem function (Allsopp D, Colwell RR, Hawksworth DL, eds). CAB International, Wallingford: 289-302.

Uygun, A. and E. Şen (1978). "Tuz Gölü Havzası ve Doğal Kaynakları I: Tuz Gölü Suyunun Jeokimyası." Bulletin of the Geological Society of Turkey **21**: 113-120.

Vadkertiova, R. and E. Slavikova (1995). "Killer activity of yeasts isolated from the water environment." Canadian journal of microbiology **41**(9): 759-766.

Waksman, S. A. (1922). "A method for counting the number of fungi in the soil." Journal of bacteriology **7**(3): 339.

Walkley, A. and I. A. Black (1934). "An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method." Soil science **37**(1): 29-38.

Watanabe, T. (2002). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species.

Wheeler, K. A. and A. D. Hocking (1988). "Water relations of *Paecilomyces variotii*, *Eurotium amstelodami*, *Aspergillus candidus* and *Aspergillus sydowii*, xerophilic fungi isolated from Indonesian dried fish." International journal of food microbiology **7**(1): 73-78.

White, T., T. Bruns, S. Lee and J. Taylor (1990). "Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics." PCR protocols a guide to methods and applications: 315-322.

Wicklow, D. T. (1973). "Microfungal populations in surface soils of manipulated prairie stands." Ecology: 1302-1310.

Yaşar, M. and A. Uygur (1979). "Tuz." MTA

Ankara.

Zajc, J., P. Zalar, A. Plemenitaš and N. Gunde-Cimerman (2012). The Mycobiota of the Salterns. Biology of Marine Fungi, Springer: 133-158.

Zalar, P., G. De Hoog and N. Gunde-Cimerman (1999). "Ecology of halotolerant dothideaceous black yeasts." Studies in Mycology: 38-48.

Zalar, P., G. De Hoog and N. Gunde-Cimerman (1999). "Trimmatostroma salinum, a new species from hypersaline water." Studies in Mycology: 57-62.

Zalar, P., G. De Hoog, H.-J. Schroers, P. Crous, J. Z. Groenewald and N. Gunde-Cimerman (2007). "Phylogeny and ecology of the ubiquitous saprobe *Cladosporium sphaerospermum*, with descriptions of seven new species from hypersaline environments." Studies in Mycology **58**(1): 157-183.

Zalar, P., G. S. de Hoog, H.-J. Schroers, J. M. Frank and N. Gunde-Cimerman (2005). "Taxonomy and phylogeny of the xerophilic genus *Wallemia* (Wallemiomycetes and Wallemiales, cl. et ord. nov.)." Antonie van Leeuwenhoek **87**(4): 311-328.

Zalar, P., J. C. Frisvad, N. Gunde-Cimerman, J. Varga and R. A. Samson (2008). "Four new species of *Emericella* from the Mediterranean region of Europe." Mycologia **100**(5): 779-795.

Zalar, P., M. A. Kocuvan, A. Plemenitaš and N. Gunde-Cimerman (2005). "Halophilic black yeasts colonize wood immersed in hypersaline water." Botanica Marina **48**(4): 323-326.

ÖZGEÇMİŞ

Yaşar Erçin KOCABIYIK

08.03.1984 tarihinde Eskişehir’de doğdu. İlkokulu Yunus Emre İlköğretim okulunda, Orta Okulu Mehmet Gedik Orta Okulu’nda tamamladı. 2002 yılında Fatih Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. Lisans öğrenimine 2004’de Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Biyoloji bölümünde başladı. 2009 yılında lisans öğrenimini tamamlayarak aynı üniversitenin bütünleşik doktora programına kayıt olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji anabilimdalı Genel Biyoloji bilimdalından 2014 yılında mezun oldu. Mikrofunguslarla ilgili çeşitli projelerde araştırmacı olarak çalışmalarını sürdürmektedir.