

**CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MANİSA İLİ VE ÇEVRESİNDEKİ KAPLICALARDA  
YAYILIŞ GÖSTEREN MAVİ-YEŞİL ALG TÜRLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sevilay ÖZTÜRK ULCAY**

**Anabilim Dalı : Biyoloji**

**Programı : Hidrobiyoloji**

MANİSA 2005

**CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MANİSA İLİ VE ÇEVRESİNDEKİ KAPLICALARDA  
YAYILIŞ GÖSTEREN MAVİ-YEŞİL ALG TÜRLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sevilay ÖZTÜRK ULCA Y**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :**

**Tezin Savunulduğu Tarih :**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet ÖZTÜRK  
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Hüseyin GÜNER  
Doç. Dr. Meral ÖZTÜRK**

MANİSA 2005

## İÇİNDEKİLER

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ.....                                    | 1  |
| 1.1. Giriş .....                                                    | 1  |
| 1.2. Termal Alglerle İlgili Çalışmalar .....                        | 3  |
| 1.3. Türkiye’de Termal Alg Çalışmaları.....                         | 5  |
| 2. MATERYAL VE METOD.....                                           | 7  |
| 2.1. Örnekleme Yöntemi ve Örneklerin Saklanması .....               | 8  |
| 2.2. Örnekleri İnceleme Yöntemleri .....                            | 12 |
| 3. ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN ÖZELLİKLERİ.....                            | 13 |
| 3.1. Termal Mineralli Sular .....                                   | 13 |
| 3.2. Kaplıcalar ve Kaplıca Çeşitleri .....                          | 15 |
| 3.3. Manisa’nın Jeolojisi .....                                     | 19 |
| 3.4. Araştırma Bölgesindeki Kaplıcaların Genel Özellikleri.....     | 21 |
| 3.4.1. Salihli kurşunlu kaplıcası .....                             | 22 |
| 3.4.2. Salihli sart kaplıcası .....                                 | 25 |
| 3.4.3. Turgutlu organlı kaplıcası.....                              | 26 |
| 3.4.4. Köprübaşı borlu saraycık kaplıcası.....                      | 29 |
| 3.4.5. Kula emir kaplıcası.....                                     | 32 |
| 4. BULGULAR.....                                                    | 35 |
| 4.1. Mavi-yeşil Alglerin Genel Özellikleri.....                     | 35 |
| 4.2. Araştırma Bölgesinde Tespit Edilen Mavi-yeşil Alg Türleri..... | 42 |
| 4.3. Tespit Edilen Türlerin Sistematığı ve Özellikleri.....         | 46 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....                                           | 85 |
| 6. KAYNAKLAR.....                                                   | 92 |
| 7. CİNS DİZİNİ.....                                                 | 98 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1.1. Borlu Saraycık Kaplıcası Eski Hamam kaynak ağzında bulunan alg grupları.....     | 10 |
| Şekil 3.3.1. Araştırma bölgesinin haritadaki yeri.....                                        | 20 |
| Şekil 3.4.1. Kaplıcaların Manisa Sınırları İçindeki Dağılışı.....                             | 21 |
| Şekil 3.4.1.1. K1 kaynak ağzı ve suyun aktığı ve tatlı suyla buluştuğu kısım.....             | 22 |
| Şekil 3.4.1.2 K 2 kaynak ağzı ve aktığı havuz.....                                            | 23 |
| Şekil 3.4.1.3. K 3 kaynak ağzı ve kontrol altına alındığı tesis.....                          | 23 |
| Şekil 3.4.2.1. Sart Kaplıcası suyun kaynaktan çıkışta toplandığı depo ve tek kaynak ağzı..... | 25 |
| Şekil 3.4.3.1. Turgutlu Urganlı sera içi kaynak ağzı.....                                     | 26 |
| Şekil 3.4.3.2. Urganlı Ak Hamam.....                                                          | 27 |
| Şekil 3.4.3.3. Urganlı Tesis içi kaynak ağzı.....                                             | 27 |
| Şekil 3.4.3.4. Urganlı Kırk damlalar kaynak ağzı.....                                         | 28 |
| Şekil 3.4.4.1. Borlu Saraycık Büyük havuz kaynak ağzı.....                                    | 29 |
| Şekil 3.4.4.2. Borlu Saraycık eski hamam kaynak ağzı ve tatlı suya karıştığı yer.....         | 30 |
| Şekil 3.4.5.1. Kula Emir Kaplıcası aşağı hamam kaynak ağzı.....                               | 32 |
| Şekil 3.4.5.2 Kula Emir Kaplıcası yukarı hamam kaynak ağzı ve aktığı yer.....                 | 33 |
| Şekil 4.3.1. <i>Chroococcus dimidiatus</i> (Kützinger) Nageli. ....                           | 47 |
| Şekil 4.3.2. <i>Chroococcus minor</i> (Kützinger) Nägeli.....                                 | 48 |
| Şekil 4.3.3. <i>Gloeocapsa quaternata</i> (Brébisson) Kützinger.....                          | 50 |
| Şekil 4.3.4. <i>Spirulina subsalsa</i> Oersted.....                                           | 52 |
| Şekil 4.3.5. <i>Spirulina subtilissima</i> Kützinger.....                                     | 53 |
| Şekil 4.3.6. <i>Spirulina meneghiniana</i> (Zanardini) Gomont.....                            | 54 |
| Şekil 4.3.7. <i>Spirulina major</i> Kützinger.....                                            | 55 |
| Şekil 4.3.8. <i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gomont) Anagnostidis ve Komarek.....                 | 58 |
| Şekil 4.3.9. <i>Planktolyngbya subtilis</i> (G. S. West) Anagnostidis ve Komarek.....         | 60 |
| Şekil 4.3.10. <i>Limnothrix amphigranulata</i> (Goor) Meffer.....                             | 62 |
| Şekil 4.3.11. <i>Jaaginema pseudogeminata</i> (Schmidle) Anagnostidis ve Komarek.....         | 64 |
| Şekil 4.3.12. <i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont. ....                            | 66 |
| Şekil 4.3.13. <i>Oscillatoria proteus</i> Skuja.....                                          | 67 |
| Şekil 4.3.14. <i>Oscillatoria boryana</i> Bory.....                                           | 68 |
| Şekil 4.3.15. <i>Oscillatoria calcuttensis</i> Biswas.....                                    | 69 |
| Şekil 4.3.16. <i>Lyngbya contorta</i> Lemmermann.....                                         | 71 |
| Şekil 4.3.17. <i>Phormidium chlorinum</i> (Kützinger) Umezaki ve Watanabe.....                | 74 |
| Şekil 4.3.18. <i>Phormidium willei</i> (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek.....           | 75 |
| Şekil 4.3.19. <i>Phormidium terebriforme</i> (C. Agardh) Anagnostidis ve Komarek.....         | 76 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.3.20. <i>Phormidium amphibium</i> (C. Agardh) Anagnostidis ve Komarek.....           | 77 |
| Şekil 4.3.21. <i>Phormidium formosum</i> (Bory de Saint-Vicent) Anagnostidis ve Komarek..... | 78 |
| Şekil 4.3.22. <i>Phormidium splendens</i> (Greville ex Gomont) Anagnostidis ve Komarek.....  | 79 |
| Şekil 4.3.23. <i>Calothrix thermalis</i> (Schwabe) Hansgirg.....                             | 81 |
| Şekil 4.3.24. <i>Calothrix marchica</i> Lemmermann.....                                      | 82 |
| Şekil 4.3.25. <i>Mastigocladus cf. laminosus</i> Cohn .....                                  | 84 |

#### ÇİZELGE LİSTESİ

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.1.1 Canlıların gelişimleri için üst sıcaklık limitleri (Brock, 1985)..... | 40 |
| Çizelge 5.1. Türlerin aylara göre dağılım tablosu.....                              | 87 |
| Çizelge 5.2. Türlerin yer dağılım tablosu.....                                      | 88 |

## ÖZET

Termal suların tarihçesine göz atıldığında insan sağlığı bakımından çok önemli oldukları ve tarih boyunca insanlar tarafından sağlık ve güzellik amaçlı kullanıldıkları dikkati çekmektedir. Günümüzde de kaplıcalardan yararlanmanın giderek artması karşısında biyolojik yapılarının da incelenerek bilimsel açıdan öneminin ortaya konması gerekmektedir. Yıl boyunca sabit fakat canlı yaşamı için oldukça ekstrem koşullar sunan termal sular, biyolojik açıdan oldukça fazla ilgi uyandırmaktadır. Bu araştırmada Manisa ilinde bulunan bazı kaplıcalarda yayılış gösteren Mavi-yeşil alg türlerinin farklı kaplıcalardaki dağılımı ile kaynakların su sıcaklıkları arasındaki ilişkinin belirlenmesi, kaynak sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değerlendirilerek su kalitesi hakkında yoruma gidilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, Manisa ve çevresinde ekonomik ve sağlık yönünden yararları göz önünde bulundurularak seçilen 5 kaplıcadan toplam 12 istasyondan 12 ay süreyle örnekleme yapılmıştır. Yapılan örnekleme sonucunda Mavi-yeşil alg grubunda 4 ordo, 7 familya altında toplanan 25 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden 6 tanesi Türkiye tatlı suları için yeni kayıttır. Ülkemiz tatlı suları için yeni kayıt olan: *Oscillatoria proteus* Skuja, *Oscillatoria calcuttensis* Biswas, *Phormidium chlorinum* (Kützing) Umezaki ve Watanabe, *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek, *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn, *Gloeocapsa quaternata* (Brébisson) Kützing türleridir. Türlerin özellikleri, yaşam alanları karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Ayrıca bu kaplıcalarda yayılış gösteren Mavi-yeşil alg türlerinin tespiti ile ülkemiz ve dünya alg florasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Algler, Kaplıca, Manisa, Mavi-yeşil alg, Taksonomi.

## ABSTRACT

When we have a look on the history of thermal waters, we can see the importance in human health, and there are various usage areas attracting attention such as developing beauty and health. Today, people are still taking the advantage of thermal waters. Thus it is necessary to examine and put forward their biological structure in a scientific point of view.

Although, thermal waters remain in a stable condition though in a period of a year, they contain extreme conditions for the living things. Those conditions attract attention in biological science. This research aims to determine the correlation between the distribution of Blue-Green Algae's, and the thermal water heat in Manisa province. Also it intends to utilize the physical and chemical properties of thermal waters, to put forward a comment on water quality.

In this study, samples are gathered from 12 stations in 5 different thermal springs in Manisa and its surrounding area in a period of 12 months. Those stations were chosen considering their health-beneficial and economical properties. As a result of the sampling operation, totally 25 species are determined classified under 4 ordo, and 7 family in the group of Blue-Green Algae's. 6 of those species are recent recordings in waters on Turkey. Those newly recordings species in our waters are named as: *Oscillatoria proteus* Skuja, *Oscillatoria calcuttensis* Biswas, *Phormidium chlorinum* (Kützing) Umezaki ve Watanabe, *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek, *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn, *Gloeocapsa quaternata* (Brébisson) Kützing.

Characteristics and living conditions of these species are considered comparatively. Furthermore, contribution to the algae flora of our country and the world is purposed by determining the Blue-Green Algae's spreading in those thermal waters.

Keywords: Algae, Thermal water, Manisa, Blue-Green Algae, Taxonomy

## 1. GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ

### 1.1. Giriş

Alglerden çok uzun yıllardan beri çok farklı amaçlarla faydalanılmaktadır. Alglerin kullanıldığı alanlar arasında; boya ve kauçuk sanayi, tekstil, kozmetik sanayi, kâğıt ve inşaat sanayi, ilaç ve alkol sanayi, dişçilik, gübre ve gıda sanayi ve hatta yiyecek olarak kullanımı sayılabilir.

Alglerden elde edilen agar-agar, karragen, alginat, fukoidan, laminaran ve mannitol gibi daha pek çok ürün çağımız endüstrisinde çok yönlü kullanılan ürünlerdir. Alglerin bu sayede ekonomiye sağladığı katkı çok büyük olmakla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarda algler atık suların biyolojik arıtımında da kullanılmaktadır. Ama ne var ki ülkemiz çok sayıda farklı alg türüne sahip olmakla birlikte bunlardan ekonomik anlamda yarar sağlayamamaktadır. Sanayi alanında kullanılan algal içerikli ham maddeyi ise dışarıdan işlenmiş halde almaktadır. Bu da ülke ekonomimizi olumsuz yönde etkilemektedir. Son yıllarda alglerle ilgili yapılan çalışma ve araştırmaların artması ile bu olumsuzluğun durdurulacağına inanmaktayız.

Algologlar tarafından 7 bölüme ayrılan alglerden tek prokaryot yapıdaki alg gurubu Mavi-yeşil alglerdir. Mavi-yeşil algler prokaryotik yapıda olmalarına rağmen yüksek bitkilere benzer oksijenli fotosentez yapabilen tek gruptur. Sahip oldukları metabolizma sayesinde nitrojen fiksasyonu yapabilirler.

Mavi-yeşil alglerin çok yönlü metabolizması ve kapasitesi çok hızlı bir şekilde bir durumdan diğerine değişim gösterebilmektedir. Böylelikle çok farklı çevre şartlarına oldukça yüksek bir başarı oranıyla uyum sağlayabilmektedirler. Tatlı sulardan yüksek tuzluluk oranına sahip göllere, sodalı göllerden denizlere (okyanuslar dâhil), pirinç tarlalarından bentik organizma olarak kıyısız sedimentte, toprakta, çöllerde, sıcak kaynak ağızlarında, mağara duvarlarında ve daha birçok farklı çevrede yayılış gösterebilirler. Bununla birlikte mavi-yeşil algler çok çeşitli canlı grupları ile simbiyont oluştururlar. Birçok çevredeki mavi-yeşil algler ekosistemdeki besin zincirinde birincil üreticilerdir.

En eski fosil kayıtlarda dahi izlerine rastlanan mavi-yeşil alglerin atmosferdeki oksijen birikimine neden olduğu kabul edilmektedir (Ehrlich, 1990). Bu açıklamalar mavi-yeşil alglerin ne kadar büyük bir öneme sahip olduğunu ve hala dünya üzerindeki ekosistemde önemli görevlerinin olduğunu göstermektedir.

Termal suların kesin ortak karakteri termal kaynak ağızlarının özellikleri ile açıklanır. Termal sular genellikle yüzey sularının sıcak magma yakınlarına kadar aşağılara doğru süzülmesiyle oluşur, aşağı indikçe ısınır ve sonra tekrar yüzeye doğru yol alır. Isınmış olan su yüzeye doğru çıkarken geçtiği yerlerdeki mineralleri çözer ve böylece ortaya çıkan suyun mineral içeriği karakteristik olarak oldukça yüksek seviyelerde olur (Castenholz, 1969).



Dünyamızın jeolojik yapısı gereği ülkemizde de alt katmanlardan ısınarak ve mineral yükünü arttırarak yeryüzüne çıkan çok sayıda termal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynak ağzları aynı zamanda Mavi-yeşil algler gibi çok yönlü bir metabolizmaya sahip olan canlı gruplarının yaşam ortamı olarak bulunduğu yerlerdir. Sıcaklığın yüksek oluşu yaşam şartlarının zorlaşmasına neden olmakla birlikte tür çeşitliliğini de sınırlandırmaktadır.

Dünya üzerinde en yaygın organizma gruplarından biri olan mavi-yeşil algler ülkemizde de birçok kaplıcada yaşam alanı bulmaktadır. Daha önceki çalışmalara bakıldığında termal Mavi-yeşil alg çalışmalarının sayısının yetersiz olduğu düşünülerek, bu çalışmada Manisa ve çevresindeki kaplıcalarda yayılış gösteren mavi-yeşil alglerin tespit ve teşhisi amaçlanmıştır.

## 1.2.Termal Alglerle İlgili Çalışmalar

Sıcak sular çok fazla literatüre sahip olmamakla birlikte aşağıda önemli ilk çalışmalar verilmiştir: Brues (1927) hayvansal yaşamı, Copeland (1936) ve Nash (1938) Amerika'nın sahip olduğu termal kaynaklarda biyolojik olarak büyük bir grubu oluşturan termal Myxophyceae üyelerini çalışmışlardır. Tuxen (1944) İzlanda'daki sıcak kaynakların ve Molisch (1926), Emoto (1942) ve Yoneda (1942) Japonya'daki sıcak kaynakların florasını çalışmışlardır. Diğer ilk ve sınırlı sayıdaki çalışmalarda Hindistan, Çin, Malakka yarımadası, Cezayir ve Almanya'da yapılmıştır. Daha sonraları Brock ve Brock (1966) sıcak kaynakların biyokimyasal ekolojisine yönelik ayrıntılı çalışmalar yapmışlardır.

İlk termal alg çalışmalarından biri Amerika'da bulunan Yellowstone milli parkının alg ve diğer canlı grupları üzerinedir. Davis tarafından 1897 yılında yapılan çalışmalarda, renkli türler Cyanophyceae sınıfı içinde, en ilkel alg grupları ve renksiz olanları Schizomycetes altında bakteri ya da en ilkel mantar grupları olarak ayrılmışlardır. 85 °C'nin üzerinde canlı bulunmadığına dikkat çekilen araştırmada hangi sıcaklık aralıklarında hangi renk canlı gruplarının yaşadığı belirtilmiştir. Bir sonraki yıl Tilden tarafından Batı Amerika'nın termal algleri üzerine yapılan çalışmada 11 cinse ait 17 mavi-yeşil alg türü tespit edilmiştir. Tilden çalışmasında birçok türün özelliklerini ayrıntılı olarak ele almıştır. Flowers 1934 tarihli çalışmasında Büyük tuz gölü etrafında bulunan 7 kaplıcada 19 mavi-yeşil alg türü tespit etmiştir. Arkansas'ta bulunan iki sıcak kaynağın alg yapısı 1941 yılında Gray tarafından araştırılmış ve 16 cinse ait 36 tür tespit edilmiştir.

Termal bölgelerde bulunan türlerle ilgili ilk ayrıntılı çalışmaları başlatanlardan biri Castenholz olmuştur. Araştırmacı 1967 yılında yayınlanan makalesinde termofilik *Oscillatoria* cinsinin özelliklerini incelemiştir. Aynı yıl Stockner Yellowstone parkında ve çevresinde yaptığı çalışmalarda alg toplulukları incelemiş ve termal bölgelerdeki alg büyümesine ışığın etkisini de araştırmıştır. En geniş bölgeye sahip termal alg çalışmalarından biri olan Hindistan'ın termal mavi-yeşil alglerinin araştırıldığı 1968 yılında yapılan çalışma Vasishta'ya aittir. Türlerin yaşadığı ara sıcaklıkların tek tek verildiği bu çalışmada belli sıcaklık aralıklarında yaşayan mavi-yeşil alglerin tür ve cins sayıları belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada kaynak ağızlarının ayrıntılı sıcaklık ve kimyasal madde ölçümleri de verilmiştir. "Termofilik mavi-yeşil algler ve termal çevre" isimli çalışmada 1969 yılında Castenholz tarafından yapılmış ve termal kaynaklar her yönden detaylı bir şekilde araştırılmış. Yine Castenholz tarafından aynı yıl yayınlanan "İzlanda'nın termofilik mavi-yeşil algleri ve yüksek sıcaklık limitleri" üzerine araştırmada ısının diğer termal kaynak ağızlarına göre yüzeyde daha düşük olduğundan tür sayısının daha sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Dünya üzerindeki diğer termal bölgelerle karşılaştırılması yapılmış ve farklı bölgelerde tür sayı ve çeşitliliğinin çok farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Örnek olarak Japonya'da 150 termal Mavi-yeşil alg türü bulunduğu belirtilmiştir. Castenholz tarafından 1970

yılında termofilik mavi-yeşil alglerin laboratuvar ortamında kültüre alınması incelenmiş ve yayınlanmıştır. Castenholz bu çalışmalardan sonra, sıcak kaynaklarda bulunan mavi-yeşil alglerin ekolojisi üzerine yaptığı araştırmasını 1973 yılında yayınlamıştır.

Sperling 1975 yılında güney İzlanda'da kış aylarında sıcak kaynaklardaki algal ekolojiyi incelemiştir. Alg gruplarının büyümesinde yaz-kış ayları arasındaki farkı belirtmiştir. Klorofil, faofitin, birincil üretici ve suda bulunan kimyasal madde tayinlerini yapmıştır. Mitchell tarafından 1974 yılında sıcak kaynaklarda termofili evrimi araştırılmış ve termal sularda yaşayan canlıların özellikle de mavi-yeşil alglerin uyumu ve özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Mitchell birçok termofil canlının orijininin aynı olduğunu ama bu canlıların karakteristik sıcaklık limitlerinin farklılık gösterdiğini belirtmiştir. 1982 yılında Kullberg tarafından yapılan çalışmada sıcak kaynak ağızlarındaki komünitelerde algal gruplar incelenmiştir. Araştırmada yüksek sıcaklıklarda yaşayan 4 dominant mavi-yeşil alg türü belirlenmiştir. Bu türler: *Mastigocladus laminosus*, *Phormidium laminosum*, *P. angustissimum*, *Synechococcus lividus* olup son türün 60 °C'de dominant olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada tespit edilen 21 mavi-yeşil alg türünün yaşadıkları sıcaklıklar verilmiştir.

Brock 1985 yılında yaptığı çalışmada yüksek sıcaklıklarda yaşamı incelemiş ve canlıları yaşadıkları sıcaklıklara göre gruplandırmıştır. Ayrıca termofilik canlıların evrimsel gelişimi ve metabolizmalarını açıklamıştır. Bu çalışma yüksek sıcaklıkta yaşayan tüm canlı gruplarının her yönden karşılaştırmasını verdiği için oldukça önemli bir çalışmadır. Raven ve Geider 1988 yılında ısı ve algal büyüme üzerine yaptığı çalışmalarda sıcaklığın canlı büyümesi üzerine etkisini, enzimlere etkisini, ışığın canlıya etkisini ve elektron taşınmasında sıcaklığın etkisini ayrıntılı olarak anlatmaktadır.

Castenholz 1996 yılında yaptığı farklı araştırmada termofilik Mavi-yeşil alglerde endemizm ve biyolojik çeşitliliği çalışmış ayrıca endemik ve kozmopolit olan termal Mavi-yeşil alg türlerini vermiştir. Artık termal ortamlardaki literatür çalışmaları azalmış ve sıcak kaynaklarda yaşayan türlerin özellikleri daha detaylı araştırılmaya başlanmıştır. Ward ve Castenholz 2000 yılında jeotermal çevrelerde yaşayan mavi-yeşil algleri tüm yönleriyle incelemişlerdir. Bu çalışma son yıllarda termal ortamlarda canlı yaşamıyla ilgili en detaylı çalışmadır. Kastovsky ve Komarek 2001 yılında Çek Cumhuriyeti'nde bulunan termal kaynak ağızlarındaki fototrofik mikrovejetasyonu incelemişlerdir. Komarek ve arkadaşları daha detaya inerek 2004 yılında İtalya'da Euganean kaplıcasında bulunan termal *Oscillatoriales* üyelerinin morfolojik ve moleküler karakterini incelemişlerdir.

### 1.3. Türkiye’de Termal Alg Çalışmaları

Ülkemizde tatlı su çalışmaları çok uzun yıllardan beri detaylı olarak yapılmaktadır. Ancak bu çalışmalar incelendiğinde göl, gölet, baraj gölleri ve akarsularla ilgili çalışmaların ağırlıkta olduğu görülmektedir. Buna karşın kaplıca ağzlarında yaşayan termal alg çalışmaları sınırlı sayıda ve oldukça azdır.

Türkiye farklı özelliklere sahip çamur, kaplıca ve maden suları bakımından çok zengin olmakla birlikte yaklaşık olarak 500 kadar kaplıca bulunduğu belirtilmektedir (Çağlar 1948). Bu kaynakların içinde insan sağlığı bakımından yararlı özelliklerinden dolayı tarih boyunca önem kazanmış olanları vardır. Dünya üzerindeki birçok kaplıcada olduğu gibi ülkemiz kaplıca suları da eski çağlardan beri birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarla sıcak su kaynaklarının hangi hastalıklara iyi geldiği araştırılmış ve kullanım faydalarının artırılması sağlanmıştır. Çevresel doğal bir güzelliğe sahip ve birçok hastalığa iyi gelen bu kaynakların ülkemiz için ekonomik değeri de oldukça fazladır. Kaynakların önemi ve değerleri bilindiğinden, halkın bilinçli faydalanmasını sağlamak amacı ile sıcak kaynak sularının özelliklerinin ortaya konması gerekmektedir. Sağlık Bakanlığı bu sıcak kaynak suyu analizlerinin yapılması için M.T.A. Enstitüsü’nü görevlendirmiştir. Jeologlar tarafından bölgelerin jeolojik oluşumları da incelenmiştir.

Ülkemizdeki termal kaynakların biyolojisi ile ilgili ilk çalışma Regel tarafından 1932–1935 yılları arasında Pamukkale ve çevresinden toplanan örnekler ile yapmış ve Yunanistan’da bulunduğu sırada Skuja ile birlikte incelenmiştir. Güner 1966 yılında Pamukkale termal suyunun mikroflorasını incelediği çalışmasında 9 mavi-yeşil alg cinsine ait 19 tür tespit etmiştir. Aynı araştırmacı 1967 yılında Ege bölgesi termal sularının alg vejetasyonu ile ilgili ön gözlemlerini yayınlamıştır. Bu çalışmada farklı özellikteki kaplıcalarda yapılan araştırmalar ve hem tür hem de kaplıca özelliklerinin karşılaştırılması verilmiştir. 1970 yılında yine Güner tarafından yapılan çalışmada ise Ege Bölgesi kaplıca ve maden sularının alg vejetasyonu ile ilgili inceleme yayınlanmış, 14 mavi-yeşil alg cinsine dâhil 47 tür belirlenmiş ve ayrıntılı şekilde tablo halinde verilmiştir.

Aysel ve arkadaşları tarafından 1992 yılında yapılan çalışmada mavi-yeşil alglere ait 33 takson verilmiştir. Güner’in danışmanlığında Ünal (1996) tarafından yapılan yüksek lisans çalışmasında İzmir Balçova (Agamemnon) Kaplıcası mikroskobik ve makroskobik alg florası incelenmiştir. Çalışmada 12 mavi-yeşil alg cinsine ait 34 tür tespit edilmiştir. Tarkan tarafından Ustaoglu danışmanlığında 2000 yılında yapılan yüksek lisans tez çalışmasında, Urganlı Kaplıcaları (Turgutlu-Manisa) alg popülasyonunun incelenmesi ve su kalitesinin değerlendirilmesi amaçlanmış, sonuçta mavi-yeşil alg grubuna dâhil 8 cins ve 10 tür tespit edilmiştir.

Literatür özetinde de görüldüğü gibi yurt dışında yapılan termal alglerle ilgili çalışmalar çok fazla sayıda olmakla birlikte oldukça da ayrıntılıdır. Ülkemizde bu konudaki çalışmaların yetersizliği görülüp bu eksiklik giderilmelidir. Yapılan çalışmalarda ise sadece sistematik seviyesinde kalınmıştır. Bu çalışmada şimdiye kadar yetersiz olduğu düşünülen termal su alg çalışmalarına katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde Manisa İli ve çevresinde yer alan ekonomik ve halk sağlığı bakımından önemli olan 5 kaplıcada 12 örnekleme noktası belirlenmiştir. Bu termal kaynak ağızlarında bulunan mavi-yeşil alg grubuna ait alglerin tespiti ve teşhisi amaçlanmıştır. Belirlenen türler ileride bu konuda yapılacak çalışmalar için başlangıç olabileceği gibi bu bölgede yapılan detaylı bir çalışma olması nedeni ile önemli bir boşluğu dolduracağına inanmaktayız.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu araştırma 2003 Haziran ve 2004 Mayıs tarihleri arasında 12 ay süreyle gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma kapsamında Manisa ilinde bulunan kaplıcalardan öncelikle 1. ve 2. derece önemli olan kaynaklar belirlenmiş ve bu kaynaklarda yayılış gösteren mavi-yeşil alg türleri özdek olarak seçilmiştir.

Manisa ili Gediz vadisi sıcak su kaynakları çok geniş bir alana dağılmıştır. Bunlardan en önemlileri; Salihli Kurşunlu Kaplıcaları, Turgutlu Urganlı Kaplıcaları, Salihli Sart Kaplıcası (Sart Çamur Banyoları), Demirci Borlu Saraycık Kaplıcası, Kula Emir Hamamları'dır. Araştırma alanında yer alan bu kaplıcalardan toplam 12 örnekleme istasyonu belirlenmiştir. Bu istasyonlardan 2003 Haziran ve 2004 Mayıs ayları arasında, her ay birer kez olmak üzere alg ve termal su örnekleri alınmıştır. Kavanozlara konan bu örnekler alındığı istasyona, tarihine, havanın durumuna, termal suyun sıcaklığına, zemin durumuna göre etiketlenmiştir. Termal su ve alg örneklerinin alındığı örnekleme istasyonlarının fotoğrafları çekilmiştir. Termal suyun sıcaklıkları her ay aynı noktadan olmak şartıyla arazide 0,1 °C duyarlı 200 °C'ye kadar ölçebilen civalı cam termometre ile ölçülmüştür.

## 2.1. Örnekleme Yöntemi ve Örneklerin Saklanması

Alg örnekleri, sıcak su kaynaklarının çıkış noktalarından ve termal suyun izlediği yolda, ilk çıkış, ilk 1m, 1–3 m, 3–5 m, 5–10 m olmak üzere sınıflandırılarak toplanmıştır. Örnekleme istasyonlarında zemin çok farklılık göstermekte olduğundan kaynağın ve suyun izlediği yolun zemin durumuna göre farklı gereçlerle örnekleme yapılmıştır. Kayalar üzerinde tabakalaşmış olarak bulunan alg örnekleri bir spatula yardımı ile kazınarak alınmıştır. Toprak veya çamurlu zeminde iğne, pens gibi yardımcı gereçler kullanılarak toplanmıştır. Ayrıca eski kireç tabakası oluşumları üzerinde bulunan veya zemin düzenlenmesi yapılmış sert beton atılmış olan kaynak ağızlarından ise kazıntı alma suretiyle örnekleme yapılmıştır.

Salihli Kurşunlu kaplıcasında kontrol altına alınmış olan kaynak ağızlarında daima beton zeminden, suyun damlalar halinde veya ince bir sızıntı halinde aktığı kısımlardan spatula yardımıyla kazıntı alınarak yapılmıştır. Yine aynı kaplıcadaki farklı bir kaynak ağzında ise dik duran demir bir boru içinden örnekleme pens yardımıyla jelâtinimsi yapıdaki örneklerin toplanmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Kula Emir Kaplıcalarında kaynak ağızları kontrol altına alınmış olduğu için ilk çıkıştan örnekleme alınamamış ama suyun havuzlara verildiği kısmın yanında bulunan beton kanallar içinden ilk 3m'den sonra örnek alınmıştır. Beton kanalların iç yüzeyinden spatula ile kazıntı alınarak, ayrıca yavaş ve devamlı olarak akan suyun üst yüzeyinde alglerin oluşturduğu jelâtinimsi topluluklardan ise geniş ağızlı bir kavanoza suyun doldurulması ile örnekleme yapılmıştır.

Borlu Saraycık Kaplıcasında Büyük Havuzda su kaynak ağzından çıktıktan sonra kireçli bir zemininden ilerleyerek büyük bir havuz oluşturmaktadır. Suyun akış hızının oldukça yüksek olduğu bu havuz içinde de 0,5–1 m derinde bulunan çamurlu çukurlu kaynak denilen küçük kaynak ağızları da bulunmaktadır. Havuzda biriken su güneşli havalarda daha berrak olmakta ve dipteki kaynaklarda gözlenebilmektedir. Bu istasyonda kaynak ağzında bulunan kireçli zemin daha yumuşak bir yapıda olduğundan burada bulunan jelâtinimsi alg grupları ucu kıvrık pens ve iğne ile alınmıştır. Aynı istasyonda suyun oluşturduğu havuzun üst yüzeyinde bulunan alg grupları ise zaman zaman kaplıca görevlileri tarafından boruları tıkamaması için toplanarak temizliği yapılsa da daima büyük tabakalar halinde bulunmaktadır. Bu havuzda bulunan büyük alg grupları bir sopanın ucuna bağlanmış ağız geniş bir kavanoz yardımıyla toplanmıştır.

Salihli Sart Kaplıcasında bulunan tek istasyonda örnekleme suyun ancak kaynaktan çıktıktan 5 m sonra yapılabilmiştir. Kapalı sistemde tutulan su önce havuza toplanmakta, daha sonra yine kapalı sistemle banyolara verilmektedir. Banyolara verilen sudan arta kalan fazla su drenaj suyu olarak ovaya doğru açık araziye akıtılmaktadır. Suyun kapalı sistemden çıktığı ve dik bir yüzeyden akış yaptığı işte bu noktadan örnekleme iğne ve pens yardımı ile yapılmış ve ipliksi yapıdaki algler toplanmıştır.

İstasyonlarda yerleşmiş olan alg grupları uzun süre temizlenmedikleri zaman büyük gruplar oluştururlar. Hatta çoğu istasyonda katmanlar halinde bulunan bu örnekler tüm tabakalar bir arada olacak şekilde bozulmadan toplanmış ve bu durum etiketlerinde belirtilmiştir. Daha sonra laboratuarda yapılan incelemede bu katmanlarda farklı alg gruplarının yerleşmiş oldukları gözlenmiştir. Zaman zaman işletmeler tarafından temizlenen bu bölgelerde bir sonraki örneklemede ortama ilk yerleşen alg türleri de dikkate alınmakta ve bunu izleyen alg grupları bu sayede sırasıyla tespit edilebilmektedir. Ama kimi zaman da yapılan bu temizleme işlemi örnek alınamamasına ve çalışmanın aksamasına da yol açmıştır.

Suyun akarak küçük derecikler oluşturduğu yerlerde kıyıda içe doğru ya da kaynaktan uzaklaştıkça farklı renklenmeler gözlenmiş, bu kısımlar farklı kavanozlara alınmıştır. Kavanozlara alglerin alındıkları sıcaklık aralıkları da dikkatle not edilmiştir. Davis (1897) tarafından yapılan çalışmalarda da farklı renkte tabakalaşmaların farklı sıcaklık aralıklarında meydana geldiğine dikkat çekilmektedir. Yapılan çalışmada gözlemlenen sonuçlar;

- 40–50 °C: Yeşil tabakalaşmış gruplar kahverengi, kırmızı, sıklıkla da turuncu renkli
- 55–65 °C: Genç gruplar yeşil renkte daha eski olan yaşlı gruplar sarımsı kahverengi
- 80 °C: Açık yeşil
- 80 °C < Beyaz hassas iplikler halinde
- 85 °C'nin üstünde yaşayan canlı bulunamamıştır (Davis, 1897).

Daha sonra laboratuarda yapılan incelemelerde suyun hızlı aktığı kısım ile topraklı zemine bağlı kısım arasında farklı alg gruplarının bulunduğu tespit edilmiştir. Bunun alg türünün morfolojik yapısıyla ilgili olduğu yani suyun akışına karşı koyabilecek yapıda olanların daha ortada uzun iplikler halinde, akışa karşı koyamayan, hassas ve zor tutunan türlerin kenara yakın yerleşmiş daha jölemsi yapıda büyük gruplar oldukları gözlenmiştir.





Şekil 2.1.1.Borlu Saraycık Kaplıcası Eski Hamam kaynak ağzında bulunan alg grupları

Alınan termal su ve alg örnekleri 0,25 litrelik cam kavanozlara ağzı sıkıca kapatılacak şekilde konulmuştur. Kavanozlar etiketlenmiş ve etiketlerine örnekleme numarası, örnekleme tarihi, alındığı kaplıca ve istasyonunun adı, havanın ve zeminin durumu, suyun sıcaklığı, alındığı noktanın kaynak ağzına uzaklığı ve örneğin o anda gözlenen önemli özellikleri yazılmıştır. Ayrıca arazi defterine de tüm bu notlar ayrıntılı olarak kaydedilmiştir. Toplanan örneklerin kavanozlarına kaplıca suyundan eklenerek güneş görmeden örnekleme günü laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvar ortamında kavanozlardaki örnekler % 4'lük formalin çözeltisi eklenmiş ve toplanan materyal bu % 4'lük formalin çözeltisi içerisinde güneş almayan bir şekilde saklanmıştır.

Formalin ve diğer fiksatifler (koruyucular) yaşayan materyalde bulunmayan granüllerin oluşmasına ve canlıların şeklinin, biçiminin bozulmasına yol açabilirler. Canlı materyalde uygun ortamda korunması zor olduğu için çalışması çok kısa zaman içinde yapılması gerektiğinden oldukça güç bir durum oluşturmaktadır. Bu yüzden kullanılan fiksatifin yüzde oranı çok iyi ayarlanmalı ve uygun ortamda korunmaya alınmalıdır. Drouet'in bulduğu metoda göre % 40'lık ticari formaldehid çözeltisinden % 3-5'lik formalin çözeltileri hazırlanılarak kullanılmalıdır. Bu çözelti ile fiske edilmiş mavi-yeşil alg örneklerinde koruma kolayca yapılabilir. Bu çözeltinin kütlenin her tarafına kolayca nüfuz edip istenmeyen ajanları öldürmesi için örneğin bol miktarda sıvı içinde bulunması gerekmektedir (Drouet, 1934).

Mavi-yeşil alglerde hücrenin boyunun ve şeklinin ayırt edici özellikler içinde en önemlileri oldukları Boye Petersen ve Geitler tarafından ortaya konmuştur. Özellikle de tanısıl

özellikler içinde trikomun sonu ve klor-çinko-iyot çözeltisine kılıfın verdiği reaksiyon belirtilmiştir. Hücre zarı lipopolisakkarit ve polipeptidlerden oluşur ve bu türler arasında farklılık gösterdiğinden dolayı klor-çinko-iyot çözeltisi ile verdikleri reaksiyonlarda farklı renklenmeler ya da tepkisizlik gözlenmektedir. Klor-çinko-iyot çözeltisinin hazırlanmasına gelindiğinde; Nowopokrowsky (Drouet, 1934) tarafından verilen formüle göre:

20 mg.  $ZnCl_2$  8,5 cc'lik su içinde ısı yardımı ile eritilir.

İyodin çözeltisi için ise 3mg KI, 1,5 mg  $I_2$  ve 60 cc su çökelti oluşturmada eritilerek ilave edilir. Bu ikinci solüsyondan alınan 1,5 cc'lik kısma ilk solüsyon soğuyunca damla damla ikinci solüsyona eklenir ve çalkalanır.

## 2.2. Örnekleri İnceleme Yöntemleri

Toplanmış olan örnekler labaratuvara getirilerek herbaryum edilmiştir. Labaratuvara getirilen örnekler mikroskopta incelenip, cins ve tür ayırımına gidilmiştir. Tür ve cins ayırımlarının yapıldığı bu incelemeler sırasında örnekler kavanozlardan daha büyük ve geniş ağızlı cam kaplara yavaşça boşaltılarak alınmıştır. Cam kaplarda alınan örnekler renk ve görüntü farklılıklarına göre farklı grup türler olduklarını az çok ortaya koymaktadırlar. Farklı görülen her alg grubundan bir parça, içinde saf su bulunan bir petriye aktarılmış ve buradan küçük parçalar halinde iğne ve kıvrık uçlu pens yardımı ile örnek alınarak lamın üzerine yerleştirilmiştir. Lamın üzerindeki örnek iğneler yardımı ile iyice küçültülmüştür. Daha sonra örneğin üzerine saf su damlatılarak lamel kapatılmak suretiyle mikroskopta incelenmeye başlanmıştır. Eğer net bir görüntü yoksa ve örnek bir kaç katmandan oluşuyorsa lamel üzerine baskı uygulanarak örnek ezilmiş ve tekrar incelemeye alınmıştır.

Alg teşhisleri sırasında Hund Wetzlar H 500 model mikroskop ve yapılan ölçümlerde bu mikroskoba monte edilebilen mikrometrik oküler kullanılmıştır. Teşhis edilen alg türlerinin fotoğrafları mikrofotografi yöntemi ile Olympus BX 50 model mikroskoba monte edilebilen Olympus PM-C 35 fotoğraf makinesi kullanılarak çekilmiştir. Ayrıca Nikon Coolpix 4500 model dijital fotoğraf makinesi ile bazı türlerin dijital büyütme kullanılarak ayrıntılı fotoğrafları da çekilmiştir.

Tür tayinleri sırasında Desikachary (1959), Geitler (1925), Starmach (1966), Castenholz (1967-1981), Chapman ve Chapman (1981), Güner (1966-1970), Vasishta (1968), Vouk (1923-1929), Whitton ve Potts (1999) gibi araştırmacıların eserlerinde yer alan standart tayin anahtarlarından faydalanılmıştır.

Tür sistematigi ve tür isimleri [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinden alınan son kayıtlara (10.07.2005) göre yapılmıştır. Tür isimlerinin altında sinonim isimleri de belirtilmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN ÖZELLİKLERİ

#### 3.1. Termal Mineralli Sular

Doğal kaynak suları içerdikleri mineral oranlarına göre içme suları ve mineralli sular olmak üzere iki gruba ayrılır. İçinde toplam çözülmüş katı madde miktarı 1000 mg/l ya da daha yüksek olan sular, mineralli sulardır. Mineralli sular bu özelliklerini yeraltı su tablosu içinde dolaşımları süresince suda kolayca çözünebilen kimyasal bileşikler yüklenerek kazanırlar. Mineral suların büyük çoğunluğu yeraltında magmaya yakın bölgelerden geçerler ve bu nedenle yeryüzüne normalin üzerinde bir sıcaklığa erişmiş olarak çıkarlar. Bunlara 'termal mineral sular' denir. Sıcak sular kimyasal bileşikler daha kolay çözebildiğinden hem çözülmüş katı madde miktarı ve hem de mineral içerikleri bakımından oldukça zengin sulardır (Kınacı, 1984).

Suların sıcaklığı bulunduğu bölgenin hava sıcaklığından sürekli olarak 5–6 °C daha fazla olması halinde bu gibi sulara 'sıcak su' denir. İçerisinde 1000 mg/l'den daha fazla erimiş madde bulunan tedavi edici özelliği olan doğal sulara 'mineralli su' ayrıca bileşiminde bikarbonat bulunan soğuk olan veya soğutulmuş içilen sulara da 'maden suyu' denilmektedir. İçerisinde 1000 mg/l'den daha fazla erimiş mineral bulunan ancak tedavi edici özelliği olmayan sulara ise sadece 'yeraltı suyu' denilmektedir. Sıcak ve mineralli suların içerdikleri erimiş tuz miktarı birkaç mg/l ile 70000 mg/l arasında değişebilmektedir (Şimşek, 1995).

Kaplıca, ılıca ya da derme olarak bilinen termal sular, sıcaklığı normalin üzerinde olan ve bazı hastalıkları tedavi edici özellikleri bulunan mineral sulardır. Kaplıcaların oluşumu bulundukları yerlere göre farklılık göstermektedir. Bu oluşumlara genel olarak bakılacak olunursa; volkanik bölgelerde ya da deprem kuşağı üzerindeki bölgelerde yüzeye yakın yerlerdeki kaya katmanları magmanın yukarı doğru çıkışı sırasında aşırı biçimde ısınır, bu kayaların arasına sızmış olan yağmur ve deniz sularının ısınarak yüzeye çıktıkları yerlere sıcak su kaynağı ya da termal kaynak denir. Sıcaklığı arttıkça yoğunluğu azalan su yükselmeye başlar ve kayaların içindeki çatlaklardan geçerek yeryüzüne çıkar.

Su, sıcaklığı yüksek olan kayaların arasından çıkarken kimyasal tepkimeler olur. Bunun sonucunda hem suyun hem de kayaların içerdiği minerallerden bazılarının bileşimi değişir. Suyu geçen minerallerin bir bölümü sıcak su kaynaklarının çevresinde birikerek katılaşır.

Kaplıcaların oluşum biçimi ve kaynak suyunun geçtiği katmanların farklılığı termal suyun içerdiği kimyasalların da farklılık göstermesine neden olmaktadır. Kaplıca sularının taşıdığı kimyasallar ve suyun sıcaklığı ise bu termal sularda çok farklı koşullara adapte olmuş canlıların yaşamasına olanak sağlamaktadır.

Sıcak ve mineralli suların şifalı özellikleri içerdikleri erimiş ve gaz halinde bulunan maddelerden ya da radyoaktif elementlerden ileri gelmektedir. Bu nedenle de eski çağlardan beri bu tür kaynaklar tedavi ve güzellik amaçlı olarak kullanılmaktadır. Termal mineral sularda

yapılan banyoların sağlıklı yaşamda ve bazı hastalıkların tedavisinde yararlı etkileri olduğu Roma İmparatorluğu zamanında (1. ve 2. yy) bile bilinmekteydi. Gerek Romalılar gerekse Bizanslılar döneminde Anadolu'da birçok termal mineral su kaynakları bulunmuş ve buralarda dermeler inşa edilmiştir. Osmanlılar zamanında ise Anadolu'daki bu kaplıcalar daha ziyade sağlık ve tedavi merkezleri şeklinde daha da geliştirilmiş ve halkın hizmetine sunulmuştur. Günümüzde de kaplıcalardan yararlanmanın giderek artması karşısında biyolojik yapılarının da incelenerek bilimsel açıdan öneminin ortaya konması gerekmektedir. Ayrıca son yıllarda sıcaklığı oldukça yüksek olan bu tür kaynaklar geliştirilerek enerjisinden, içerdіđi kimyasal maddelerin eldesi gibi bulundukları bölgelerde, yerleşim birimlerinde ısı amaçlı olarak kullanılmaları gibi şehircilik projelerinde de kullanılmaktadır.

### 3.2. Kaplıcalar ve Kaplıca Çeşitleri

Termal mineral suların kaynakları, Türk dilinde ve halk arasında kaplıca veya ılıca olarak bilinir. Gerçekte bu iki deyim eş anlamlıdır. Aslında kaplıca deyimini 'kapalı ılıca' adından kısaltmıştır. Ayrıca orta Anadolu'da bu kaynaklar 'derme' olarak ta adlandırılır.

Kaplıca sularının en önemli özelliği, yeraltı ortamının jeofiziksel ve jeokimyasal yapı ve karakteristiklerini yeryüzüne yansıtmasıdır. Yeraltında fayların ve çatlakların bulunduğu bölgelerde yeraltı suları magma ile beslenen sıcak ortamlarda ısınır ve yeryüzüne yüksek sıcaklıkta çıkar. Ayrıca sular ısındığında bazı kimyasal elementlerin ve bileşiklerin çözülme kapasiteleri yükselir. Böylece kaplıca sularının bileşiminde çözülmüş katı madde miktarı genel olarak yüksek olur. Dünyanın çeşitli yörelerindeki bazı kaplıcalarda, sularda çözülmüş katı madde miktarı 30.000 mg/l düzeyine kadar çıkar (Kınacı, 1984).

Kaplıcalar, genel olarak suların içindeki yüksek oranda çözülmüş olan kimyasal bileşiklerin türlerine göre sınıflandırılır ve adlandırılır.

- Bikarbonatlı Sular: Bu sularda  $\text{HCO}_3^-$  ile birlikte alkali ve toprak alkali bileşikleri çoğunluktadır. Demir karışımı olabilirler gazlı sulardır.
- Kükürtlü Sular: Bu sularda alkallerin sülfür bileşikleri yüksek orandadır. Bir bölümü ise sülfatlı sulardır.
- Demirli Sular: Demirin bikarbonat veya sülfat bileşikleri yüksek orandadır.
- Radyoaktif Sular: Genelde radyum ve radon izotoplarını yüksek oranda içeren sulardır. Özellikle, suda çözülmüş radon taşıyan sular bu kaplıcaların önemini artırır.

Kaynak suları sıcaklıklarına göre, Vouk (1933), Elenkin (1934) ve Gesner (1955) tarafından farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır. Elenkin kaynak sularını;

- Hipoterm (Soğuk Kaynaklar): 0–18 °C
- Hyaloterm (Sıcak Kaynaklar): 18–30 °C
- Euryterm (Orta Sıcak Kaynaklar): 30–50 °C
- Acroterm (Yüksek Sıcak Kaynaklar): 50–70 °C
- Hipoterm (Çok Yüksek Sıcak Kaynaklar): 70 °C ve üzeri sıcaklıklar olarak sınıflandırmıştır. 30 °C ve üzerindeki sıcaklığa sahip olan sular termal su olarak kabul edilmektedir.

Termal suların incelenmesinde jeofizik, jeokimya, jeoloji, sondaj, makine ve inşaat mühendisleri, mimarlar, doktorlar ve biyologlar görev almaktadır.

Sıcak su kaynakları, yıl boyunca sabit koşullara sahip olmakla birlikte ekstrem koşulları nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Özellikle sucul ortamda sıcaklığın yüksek oluşu önemli bir etki oluşturmakla birlikte biyolojik açıdan oldukça fazla ilgi çekmektedir. Kimyasal ve fiziksel

olarak su kalitesi tedavi edici özellikleri ve hidrojeolojik yapıları bu tür kaynakların biyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve tanımlanmasını daha da gerekli kılmaktadır.

Sıcak ve mineralli sularda bulunan önemli kimyasal maddeler:

Başlıca Anyonlar ve Katyonlar:

- Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ): Mineralli sularda çoğu canlıların artıkları ve suni gübrelerle gelmekte ve kirliliğe yol açmaktadır.
- Klorür ( $\text{Cl}^-$ ): Juvenil ve meteorit kökenli sularda, suların tuzlu katmanlardan geçmesi sonucu oluşur.
- Bromür ( $\text{Br}^-$ ): Bromür halinde Mg ve Na'ya bağlı olarak bulunur.
- İyot ( $\text{I}^-$ ): Bitkisel, organik kökenli maddeleri kapsayan bölgelerde dolaşan sularda bulunur. Brom ve İyot fosil sularda, petrol yataklarındaki sularda oldukça fazla bulunur.
- Florür ( $\text{F}^-$ ): Sıcaklığı  $50^\circ\text{C}$ 'den yüksek olan sularda daha fazla bulunur.
- Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ): Sülfatlı tuzların ( $\text{CaSO}_4$ ) erimesinden oluşur. Jipsli kayalardan veya yakınından geçen sularda bulunur.
- Kükürt (S): Sülfür, kükürtlü hidrojen ( $\text{H}_2\text{S}$ ), sülfid şeklinde bulunur.  $\text{H}_2\text{S}$  gaz halindeyken çürük yumurta kokusu verir. Jipsin ayrışmasıyla oluşurlar. Yeryüzüne çıktıktan sonra bazı bakterilerin etkisiyle redüksiyona uğrayarak sülfürler oluştururlar.
- Karbonatlar ( $\text{CO}_3^{2-}$  ve  $\text{HCO}_3^-$ ):  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{MgCO}_3$ 'lu kireçtaşı, mermer ve dolomitik formasyonlardan çıkan sularda bol bulunur.  $\text{CO}_3^{2-}$  ve  $\text{HCO}_3^-$  içeren sular kireçtaşları içinden geçerken bunları eritir ve  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  oluşur. Bunun oluşma miktarı ise sıcaklığa, diğer gazların konsantrasyonuna ve basınca bağlıdır. Yeryüzüne çıkan suda sıcaklık ve basınç azalır. Denge bozulur ve  $\text{CaCO}_3$  çökerek traverten oluşumu görülür.
- Sodyum ( $\text{Na}^+$ ): Tuzlu ve alkali kaynaklarda fazladır. Sıcaklık arttıkça miktarı artan  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  genellikle tuz yataklarından gelir.
- Potasyum ( $\text{K}^+$ ): Sülfat, karbonat ya da klorür şeklinde bulunur. Genellikle sodyum iyonu ve  $\text{K}^+$ ca zengin kayaçların yıkanmasıyla oluşur.
- Kalsiyum ( $\text{Ca}^{2+}$ ): Mermer, kireçtaşı, dolomitik kireç taşlarının içinden ya da dolayından çıkan mineralli sularda çok bulunur ve sulara sertlik verir. Çok miktarda  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  içeren sular yeryüzüne çıkarken travertenleri oluşturur.
- Nadir Elementler: Rubidyum, Galyum, Germanyum, Vanadyum gibi elementlere rastlanabilir.
- Ağır Metaller: Ni, Co, Zn, Cd, Te, Cu, Tn, Ar, Ag, Cr, Mo, Tu, Bi, Au, Ga, Gr, N gibi ağır metaller rastlanır.
- Elektrolit Olmayan Elementler: En önemlileri Bor ve Silisyum'dur. Borun, borlu minerallerin sıcak sularla teması sonucu ayrışmasıyla sulara karıştığı bilinmektedir. Silisyum, çok sıcak ve karbonatlı sularda silikat asidi olarak bulunur. Silisin çökmesi sıcaklığın ve alkaliliğin artması ile doğru orantılıdır.

- Gazlar: En sık rastlanan gazlar; karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), hidrojen sülfür ( $\text{H}_2\text{S}$ ), kükürtdioksit ( $\text{SO}_2$ ), hidrojen ( $\text{H}_2$ ) ve azottur ( $\text{N}_2$ ).

Gerek banyo olarak gerekse içerek kullanılan termal mineral suların insanlarda oluşan bazı hastalıkları tedavi özellikleri, suların içinde çözülmüş olarak bulunan anyon ve katyonların kimyasal ve radyoaktivite özelliklerine ve konsantrasyonlarına bağlıdır. Ayrıca suların sıcaklıkları banyo yönünden önem kazanır. Genel olarak su sıcaklığının  $33\text{ }^\circ\text{C}$  üzerinde veya altında oluşuna göre yapılacak olan bir sınıflandırma biraz daha ayrıntılı ele alındığı şekli aşağıdaki gibidir:

- Bikarbonatlı Sular: İçerisinde  $\text{HCO}_3^-$  anyonu yüksek olan sulardır. Genel olarak katyonları sodyum ve potasyumdur. Klor ve demir ek iyonlar şeklinde bulunur. Bikarbonatlı sular genelde içme sularıdır. İlk etkileri mide asidini nötralize ediş şeklinde görülür. Devamlı kullanıldığında mide asidini düzene sokar. Safra kesesinin fonksiyonunu artırır ve karaciğer çalışmasını olumlu yönde etkiler. Son zamanlarda yapılan araştırmalara göre bikarbonatlı suların kalp ve koroner hastalıklarının tedavisinde önemli bir yararı olduğu anlaşılmıştır. Özellikle sofrada içme suyu olarak kullanımı önerilir.
- Sülfatlı Sular: Bileşiminde hidrojen sülfür ve sülfat bileşikler olan sulardır. Bu bileşikler sodyum sülfat veya kalsiyum sülfat olabilir. Ayrıca bileşimlerinde amonyak, karbondioksit ve bor asidi bulunabilir. Sofra suyu olarak içildiğinde karaciğerin çalışmasını regüle eder, safra yollarını temizler. Ayrıca böbrek ve idrar yollarının tedavisinde etkin olduğu bilinmektedir. Bu suların asidik karakterde oluşu içerisinde minerallerin yüksek oranda çözülmesini sağlar. Böylece bağırsakların yumuşatılmasında etkisi yüksektir. Bu suların bir bölümü kükürtlü sular olarak tanımlanır. Hidrojen sülfür oranı yüksek olduğu için çürük yumurta kokusu yayar. Kükürt oranı yüksektir.
- Demirli Sular: Bileşimlerinde 5- 10 mg/l oranında demir bileşikler olan sulardır. Kuvvetli asidik olduğundan bağırsaktaki etkisi yüksektir. Vücutta demir noksanlığına bağlı anemi hastalıklarında sofra suyu olarak kullanımı önerilir.
- Karışık Mineralli Sular: Mineral içeriklerinden dolayı ayrı bir sınıflandırma için yeterli olmayan sulardır. Ayrıca taşıdıkları mineraller birden fazla sınıfa girebilir. Genel olarak bazı sülfatlı sular, arsenikli sodyumlu, klorobikarbonatlı, iyodlu sular bu sınıf içerisinde incelenir. Bileşimlerinde bulunan minerallerin oranına göre adlandırılırlar. Karbondioksitli, bikarbonatlı, tuzlu ve acı sular ayrı birer alt sınıf olarak incelenebilir.
- Radyoaktif Sular: Bileşiminde yüksek oranda uranyum, toryum, radyum gibi doğal radyoaktif elementler bulunan sulardır. Dünya genelinde doğal sularda bu elementlerin konsantrasyonları birkaç ppb düzeyindedir. Yalnız bu elementlerin bileşiklerini içeren suların herhangi bir tedavi edici etkisi yoktur. Alçak uranyum serisinde bulunan ve



radyumun bozunma ürünü olan radon, mineralli suların bileşimde yüksek oranda bulunursa bu sular çok farklı bir yönden önem kazanır. Bu nedenle bu tür radyoaktif suların 'Radon Kaplıcaları' adıyla anılır. Normal içme sularında radon gazı oranı genellikle 1–10 pCi/litre arasında değişir. Ancak yeraltı sularında bu oran 100 pCi/litre'ye kadar çıkabilir. Bununla beraber, termal mineral sularda radon konsantrasyonu genellikle yüksektir. Bu konsantrasyon bazı kaplıcalarda 10 mCi/litre'den yüksek olabilmektedir. Özellikle romatizma tedavisinde etkilidir.

Sıcak ve mineralli sular genellikle renksizdir. Işığı geçirirler, demir içermeleri halinde demirin okside olması ile su kirli kırmızı renkte görülür. Kalsiyum ve sodyum sülfürlü sularda beyaz-mavimsi renkte bulanık olur. Çoğu kokusuzdur. Ancak kükürtlü sular çürük yumurta kokusu verirler. CO<sub>2</sub> fazla olan suların tadı yakıcı, NaCl'lu sular tuzlu, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'lu Mg<sup>+2</sup> açısından zengin sular acı tat verirler. Sodyum ve magnezyumlu sular ise bulantı yaparlar.

Genel olarak tüm sular elektriği iletir. İyon konsantrasyonu sıcak ve mineralli sularda fazla olduğundan elektriksel iletkenlik de artar. Asit karakterli olan sular pH'ı 7'den küçük, bazik karakterli suların ise pH'ı 7'den büyüktür. Asit karakterli mineralli sular genellikle korozyona, bazik karakterli sular ise, genellikle kabuklaşmaya neden olur. En fazla radyoaktif bulunan kayalar derinlik kayalarıdır. Bu tür kayalarda tonda ortalama 1,7 mg radyum bulunmaktadır.

Sıcaklık canlıların aktivitelerini kontrol eden önemli bir faktördür. Termal su kaynakları fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından oldukça uç koşullara sahiptir. Özellikle Mavi-yeşil alg üyeleri yüksek sıcaklıklarda yaşayabilmektedirler. Bu algleri Desikachary (1959)'e göre Vouk (1916) ve Elenkin (1914) bulundukları sıcaklık derecelerine göre şöyle sınıflandırmıştır:

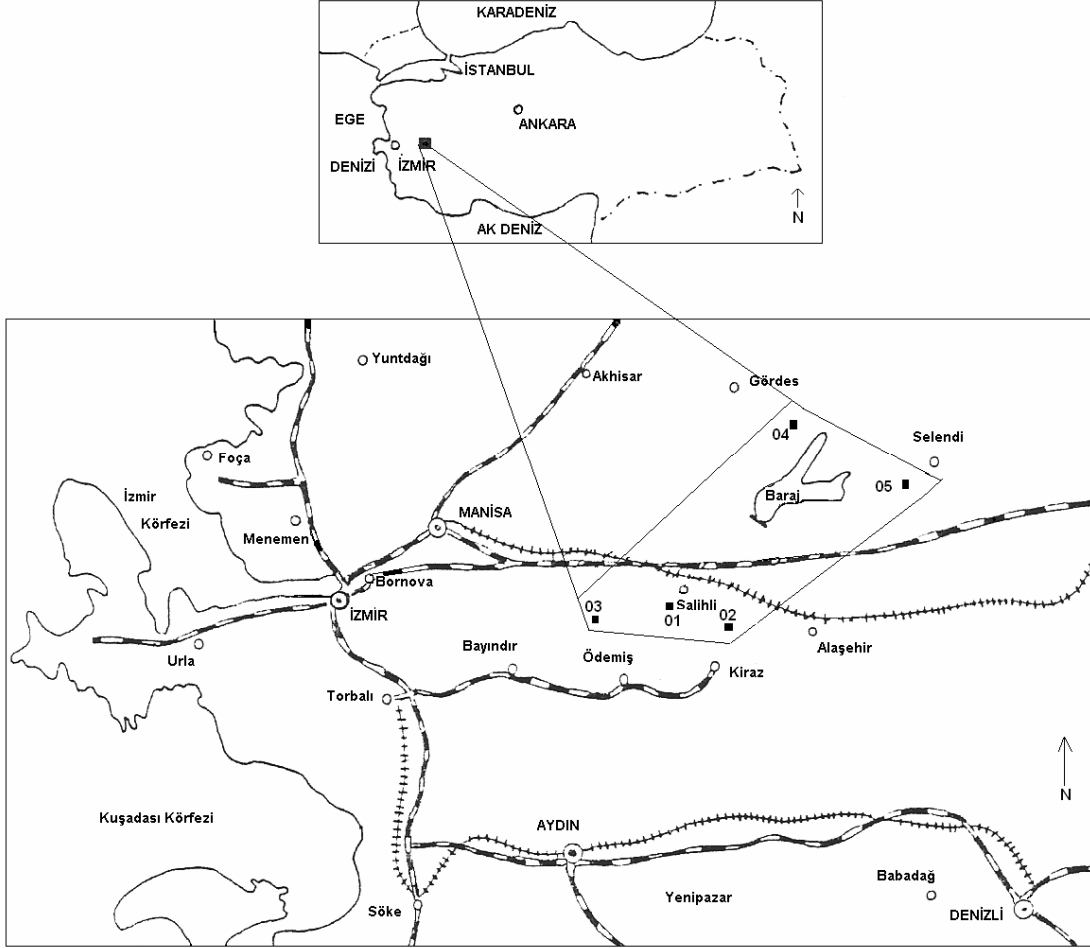
- Hypothermae: 18 °C altındaki sıcaklıklarda,
- Hliarothermae: 18–30 °C arasında,
- Euthermiae: 30–50 °C arasında,
- Akrothermae: 50–70 °C arasında,
- Hyperthermae: 70 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda yaşayan algler.

Oldukça basit yapılı olmalarına karşın çok yüksek sıcaklıklara tolerans gösterebilen mavi-yeşil algler, dünyanın her yerindeki termal sularda yayılış göstermektedirler. Kaplıcalarda yayılış gösteren bu algler, kaynak suyunun çıkış yerlerindeki kayaç ve taşlara yapışmış olarak ya da debinin azaldığı yerlerde yüzeyde jel matris kıvamında birkaç cm kalınlığında gruplar halinde toplanmış olarak bulunurlar.

### 3.3. Manisa'nın Jeolojisi

Genel olarak Ege Bölgesi, doğu-batı doğrultusunda farklı şekiller gösteren çok sayıda dağlar ve bunların arasında yayılmış uzun ve geniş vadilerden oluşmuştur. Oldukça karmaşık bir jeolojik tarihçeye sahip görünen bu bölgedeki arazide tektonik, volkanik, sedimenter veya erozyon etkilerinin hâkim olduğu görülür. Kuzeyde Murat dağından batıya doğru devam eden sulak yerler Ege Bölgesi'ni Marmara Bölgesi'nden ayırır. Ege Bölgesi'nin güneydeki sınırı ise Güney batı Toroslar sayılan Take dağlarının başlangıcıdır.

Genelde Batı Anadolu, termomineral kaynaklar bölgesi olarak tanımlanabilir. Doğu-batı doğrultusunda uzanan faylar, çatlaklar ve kırıklar, derin ve yüksek sıcaklıktaki katmanlarla temas halinde olduğundan çok sayıda termal su kaynaklarının oluşmasını sağlamıştır. Jeotermik enerjinin bazı bölgelerde yüksek oluşu ayrıca jeotermal enerjinin kullanımına ümit vermektedir. Akarsular fay bölgelerinde toplanmakta ve batıya doğru yönelmektedir. Faylanma sonucunda yükselen ve alçalan bölgeler oluşmuştur. Ege denizinin çökmesiyle bu faylar bugünkü morfolojiyi meydana getirmiştir. Bugünkü jeoteknik yapı genelde doğu batı yönünde görülen fakat arada karışık olarak kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan faylar ile tanımlanabilir. Kaplıcalar hemen tam uyumla faylar boyunca sıralanır. Bu termal suların magmaya yaklaşmasıyla oluştuğu açıkça görülmektedir. Suların kimyasal yapısı bölgeye ve jeolojik yapıya bağlı olarak çok değişiktir.



Şekil 3.3.1. Araştırma Bölgesinin Haritadaki Yeri (1/850.000)

### 3.4. Araştırma Bölgesindeki Kaplıcaların Genel Özellikleri

Manisa ilinde bulunan kaplıcalardan öncelikle 1. ve 2. derece önemli olan kaynaklar seçilmiştir. Manisa ili Gediz vadisi sıcak su kaynakları çok geniş bir alana dağılmıştır. Bu çalışmada örnekleme yapılan kaplıcalar ve özellikleri şekil 1.3.'de verilmektedir.



Şekil 3.4.1. Kaplıcaların Manisa Sınırları İçindeki Dağılışı

- 01- Salihli Kurşunlu Kaplıcası
- 02- Salihli Sart Kaplıcası
- 03- Turgutlu Urganlı Kaplıcası
- 04- Köprübaşı Borlu Saraycık Kaplıcası
- 05- Kula Emir Kaplıcası

#### 3.4.1. Salihli Kurşunlu Kaplıcası:

İl merkezine 71 km. uzaklıkta, Salihli'nin 5 km. kadar güney batısında bulunan kaynaklar Hamamdere ve Allahdiyen köyünün de bulunduğu bir tepenin altında ve dere yatağının biraz üstünde yer alan ülkemizde 1. derece önemli ve öncelikli kaplıca merkezlerindendir. Toplam 5 kaynak ağzı bulunan kaplıcanın su sıcaklığı kaynak ağzlarına göre 52–98 °C arasında değişmektedir. Kaplıcanın 334 kişi/gün banyo kapasiteli bir tesisi mevcuttur. Kaplıca belediye tarafından işletilmektedir.



Şekil 3.4.1.1. K1 kaynak ağzı ve suyun aktığı ve tatlı suyla buluştuğu kısım

Kurşunlu kaynağından çıkan maden suyu, az miktarda karbondioksit gazı içeren alkalik bikarbonatlı bir sudur; toplam minerilizasyonu 2,5 gram kadardır. Bu yörede bulunan kaplıca sularının sıcaklığının yüksek oluşu birçok hastalıklarda bu kaplıcalardan yararlanma olanağı sağlamaktadır. Bileşimin özelliği içme suyu olarak ta kullanılmasını mümkün kılar. Kurşunlu içme kaynağı litresinde 2 gram minerilizasyon ve bol miktarda karbondioksit taşımaktadır. Toprak alkalik 39 °C sıcaklıkta bir sudur. Bu ısı derecesi dış tatbiklerde soğutma tesislerine ihtiyaç göstermeyen uygulama olanağı sağlar. İçme suyu olarak kullanımlarında toprak alkalik bikarbonatlı suların metabolizma hastalıklarından özellikle diabet, üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir. İçme kürleri, metabolizma hastalıklarında kan seviyesindeki metabolik atıklar ile safra kese ve yollarındaki duraklamalarda, safra birikimlerinde düzenleyici bir rol oynar. Kükürtlü kaynak da aynı bileşimdedir. Tek farkı bu suyun litresinde ayrıca 2,7 mg kükürtlü hidrojen bulunmasıdır. Suyun sıcaklığının 43 °C olmasında ayrıca banyo şeklindeki kullanımlarda kaşıntılı cilt hastalıklarında, enflamatuvar romatizmalarda, üst solunum yollarının kronik iltihaplarında, bronşit gibi akciğer hastalıklarında, kronik iltihaplı kadın hastalıklarında yararlanılmaktadır.



Şekil 3.4.1.2. K 2 kaynak ağızı ve aktığı havuz

Ph değeri 6,72 olan kaplıcanın kimyasal sınıflandırmaya göre bikarbonatlı ve sodyumlu, fiziksel sınıflandırmaya göre ise hipertermal ( $52^{\circ}\text{C}$ ) ve hipotonik bir maden suyudur.



Şekil 3.4.1.3. K 3 kaynak ağızı ve kontrol altına alındığı tesis

Kurşunlu kaplıcasında hepsi kontrol altına alınmış olan 5 kaynak ağızı bulunmaktadır. K1, K2, K3, K4 ve K5 olarak isimlendirilen bu kaynaklardan dönem dönem gaz çıkışını sağlamak amacıyla kontrollü şekilde su çıkışına da izin verilmektedir. Yapılan örnekleme sırasında zaman zaman debinin düştüğü ve su çıkışının olmadığı durumlarda bazı kaynak ağızlarından örnek alınamamıştır. Yapılan ısı ölçümlerinde ortalamanın  $61^{\circ}\text{C}$  olduğu bulunmuştur. Genel olarak ölçülen sıcaklıklar ise  $60-96^{\circ}\text{C}$  arasında değişmektedir.

Manisa açısından büyük bir avantaj sağlayan bu kaplıcalardan ayrıca evsel ısınma veya sera ısıtma amaçlı da kullanılmaktadır. Çevresel ve ekonomik avantajları açısından, Manisa'da jeotermal merkezi ısıtma sisteminin kurulması çalışmalarına başlanmış durumdadır. Salihli'de

6000 konutluk evsel ısıtma projesi uygulamaya konulmuş ve çalışmalara başlanmıştır. Manisa Valiliği'nin de desteklediği bu çalışmaların en kısa zamanda tüm Manisa halkının yararına sunulacağı öngörülmektedir. Kurşunlu kaplıcasındaki kaynak ağızlarından K3'ten çıkan suyun maksimum sıcaklığının 94 °C üzerinde olduğu tahmin edilmektedir. Şuan kontrol altına alınmış olan K3 kaynağından alınan su, dış ortamdan yalıtılmış boru sistemiyle jeotermal ısınma merkezine taşınmakta, oradan da merkezi ısınma için evlere gönderilmektedir.

#### 3.4.2. Salihli Sart Kaplıcası:

Salihli-Sart-Ödemiş yolu üzerinde, Manisa merkeze 68 km., Salihli'ye 11 km. uzaklıktadır. Bozdağ eteklerinde, 410 m. yükseklikte bulunan kaplıca, Çamur Banyoları adı ile anılmaktadır. Banyo kapasitesi 740 kişi/gün olan kaplıca ikinci derece önem ve öncelikli kaplıcalar arasında yer alır. Suyun sıcaklığı 52 °C civarında olup pH değeri 6,08'dir. Kaynak tek noktadan kuvvetli bir H<sub>2</sub>S kokusu ile beraber çıkmaktadır.



Şekil 3.4.2.1. Sart Kaplıcası suyun kaynaktan çıkışta toplandığı depo ve tek kaynak ağzı.

Kaplıca suyu, litresinde toplam olarak 2 grama yakın mineral taşıyan karbondioksitli, alkali ve toprak alkali bikarbonatlı bir sıcak sudur. Belirgin özelliği 1,5 mg/l hidrojen sülfür içermesidir. Bu nedenle romatizmal hastalıklarda, periferik dolaşım yetersizliklerinde yararlanılmaktadır. Bu tür kaplıca sularından özellikle üst solunum yollarının kronik iltihaplarında ve aynı şekilde kadın hastalıkları ile deri hastalıklarında olumlu etki beklenir. Diyet ile kontrol altına alınmış, yaşlı ve şişman diyabetiklerde kan şekereine etkisi de dikkat çeker. Karaçiğer ve safra kesesi yetersizliklerinde de faydalı etkileri vardır.

Kimyasal sınıflandırmada bikarbonat, kalsiyum, sodyum, hidrojen sülfür, karbondioksitlidir. Fiziksel sınıflandırmaya göre hipertermal (51,5° C), hipotonik bir maden suyudur. Ayrıca metabolik asitte mevcuttur.

Tek bir kaynak ağzı olduğundan ve suyun kaynak ağzında başlayan kapalı sisteme alınmasından dolayı örnekler, havuzlara verilen kullanma suyunun fazlası olarak akıtılan kısımdan, suyun açık havayla ilk buluştuğu noktadan alınabilmektedir. Daha sonra örnek alınabilen bu tek noktanın da tamamen kapalı sisteme alınması ile 2003 Haziran ile Aralık ayları arasında örnek alınabilmektedir. Yapılan sıcaklık ölçümlerinde de ortalama su sıcaklığının 50° C olduğu tespit edilmiştir.



### 3.4.3. Turgutlu Urganlı Kaplıcası:

Manisa merkeze 55 km., Turgutlu'ya 17 km. uzaklıktadır. Urganlı tren istasyonunun 7 km kuzeyinde yer alan bir grup kaynak ağız oldukça geniş bir arazinin değişik noktalarından çıkmaktadır. TURKAP A.Ş. tarafından yönetilmekte olan bu kaplıca 3500 dönümlük bir araziye kuruludur. İkinci derece önemli ve öncelikli olan Urganlı kaplıcaları, çıkış yerleri ve debileri değişen sekiz kaynak ağızına sahiptir. Suyun çıkış sıcaklığı kaynaklara göre farklılık göstermekle birlikte 50–88 °C, pH değeri 6.3-6.7 arasında değişmektedir. Günlük kapasitesi 1974 kişi/gün olan tesislere sahiptir.



Şekil 3.4.3.1. Turgutlu Urganlı sera içi kaynak ağızı.

Tüm kaynak ağızlarının karakter özelliği az çok aynıdır. Bunlar litrelerinde 2,5 gram kadar toplam minerilizasyon gösteren, karbondioksitli alkalik bikarbonatlı sulardır. Bir kaçında ayrıca florür de bulunmaktadır. Sular tipik alkalik ve gazlı maden suları özelliği gösterdiğinden içme suyu olarak bile kullanılabilir. İçerdikleri minerallerinden dolayı sindirimi kolaylaştırıcı, özellikle safra kesesi ve karaciğer fonksiyonlarını uyarıcı etkileri ön plandadır. İçeriğindeki karbondioksit içimlerini kolaylaştırır. Banyo uygulamasında özellikle karın içi organların spazmlarında içme kürleriyle birlikte yapılmalarında büyük fayda sağlanmaktadır.



Şekil 3.4.3.2. Urganlı Ak Hamam.

Kimyasal sınıflandırması, bikarbonat, sodyum, hidrojen sülfür, karbondioksitli sulardır. Fiziksel sınıflandırma da ise hipertermal (50-78° C), hipotonik bir maden suyudur.



Şekil 3.4.3.3. Urganlı Tesis içi kaynak ağızı.

Kaplıcada örnekleme yapabilen toplam 4 kaynak ağızı bulunmaktadır. Bunlardan ilki kaplıca tesisine gelmeden önce bulanana seranın içindedir. Sera 2002 yılında faaliyete geçmiş, domates gibi yaz sebzelerini toprak üstü tarım adı verilen yöntemle üretmektedir. Oldukça büyük olan seralarda termal ısıtma kullanılmakta ve şuan deneme aşaması geçmiş olup kullanılmakta olan toplam 4 büyük topraksız tarım serası ve 2 daha küçük boyda bitki serası bulunmaktadır. Tüm ısıtmalar sera tesisi içinde bulunun kaynaktan çıkan suyun kapalı sistem devre ile seralara dolaştırılmasıyla sağlanmaktadır. Üzerine pompa kurulmuş olan kaynak ağızından basınçlı gelen suyun fazlasını dışarı akmaktadır. Suyun hızla akmasıyla toprak zamanla oyulmuş ve küçük bir gölet oluşturmuştur. Örnekleme suyun oluşturduğu göletin kıyılarından ve suyun aktığı yolun kenarlarından yapılmıştır. Suyun akışı hızlı olduğu için su yüzeyinde alg oluşumu bulunmamaktadır.

Diğer kaynak ağızlarında yalnızca biri kaplıca tesisi içinde, müdüriyet binası yanında bulunmaktadır. Bu bölgede aynı hat üzerinde sıralanan irili ufaklı birçok kaynak ağızı bulunmaktadır. Küçük bir tepeciğin üzerinde bulunan bu kaynak ağızları kaplıcanın rekreasyonuna uygun olarak düzenlenmiş ve güzel bir görüntü sağlanması amaçlanmıştır.

Tesisin yol tarafında bulunan yamaçtaki Ak Hamam kaynak noktasından ise yalnızca ilk 1 ay örnek alınabilmektedir.



Şekil 3.4.3.4. Urganlı Kırk damlalar kaynak ağızı.

Tesisten köye doğru giderken yol kenarında bulunan yamacın üzerinde bulunan sıralı kaynak ağızları çok eskiden beri bilinmektedir. Tepeciğin üzerindeki her bir kaynak ağızından ovaya doğru akan su bu tepeciğe verdiği görünümünden dolayı yöre halkı tarafından 'Kırk Damlalar' adı ile anılmaktadır. Yaz aylarında yakındaki Cambazlı Köyünden gelen kadınların yıkandığı ve eşyalarını yıkadıkları bu kaynaktan kış aylarında ise evlerine sıcak su taşıyarak çeşitli ihtiyaçlarını gidermektedirler.

Tüm örneklemelerin tamamlanabildiği kaplıcada ölçülen ısı değerleri 48-72° C'dir.

#### 3.4.4. Köprübaşı Borlu Saraycık Kaplıcası:

Demirci ilçesi, Saraycık Köyü yakınlarındadır. Manisa il merkezine 124 km., Demirci'ye 53 km. uzaklıktadır. Suyun sıcaklığı 80 °C olmakla birlikte 24 yatak kapasiteli bir tesisi bulunmaktadır. Ayrıca tesis içinde bulunan antik hamam ve tarihi yapıların kalıntıları tesisi biraz daha farklı kılmaktadır.



Şekil 3.4.4.1. Borlu Saraycık Büyük havuz kaynak ağzı.

Saraycık ve çevresinin hidrojeolojik ve hidrotermal etkinlikleri soğuk sular, sıcak kaynak suları, maden suyu kaynakları ve sıcak artezyen kuyu suları olmak üzere çok çeşitlilik göstermektedir. Sıcak suları  $\text{Na-K-HCO}_3\text{-SO}_4$ , maden suları  $\text{Mg-Ca-HCO}_3\text{-SO}_4$  içeriğini taşımaktadır. Ortalama Ph değeri 7,5 olan kaplıcanın kimyasal sınıflandırması sodyum bikarbonatlıdır.

Saraycık kaplıcası, antik hamam ve uzun yıllar ticaret kervanlarının uğrak yeri olan han kalıntıları ile iç içedir. Antik hamam kalıntısının güney doğusunda yer alan İcikler deresinin hemen kuzey kenarında ilk örnekleme istasyonumuz yer almaktadır. Bu Eski Hamam kaynak ağzında su çıkışı şuan çok basit, hatta derme çatma denebilecek bir tarafı açık bırakılarak yanları ve üstü beton ile kontrol altına alınmıştır. Odanın açık tarafından taşan fazla sular beton bir zeminin üzerinden 3 m akarak hemen yanındaki İcikler deresinin küçük bir koluna 1 m yükseklikten düşmektedir. Suyun odadan çıktıktan sonra aktığı beton kısım ve suyun dereye düşerek aktığı kısımdan örnekleme yapılmıştır. Sürekli güneş alan, aşırı yağmurların olduğu zamanlar hariç devamlı kalın bir alg tabakasıyla kaplı olan bu kısım örneklemeye oldukça müsaittir. Beton odanın içinde ise güneş girmemesi ve su sıcaklığının yüksekliğinden dolayı alg oluşumu gözlenmemiştir. Kaynağın sıcaklığı 55 °C olup pH 7,5'tir. Bu kaynak sodyum bikarbonatlı sular gurubu içerisinde yer alır. Anyon katyon karakteristiklerine göre  $\text{Na-K-HCO}_3\text{-SO}_4$  özelliği göstermektedir.





Şekil 3.4.4.2. Borlu Saraycık eski hamam kaynak ağzı ve tatlı suya karıştığı yer.

Diğer kaynak ağzı Büyük Havuz tesisin üstünde, antik hamam kalıntılarının güneyinde yer alır. Saraycık Ilıcası adı ile de anılan bu kaynak ağzından kaplıcanın sıcak su ihtiyacı karşılanmaktadır. Bu kaynak ağzında sıcak su gazla birlikte çıkmaktadır. Kaynaktan çıkan su kısa bir süre toprak zeminden akarak yapay havuza ulaşır. Toprak zeminde akış yaptığı kısmı yumuşak bir kireç tabakasıyla kaplar ve bu kısımda belli alg grupları büyük tabaklar oluştururlar. Havuza ulaşan su havuz yüzeyinde çok büyük tabakalar halinde alg grupları oluşturur. Bu tabakalar birkaç katmandan oluşur ve altta eski alg tabakasında aynı veya farklı grup alglerin yaşlı bireyleri bulunur. Bu alg grupları suyun üzerinde yüzer ya da havuzun kenarlarına tutunarak suyun akışına karşı koyarlar. Havuzun içinde de belli noktalardan sıcak su çıkışı vardır ama su çıkışı esas kaynak ağzından çok daha az olup sadece suyu bulandırmaktadırlar. Çünkü bu kaynak ağzlarından suyla birlikte zeminin kumlu oluşundan dolayı toprak ve farklı bir kum çıkışı görülmektedir. Suyun aktığı kısımda ise algler katmanlar halinde büyük tabakalar oluşturmaktadır. Hatta zaman zaman suyun akışını engellediği için görevliler tarafından bu alg grupları temizlenmektedir. Büyük havuzdan taşan suyun akışını sağlamak için yapılmış olan toprak kanallar ile su İcikler deresine doğru akıtılmaktadır. Bu toprak kanalın boyu 15 m'den fazla olmakla birlikte örnekleme ilk 10 m'ye kadar olan tüm kısımlardan yapılmıştır. Su akışının fazla olduğu bu kısımda algler su üzerinde ve kıyıya tutunan büyük tabakalar oluşturturlar. Gazla birlikte fışkıran suyun sıcaklığı 40 °C, pH'ı 8,8'dir. Kaynaktan çıkan su Na-K-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> özelliği göstermektedir.

Çalışma bölgesindeki birçok kaplıcada olduğu gibi Saraycık Kaplıcalarının da koruma alanları belirlenmemiştir. Çevre, ekoloji ve doğal varlıkları bakımından oldukça zengin olmasına

karşın, ayrıca sahip olduğu arkeolojik kalıntılara rağmen koruma altında değildir. Burada plansızca yapılanmış bulunan geliş güzel yapılar ve bir kaplıca işletmesi bulunmaktadır. Şuan kaplıcanın işletmesini bir aile tarafından yetersiz kalınarak yapılmaktadır. Modern görünümlü ama bakımsız kaplıca binalarıyla tarihi arkeolojik kalıntıların bir arada bulunuşu kötü bir durum olarak bulunmaktadır. Demirci- Köprübaşı karayolu üzerinde bulunan geçmişte önemli bir yeri olan bu kaplıcanın gelecekte de önemli bir yeri olması için önlemler alınmalıdır.

Yapılan çalışmalarda ölçülen kaplıca su sıcaklıkları 50–65 °C arasındadır. Kaplıcadan 12 ay boyunca devamlı olarak örnekleme yapılabilinmiştir.

#### 3.4.5. Kula Emir Kaplıcası:

Kula-Selendi yolu üzerinde, Kula'ya 20 km., Manisa'ya 130 km. uzaklıktadır. Bir ana kaynak ile bu kaynağın kaçaklarından oluşan iki yan kaynak halinde çıkmaktadır. Suyun sıcaklığı 50–79 °C arasında değişmekle birlikte sıra odalar şeklinde 36 odası ve süit evleri mevcuttur.



Şekil 3.4.5.1. Kula Emir Kaplıcası aşağı hamam kaynak ağızı.

Eski Kula-Selendi yolu üzerinde yer alan kaplıcaya gedilen yolda yaşlı volkanik kayaların oluşturduğu 'Asi Tepe Volkanitleri' olarak adlandırılan bir volkanik istif yer almaktadır. Çok farklı bir görüntü oluşturan bu volkanik istifleri yol boyu seyretmek mümkündür. Kaplıcaya ulaşmadan tarihi Hoca Seyfettin Köprüsünün üzerine yapıldığı Gediz nehrinden geçilmektedir. Köprüden sonra karşımıza Kula Maden sularını işleme tesisleri çıkmaktadır. Gediz nehriyle birleşen ve onun kollarından birinin olan Selendi çayından dönerek ulaştığımız Selendi Emir Hamamında Kula Belediyesi tarafından işletilen kaplıca tesisleri bulunmakta. Tesiste halen yenilenme çalışmaları devam etmekte, kalmak isteyen konuklar için yeni yerler yapılmakta ve eski odalar bakıma alınmaktadır. Oldukça fazla sayıda tarihi esere sahip olan kaplıcada koruma altına alınmamış olan duvar taşlarına kazınmış olan heykeller bulunmaktadır. Ayrıca kaplıcanın hemen yanında bulunan nehrin kollarından birinin üstünde yıkılmış ama halen ayakları görülebilen bir köprü ve hamam kalıntıları bulunmaktadır. Kalınabilen odalar dışında kaplıcada gününbirlik gelen konukların yararlanması için yapılmış olan iki adet üzeri kapalı hamam bulunmaktadır. Aşağı Hamam ve Yukarı Hamam adı ile anılan bu hamamlar bay ve bayanlara ayrılmıştır.



Şekil 3.4.5.2. Kula Emir Kaplıcası yukarı hamam kaynak ağzı ve aktığı yer.

Kaplıca bu iki hamama gelen suyun sağlandığı iki büyük kaynak ağzına sahiptir. Bulardan kaplıcanın girişinde bulunan Aşağı Hamam kaynak ağzı ilk çıkışta itibaren tamamen kapalı ortama alındığı için gözlenememiştir. Suyun hamama verilmeden önce aktığı üstü kapalı beton kanal hamamın yanında üstü açılmakta ve suyun hamama fazla gelen kısmı ise taşkınını önlemek için yine 3 m uzunluğundaki dar ve üstü açık beton boru ile dereye doğru akıtılmaktadır. Aşağı hamam örnekleme suyun hamama ulaştığı ve güneşi gördüğü bu ilk noktadan beton duvarı kazıyarak alınmıştır. Daha sonra suyun dereye doğru aktığı kısımda suyun hızı yavaşladığı için büyük gruplar halinde suyun üzerinde yüzen alg tabakalarından ve yine beton kanalın duvarları kazınarak örnekleme yapıldı. Devamlı güneş gören bu kanallarda yalnızca belli alg grupları görülmektedir ve hatta tabakalar halindeki büyük alg gruplarının tümü tek bir türe ait olabilmektedir.

Diğer örnekleme istasyonu olan Yukarı Hamam, tesisin üst kısmında bulunmaktadır. Kaynak çıkışında küçük, üstü kapalı bir beton havuzda su biriktirilir. Odalara da verilen bu havuzun suyu kapalı beton kanallar ile hamama kadar gelir ve burada üstü açık olarak bırakılmış kontrol noktasından sonra büyük bir kısmı hamama kapalı kanal istemi ile girerken taşkınları önlemek için drenaj yapan kanallar ile az bir kısmı toprak zemin üzerinde dereye doğru akıtılmaktadır. Örneklemenin yapıldığı bu noktadaki ilk yer olan kontrol noktasının duvarlarından kazınarak alınan örneklerde tek bir tür bulunmaktadır. Suyun toprak zeminin üzerinden dereye doğru aktığı kısımda ise algler katmanlar halinde büyük tabakalar oluşturmaktadır. Hatta zaman zaman suyun akışını engellediği için görevliler tarafından bu alg grupları temizlenmektedir.



Tüm örneklemelerin yapılabilindiği bu kaplıcada doğa, arkeoloji ve tabii güzellikler bakımından oldukça zengin olup bunların hiç biri koruma altında değildir. Tam tersi bilinçsiz bir şekilde harap edilen tarihi ve doğal değerler bir daha kazanılamamak üzere kaybedilmektedir.

Ph değeri 6,62 olan kaplıca, bikarbonat, sodyum ve karbondioksit içermesinden dolayı kimyasal sınıflandırmada yerini alır. Fiziksel sınıflandırmada ise hipertermal (54° C), hipotonik olduğu görülmektedir. Ayrıca metabolik asit içermektedir.

Örneklemelerde ölçülen sıcaklıklar 45-60° C arasında değişmekle birlikte ortalama sıcaklık 50° C'dir.

#### 4.BULGULAR

##### 4.1. Mavi-yeşil Alglerin Genel Özellikleri

Mavi-yeşil algler fototrofik prokaryotik canlılardır. Yüksek bitkilerdeki gibi birbirine bağlı Fotosistem I ve Fotosistem II'yi kullanarak oksijenli fotosentez yapan tek prokaryotik canlı grubudur. Çok sayıda türü bilinmektedir ve her bir türün morfolojisi diğer türlerden oldukça farklılık gösterir (Castenholz ve Waterbury, 1989). Tek hücreli türlerde yaşam faaliyetlerini geçici olarak durduran tekli hücreler mesela pikoplanktonik türler (*Synechococcus* sp.) ya da onlarca hatta yüzlerce hücrenin bir araya toplandığı gruplar vardır (*Microcystis aeruginosa*). Diğer tek hücreli türlerde az veya çok sayıda bireyin bir araya gelerek çok tabakalı polisakkarit yapılı ince kapsül veya kılıf ile çevrili ya da çevrili olmayan koloniler oluşturduğu görülür (*Merismopedia* sp., *Gloeotheca* sp., *Gloeocapsa* sp.). Çok sayıda ipliksi türü bulunmaktadır, bunların büyük çoğunluğu da kılıfa sahiptir. Örnek olarak *Microcoleus chthonoplastes* türlerinde demetler halinde bulunan trikomların etrafını tek ve ortak bir kılıf çevirmiştir. Bazı ipliksi türler, gerçek hücrelerden ayrılan farklı hücrelere sahip olmalarıyla karakterize olurlar. Bu heterosistler normal hücrelere benzemeyen, oksijenli fotosisteme sahip olmayan ve oldukça farklı kalın hücre duvarına sahip yapılardır. Bu hücreler nitrojen fiksasyonunun yapıldığı alanlardır ve ürettiği nitrojeni diğer normal hücreler ile paylaşırlar, trikomdan ayrı bir şekilde yaşamlarını sürdüremezler. Birçok heterosiste sahip mavi-yeşil alg türü akinet adı verilen ikinci bir hücre tipine sahiptir. Akinetler bir çeşit spordur ve bunlar ortam şartları gelişmeye uygun hale geldiğinde çoğalmayı sağlarlar. Bakterilerdeki endosporlara benzemezler çünkü akinetler ısıya dayanıklı değildir.

Birçok mavi-yeşil alg türü dikkat çekecek derecede çok yönlü metabolizmaya sahiptir (Stal, 1991). Mavi-yeşil alglerin bu oksijenik fototrofik tarzları büyümek için temel gereksinimlerini elde etmelerine izin verir. Bunlar çoğunlukla ortamda mevcut olan ışık, CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O ayrıca CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'nun her biri ayrı ayrı enerji ve karbon kaynağı aynı zamanda elektron vericisidir. Ayrıca birçok tür nitrojen kaynağı olarak N<sub>2</sub>'yi kullanabilir. Sınırlı miktarda bir arada bulunan nitrojeni bağımsız hale getirirler. Mavi-yeşil algler oksik çevrelerde olduğu gibi anoksik yerlerde de bulunduğu bilinmektedir (Castenholz, 1973). Bir kaç türü değişiklik gösterebilir ve tipik bakterial anoksijenik fotosentezde elektron vericisi olarak sülfiti kullanırlar. Diğer türler ışıklı periyotta şeker ve diğer organik bileşikler özümlerler (Rippka, 1972). Mavi-yeşil alglerin karanlık periyottaki enerji karı aydınlık periyotta biriktirdiği karbonhidratları solunumla yakmasıyla elde edilir. Bununla birlikte anoksik koşullar altında bazı türler mayalanma ile gereksinimlerini rahatlıkla sağlayabilme yeteneğindedirler. Birkaç durumda mavi-yeşil alglerdeki kemoorganotrofiye dikkat etmek gerekir. Mavi-yeşil alglerdeki bir diğer önemli özellik birbirlerinden farklı çeşitli güç bileşenleri biriktirebilmeleridir. Bunların içeriği glikojen (karbon ve

enerji), polifosfat (fosfor), poli- $\beta$ -hidroksibutyrate (fonksiyonu kesin bilinmiyor) ve cyanofisin (nitrojen) (Kromkamp, 1987). Bir diğer önemli nokta mavi-yeşil alglerin oldukça düşük su potansiyelleri altındaki gelişme kapasiteleridir. Böyle türler çok yüksek direnç gösterebilirler ve kurak çevrelerde mesela çöllerde gelişebilirler ya da yüksek tuzluluğu tolare edebilirler ve çok tuzlu göllerde gelişirler.

Mavi-yeşil alglerin çok yönlü metabolizması ve kapasitesi çok hızlı bir şekilde bir durumdan diğerine değişim gösterebilmekte ve böylelikle çok farklı çevre şartlarına oldukça yüksek bir başarı oranıyla uyum sağlayabilmektedirler. Birçok çevredeki mavi-yeşil algler ekosistemdeki besin zincirinde birincil üreticilerdir. Bu duruma birkaç örnek; tatlı sularda, (yüksek) tuzluluk ya da sodalı göllerde, denizlerde (okyanuslar dâhil), pirinç tarlalarında, bentik organizma olarak kıyasal sedimentte, toprakta, çöllerde, sıcak kaynak ağızlarında, mağara duvarlarında ve daha birçok farklı çevrede yaşarlar. Bununla birlikte mavi-yeşil algler çok çeşitli canlı grupları ile simbiyont oluşturlar (deniz diatomlarından *Rhizosolenia* sp., Cycas bitkisinin köklerinde ve Azolla bitkisinin yapraklarında) (Rai, 1990). Ayrıca mavi-yeşil alglerin yaygın coğrafik dağılımı bekli de onların dünyanın biyolojik tarihi süresince oldukça önemi bir rol oynamasını sağlamıştır (Schopf ve Walter, 1982). Mavi-yeşil algler şu anda fosil stromatolit oluşumlarının arasında ve tabakalaşmış biyojenik kayalarda karışmış durumda bulunmaktadır (Reid ve Browne, 1991) ve fosil stromatolitlerin erken prekambiyenden beri yaklaşık 3,5 milyon yıl öncesinde bulundukları bilinmektedir. Mikrofosillerdeki karbon izotop bilgileri stromatolitlerin mavi-yeşil alglerle karıştırıldığını akla getirmektedir (Des Marais ve Canfield, 1994). Atmosferdeki oksijen birikimine mavi-yeşil alglerin neden olduğu kabul edilmektedir (Ehrlich, 1990). Bu açıklamalar mavi-yeşil alglerin ne kadar büyük bir öneme sahip olduğunu ve hala dünya üzerindeki ekosistemde önemli görevlerinin olduğunu göstermektedir. Mavi-yeşil alglerin bulunduğu çeşitli çevreleri ve bu canlıların farklı metabolik kapasitelerinin ayrıntılı incelenmesiyle bile yeniden tanımlamaların yapılması oldukça güçtür.

Mavi-yeşil alglerin genel özelliklerine kısaca bakacak olursak: Mavi-yeşil algler, 1969 yılında Whittaker tarafından yapılmış olan beşli âlem sisteminde ilk basamağı oluşturan Monera alemi içinde incelenmektedir. Canlılar dünyasında hücre özelliklerine, morfolojik görünüşlerine göre yapılan sınıflandırmada Mavi-yeşil alg üyeleri ve Bakteriler Prokaryotik organizmalar olarak ele alınarak aynı âlem içinde incelenmektedir. Son zamanlarda yapılan üçlü âlem sistemli sınıflandırmada ise Eubacteria grubuna dâhil edilmişlerdir. Bakteriologlar tarafından bakterilerle birlikte incelenen mavi-yeşil algler 'Cyanobakteri' (Cyanobacteria) olarak isimlendirilmektedir. Botanikçiler tarafından ise bitki olarak kabul edilerek alglerle birlikte ele alınmakta ve Cyanophyta divisiosu olarak incelenmektedirler. Sistematikteki yeri araştırmacılar tarafından hala tartışılan Mavi-yeşil alglerin, son yıllarda yapılan moleküler düzeydeki araştırmalarla, DNA ve ribozom analizleriyle bulunduğu yer konusunda yeni fikirler ortaya atılmaktadır.

Mavi-yeşil algler ve bakterilerin ortak özellikleri, Prokaryot canlılar olarak gerçek çekirdek ve plastidlere sahip olmamalarıdır. Mavi-yeşil alg üyeleri sahip oldukları Klorofil a, fikosiyanin, fikoeritrin gibi pigment maddeleri ile bakterilerden ayrılır, metabolizma olaylarının durumu ile diğer alglere yakınlık gösterirler. Hücreleri gerçek bakterilerden daha büyüktür, boyutları 1µm ile 10µm arasında olabilir ve bakterilerden farklı olarak müsilaj bir kınla çevrilidirler. Mavi-yeşil algler fotosentetik aerob turlar (fotosentetik gerçek bakteriler ise anaerob turlar). Depo maddesi olarak kullandıkları 'Cyanofisin nişastası' yüksek bitki nişastalarına göre daha küçük moleküllerden oluşan primer nişastadır.

Yeryüzünün ilk fotosentetik organizmaları olarak kabul edilen Mavi-yeşil alg üyeleri diğer alg grupları arasında prokaryotik yapıda olan tek gruptur. Kamçıları ve sellüloz hücre duvarları yoktur. Çekirdek zarları olmadığından DNA sitoplâzma içinde dağınık halde bulunur. Nukleoli ve organize olmuş kromozomları, histon proteinleri yoktur. Plastidler (kloroplast), mitokondri ve golgi gibi zarla çevrili organelleri yoktur. Klorofil ve pigment maddeleri de sitoplâzma dağılmıştır. Renklerinin mavi-yeşil, siyah-yeşil oluşu içerdikleri fikoeritrin ve fikosiyanin renginden ileri gelir.

Genellikle tek hücreli alglerdir. İçlerinde koloni oluşturanları, birçok hücrenin dizilerek ipliksi yapıda ortaya çıkanları olduğu gibi yalancı dallanma gösterenleri de vardır. Tek hücreliler ortam koşullarının etkisi ile yuvarlak, koloni halindeki daha az yuvarlak ya da silindirik biçimindedirler. Mavi-yeşil alglerin tipik yuvarlak hücresi ele alınıp incelendiğinde basitçe şu yapılar görülür: hücrenin ince ya da çok kalın bir müsilaj katmanı, bundan sonrada hücre çeperi gelir. Hücre çeperinin bileşimi pektindir ve genellikle 3 katmandan oluştuğu söylenmektedir. Hücrenin içini dolduran plazma; dışta renkli kromoplazma, içte renksiz sentroplazmaya ayrılır. Plankton olanlarda gaz vakuelleri vardır ve bu sayede su yüzeyinde durabilirler. Planktonik mavi-yeşil algler tek hücreli veya çok hücreli kolonial formlar şeklinde olduğu gibi ipliksi yapıda da olabilirler.

Eşeyli üreme bugüne kadar gözlenmemiştir. Çoğalmaları yalnız eşeysiz olarak gerçekleşmektedir ve tek hücreli olanlarda doğrudan doğruya bölünmeyle, ipliksi olanlarda sporlarla ya da tüm ipliğin birkaç hücreli parçalara ayrılmasıyla olur. Ekolojik koşullara göre farklı biçimlerde görülen üremede uygun olmayan ortam koşullarında:

1-Spor Hücresi = Akinet (devam hücresi; çeperi kalınlaşıp hacmi büyüterek irileşmiş bir vejatatif hücredir).

2-Hormosist (az sayıda hücrenin sıralar halinde dizilerek oluşturduğu ipliksi yapıya trikom adı verilir ve yapının etrafını bir müsilaj katmanı sarar).

3-Heterosist (sınır hücresi adı da verilen bu yapı trikom üzerinde uç kısımda yada ortada olabilir ve görünüşü diğer hücrelerden büyüktür).

Uygun ortam koşullarında gözlenenler:

1-Endospor (çoğunlukla denizel türlerde görülür, büyük yapıdaki hücrenin içinde protoplastın bölünmesi ile çok sayıda çıplak hücrenin oluşup ana hücrenin patlaması ile serbest hale gelip ile yeni iplikler oluşturmaktadır)

2-Hormogonium (ipliksi yapıdaki algin bir parçası olarak ortaya çıkan hormogonium, vejetatif hücrelerden birinin ölümü ile normal iplikten ayrılır, birden fazla hücre içerir ve dış müsilaj katmanının parçalanması ile serbest hale geçer)

3-Planokok (ipliğin sonunda meydana gelmektedir, tallus tarafından oluşturulan, aktif hareket yeteneğine sahip tek hücreli yapı ipliğin uç kısmından koparak serbest hale geçer)

4-Ekzospore (birkaç hücreden oluşmuş, müsilajla çevrili kitle içerisinde mitotik bölünmelerle normal hücreden küçük olan hücreler çeperin patlaması ile serbest hale geçerler)

Mavi-yeşil algler içerisinde heterosist taşıyanları genellikle azot bağlayıcılarıdır. Heterosistlerin yapımı ve kontrolü oldukça zordur. Bu yüzden Mavi-yeşil algler gereksinim duymadıkça Heterosist oluşturmaz. Eğer gelişme ortamında herhangi bir azot kaynağı (amonyum, nitrit, nitrat) bulunmuyorsa (atmosferik N<sub>2</sub> hariç) heterosist oluşumu gözlenir. Eğer Mavi-yeşil algler nitrojen kaynağına sahip ise, filament yalnızca vejetatif hücrelerden oluşmaktadır ve nitrojen fikse edilmemektedir. Ortamda nitrojen kalmadığında ise heterosistler 12–18 saat içinde gelişebilmektedir. Filamentte heterosistlerin yerleşimi rastgele değildir. Yapılan araştırmalar yaklaşık olarak her 10 hücrede bir heterosist yerleşimi olduğunu göstermiştir.

Ayrıca heterosist taşımadığı halde azot bağlayan Cyanophyta türleri de vardır. Bu türlerde gün boyunca fotosentez, gece boyunca ise nitrojen fiksasyonu yapılmaktadır. Sonuçta, yeterli derecede nitrojen fikse edilir ve Cyanofisin şeklinde depolanır. Cyanophyta alglerinin 50 kadar türü atmosferdeki serbest azotu amonyağa çevirirler. Topraktaki azotun, büyük bir kısmının kaynağını oluşturan bakteriler ve toprakta yaşayan mavi-yeşil algler, atmosferik azotu kullanamayan yüksek bitkilerin gelişimleri için gerekli azotu toprağa verirler.

Yedek depo maddeleri nişasta yerine proteinlere bağlı ve gliko protein adı verilen glikojen ile sentroplazma içindeki volutindir.

Cyanophyta grubundaki alglerin sucul ortamlarda bulunuşu ortamın verimi açısından çok önemlidir. Birincil üreticileri oluşturan bu grup alglerin bazı türleri, ortamda yüksek sıcaklık ve besin tuzlarının artışı ile aşırı derecede çoğalarak ekosistemde tehlikeli olabilirler. Bu aşırı çoğalma olayları suçiçeği, algal bloom, red-tide gibi isimlerle anılmakta ve ortamda farklı renklenmelere neden olmaktadır. Ayrıca ortamda zehirli madde oluşturabilmekte ve diğer türlerin yaşamını sınırlandırabilmektedirler.

Büyük bir kısmı tatlı sularda ve rutubetli yerlerde, çok azıda denizlerde, tuzlu bataklık ve acı sularda yaşar. Epifitik olan türleri (diğer bitkilerin üzerinde yaşayan), plankton olanlar, kısmen parazit yaşayanlar, simbiyoz olanlar (kalkerli kayaçların ya da mercan resiflerinin içinde endolitik

veya üzerinde epilitik yaşayanlar) kaplıca sularında 70–80 °C'de yaşayanları ve -190 °C'ye günlerce dayanabilenleri vardır.

Kaplıcalarda yayılış gösteren türlerin gelişimine bakacak olursak karşımıza çok farklı bir evrimsel süreç çıkmaktadır. Birçok termofil canlının orjini aynıdır. Bu taksonomik grupların karakteristik sıcaklık limitleri;

Bakteriler > 95 °C

Mavi-yeşil algler < 74 °C

Mantarlar ve Ökaryotik algler < 60 °C

Metazoalar < 50 °C(Mitchell 1974).

250 °C'de peptit ve fosfodiester bantları ve amioasitler zarar görür. Yaşamın görüldüğü en yüksek sıcaklıklar 110- 250 °C arasındadır (Brock, 1985).

Canlılar optimum büyüme sıcaklıklarına göre;

Psikrofiller: düşük sıcaklıklarda

Mesofiller: 25 °C'de hatta yaklaşık 45 °C'ye kadar

Termofiller: 55 °C'den kaynama sıcaklığına kadar yaşayabilenler (Brock, 1985).

Çok hücreli hayvanlar 50 °C'den yukarıda yaşayamazlar. Birçok protozoa türü ancak 50 °C civarında yaşayabilir. Çok hücreli bitkilerin yaşayabildikleri en yüksek sıcaklıkta 50 °C'den yukarı değildir. 50 °C'nin üzerinde yalnızca mikroorganizmalar yaşayabilmektedir. Ökaryotlar için en üst limit 60 °C'dir. Bununla birlikte 60 °C'nin üzerinde prokaryot canlılar bulunmaktadır. Ökaryotların yapısal karakteri, belki de çekirdek sistemleri ısı dengesine uygun değildir. Prokaryotların da tüm türleri 60 °C'nin üzerinde yaşayamayabilirler. Örnek olarak; fotosentetik prokaryotlar 70–73 °C'de rahatça tanımlanabiliyorlar. Dünyanın birçok bölgesinde fotosentetik prokaryotlar 70 °C yakınlarında bile bulunmazlar.

Fotosentetik canlıların 73 °C'nin üzerinde yaşayamamalarıyla birlikte ototrofik canlılar yaşarlar. Ama bu ototroflar inorganik enerji kaynağı olarak sülfid, element halinde sülfür ve demiri kullanabilme yeteneğindedirler. Bunları kullanan heterotrofik bakteriler kaynama sıcaklığındaki sularda yaşarlar. Bunlar sülfür bakterileri, zorunlu anaerobik heterotroflar ve aerobik heterotroflardır. Bunların bazıları yalnızca termofilik değildir ayrıca asidofilik özellik taşırlar. Arkhobakterilerin tümü termofilik değildir hatta çoğu mesofilik sıcaklıklarda yaşar. Gerçek bakteriler yüksek sıcaklıklarda (yaklaşık 90 °C) yaşayabilmektedirler. Canlıların gelişimleri için üst sıcaklık sınırları tablo halinde çizelge 4.1.1'de verilmiştir.

| Grup                             | Yaklaşık olarak en üst sıcaklık |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Hayvanlar                        |                                 |
| Balık ve diğer sucul omurgalılar | 38 °C                           |
| Böcekler                         | 45–50 °C                        |
| Krustaceler                      | 49–50 °C                        |
| Bitkiler                         |                                 |
| Damarlı bitkiler                 | 45 °C                           |
| Kara yosunları                   | 50 °C                           |
| Ökaryotik mikroorganizmalar      |                                 |
| Protozoa                         | 56 °C                           |
| Algler                           | 55–60 °C                        |
| Mantarlar                        | 60–62 °C                        |
| Prokaryotik mikroorganizmalar    |                                 |
| Mavi-yeşil algler                | 70–73 °C                        |
| Fotosentetik bakteriler          | 70–73 °C                        |
| Kemolithotrofik bakteriler       | > 100 °C                        |
| Heterotrofik bakteriler          | > 100 °C                        |

Çizelge 4.1.1 Canlıların gelişimleri için üst sıcaklık limitleri (Brock, 1985)

Prokaryotlar suda bulunan besin kaynakları için koloni içi rekabet ile yüksek sıcaklıklara dayanabilirler.

Termal suların kesin ortak karakteri termal kaynak ağzılarının özellikleri ile açıklanır. Termal sular genellikle yüzey sularının sıcak mağma yakınlarına kadar aşağılara doğru süzülmesiyle oluşur, aşağı indikçe ısınır ve sonra tekrar yüzeye doğru yol alır. Isınmış olan su yüzeye doğru çıkarken geçtiği yerlerdeki mineralleri çözer ve böylece ortaya çıkan suyun mineral içeriği karakteristik olarak oldukça yüksek seviyelerde olur (Castenholz, 1969).

Oldukça sıcak sularda yalnızca heterotrofik bakteriler bulunur ve kaynama noktasına çok yakın sıcaklıklarda gelişim gösterirler (Bott ve Brock, 1969; Brock ve Darland, 1970; Castenholz, 1969). Algler 73 °C'nin üzerinde gelişim göstermezler ama alglerin bakterilerle yakınlığına neden olarak, oldukça yakın fiziksel ve belkide kimyasal benzerliklerinin oluşu ile açıklanabilir ve bu benzerliğin sebeplerini en güzel algal yığınlar açıklar. Bu canlı yığınların herbivor olan termofilik metazoalar için yeterli ve alınabilir besinler olduğu görülmüştür (Brock, Wiegert ve Brock, 1969). Bu termofilik metazoaların tümü genel olarak 45 °C'nin üzerinde bulunmazlar. Metazoaların yaşadığı sıcaklıklar onların besinlerini oluşturan alg ve bakterilerin optimum sıcaklığından düşüktür (Wiegert ve Mitchell, 1972).

Termofillerin evrimini ekolojik bir soru olarak değil fizyolojik bir soru olarak ele almalıyız. Birçok araştırmacının savunduğu gibi hücredeki karmaşıklık azaldıkça sıcaklığa dayanıklılık artmaktadır (Brues, 1938; Brock, 1970).

Metazoa < Yeşil Algler < Mavi-yeşil Algler, Mantarlar < Bakteriler

Araştırmacılar yüksek sıcaklıkları toleransın evriminin asıl sınırlarının hücrel karmaşıklıkla ilgili olduğunu anlamışlardır (Tansey ve Brock, 1972).

Ökaryotlardaki asıl kısıtlama onlara özgü olan ökaryotik membran yapısıdır, bu membran yapısı uzun yıllar öncesindeki evrimsel değişimlerden etkilenmemiştir (Brock, 1969). Bu ortaya atılan iki önermeden biridir. Bu önermelerden diğeri; her bir büyük ökaryotik taksonun karakteristik olarak yaşayabildiği maksimum bir sıcaklığı vardır. Bu sıcaklık, herhalde türün fizikokimyasal özelliklerine dayanmaktadır. Bu özelliklerin mutasyon aracılığı ile değişmesi imkânsızdır. Bu öneri tek başına kabul edilemez. Bu başka önerilerle desteklenmeli ya da özellikle kanıtlarla desteklenmelidir. Bu kanıtlar ve destekler çevresel baskılar altında sıcaklığa en fazla seviyede tolerans gösterenlerin pozitif seçicilikle yaşamlarına devam etmeleridir (Mitchell, 1974).

Sitoekolojideki tekrarlanan çalışmalara göre hücrel karmaşıklıkta sıcaklığa tolerans hiçte basit bir fonksiyon değildir (Poljansky ve Sulehanova, 1967; Precht, 1967). Bu konuda çalışan bilim adamlarının ifade ettiği şüphelerdeki anahtar nokta; ökaryotlarda önemli fonksiyonları olan organellerin ısıya dayanabilmek için iç membranla etraflarının sarılmış olması gerekir (Brock, 1969). Tansey ve Brock (1972) bu tez üzerinde ısrar edip ökaryotik hücrelerin yaşayabildiği üst sınırın 62 °C olduğunu açıklamışlardır.

Sıcak sularda yaşayan prokaryotlarda görülen termofilik evrimi çalışmak kolay olmalı çünkü hem alglerdeki hem bakterilerdeki tür çeşitliliği ısının yüksek olduğu yerlerde gittikçe azalır (Brock, 1969; Castenholz, 1973). Isıya dayanıklı mavi-yeşil alglerden *Mastigocladus* (Castenholz, 1969) ve *Synechococcus* (Peary ve Castenholz, 1964) üyelerinin genetik olarak farklı olduğu düşünülebilir. Yüksek sıcaklığa dayanabilen bakterilerin genetiği hakkında doğru bilgilere sahip değiliz çünkü hala kültüre alınamadılar (Brock, Brock, Bott, Edwards, 1971).

Kullberg'in yaptığı çalışmalardaki bilgiler (1971) prokaryotik ve ökaryotik algler arasındaki ısıya dayanıklılık farkını açıkça ortaya koymaktadır. 35 °C'de bulunan alg türlerinin % 40'ı ökaryotiktir. Bununla birlikte 50–60 °C arasında ortalama 6 prokaryotik alg türü bulunur ama ökaryotik tek bir tür bile bulunmamaktadır. Mitchell (1974) bu sonuçlara bakarak ökaryotik alglerin yüksek sıcaklığa prokaryotik alglerden daha duyarlı olduklarını kabul etti.

Sınırsız nütrientin bulunduğu durumlarda elde edilen kesin kanıtlar göstermiştir ki mavi-yeşil alg hücrelerinin fizikokimyasal sınırları 73 °C'ye kadar ulaşmaktadır.



#### 4.2. Araştırma Bölgesinde Tespit Edilen Mavi-yeşil Alg Türleri

Kingdom: Bacteria

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Chroococcales

Familya: Chroococcaceae

Genus: *Chroococcus* Nägeli, 1849

1. *Chroococcus dimidiatus* (Kützinger) Nageli  
S: *Chroococcus turgidus* (Kützinger) Nageli
2. *Chroococcus minor* (Kützinger) Nageli  
S: *Pleurococcus minor* (Kützinger) Rabenhorst

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Chroococcales

Familya: Microcystaceae

Genus: *Gloeocapsa* Kützinger, 1843

3. *Gloeocapsa quaternata* (Brébisson) Kützinger

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Spirulinoideae

Genus: *Spirulina* Turpin ex Gomont, 1892

4. *Spirulina subsalsa* Oersted
5. *Spirulina subtilissima* Kützinger
6. *Spirulina meneghiniana* (Zanardini) Gomont
7. *Spirulina major* Kützinger  
S: *Arthrospira major* (Kützinger) Crow 1927, *Spirulina oscillarioides* Turpin 1827

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Leptolyngbyoideae

Genus: *Leptolyngbya* Anagnostidis ve Komarek 1988

8. *Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis ve Komarek, 1988

S: *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont 1892, *Phormidium tenue* Anagnostidis ve Komarek, *Anabaena tenuis* Meneghini 1837, *Spirocoleus tenuis* (Meneghini) P. C. Silva

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Leptolyngbyoideae

Genus: *Planktolyngbya* Anagnostidis ve Komárek, 1988

9. *Planktolyngbya subtilis* (G.S. West) Anagnostidis & Komárek

S: *Lyngbya limnetica* Lemmermann, *Lyngbya subtilis* Holden, nom. illeg. 1904

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Pseudanabaenoideae

Genus: *Limnothrix* Meffert, 1987

10. *Limnothrix amphigranulata* (Goor) Meffer

S: *Oscillatoria amphigranulata* Goor

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Pseudanabaenoideae

Genus: *Jaaginema* Anagnostidis ve Komárek, 1988

11. *Jaaginema pseudogeminata* (Schmidle) Anagnostidis & Komárek

S: *Oscillatoria pseudogeminata* Schmidle

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familia: Oscillatoriaceae

Genus: *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, 1892

12. *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont

S: *Oscillatoriella princeps* (Vaucher) Gaillon

13. *Oscillatoria proteus* Skuja

14. *Oscillatoria boryana* Bory

15. *Oscillatoria calcuttensis* Biswas

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familia: Oscillatoriaceae

Genus: *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont, 1892

16. *Lyngbya contorta* Lemmermann

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familia: Phormidiaceae

Subfamilia: Phormidioideae

Genus: *Phormidium* Kützing ex Gomont, 1892

17. *Phormidium chlorinum* (Kützing) Umezaki & Watanabe

S: *Oscillaria chlorina* Kützing, *Oscillatoria tenuis* var. *chlorina* Playfair

18. *Phormidium willei* (N.L. Gardner) Anagnostidis & Komárek

S: *Oscillatoria willei* Gardner em. Drouet

19. *Phormidium terebriforme* (C. Agardh) Anagnostidis & Komárek

S: *Oscillatoria terebriformis* C. Agardh

20. *Phormidium amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis & Komárek

S: *Oscillatoria amphibia* C. Agardh

21. *Phormidium formosum* (Bory de Saint-Vincent) Anagnostidis & Komárek

S: *Oscillatoria formosa* (Bory de Saint-Vincent) Gomont

22. *Phormidium splendens* (Greville ex Gomont) Anagnostidis & Komárek

S: *Oscillatoria splendida* Greville, *Oscillatoria leptotricha* Kützing

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Nostocales

Familia: Rivulariaceae

Genus: *Calothrix* C. Agardh ex É. Bornet et C. Flahault, 1886

23. *Calothrix thermalis* (Schwabe) Hansgirg

S: *Mastichonema thermale* Schwabe

24. *Calothrix marchica* Lemmermann

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Stigonematales

Familia: Mastigocladaceae

Genus: *Mastigocladus* Cohn ex Kirchner, 1898

25. *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn 1863

#### 4.3.Tespit Edilen Türlerin Sistematığı ve Özellikleri

Kingdom: Bacteria

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Chroococcales

Familya: Chroococcaceae

Genus: *Chroococcus* Nägeli, 1849

Tek hücreli kolonial türlerdir. Kolonileri genellikle mikroskobik, sadece birkaç hücreli olanları az çok küresel şekillidir. Nadiren de olsa çok sayıda hücre bir araya gelip büyük makroskobik kolonilerde oluşturabilirler. Jelâtinli yapıdaki kolonial tabaka hassas, akıcı, homojen, renksiz ya da lamelli yapıda, sınırlı ve nadiren renklidir. Hücreler kendi kılıfları ile sarılıdır. Bunlar genellikle aynı şekilli hücrelerdir, homojen ya da lamelli yapıdadırlar. Hücreler nadiren küreseldir (yeni üremiş hücreler), genellikle yarı küreselden şekilsiz doğru giderler. Hücre içeriği homojen ya da granüllü yapıdadır, bazen hücrenin sahip olduğu dikkat çeken birkaç granül ışık mikroskobuyla rahatlıkla gözlenebilir. Parlak ya da açık mavi-yeşil, sarımsak, pembemsi ya da menekşe renginde olabilirler. Nadiren gaz vakuolleri (bazı planktonik türlerde) ve bazende büyük boyuttaki hücrelere sahip olan türlerde kromotoplazma gözlenebilmektedir (tylakoidler hücrenin çeperine yakın yığılma gösterir).

Dikey olarak üç bölüme ayrılma yeteneğinde olan hücrenin tümü ardı ardına yeni nesiller meydana getirir. Oluşan her yeni hücre az çok düzensizdir. Yavru hücreler bir sonraki bölünmeden önce orijinal hücre boyuna ulaşırlar ama her zaman orijinal hücre şeklini almayabilirler. Her yavru hücrenin kendine ait bir hücre kılıfı vardır. Çoğaldıktan sonra koloniden ayrılan hücreler bazen bireysel olarak yaşamlarına devam ederler.

Tatlı sularda geniş yayılım sağlarken tuzlu sularda yayılımları sınırlıdır. Termal sular ve nemli topraklarda yaşam alanları içindedir. Bir grup türü ise planktonik olarak baraj göllerinde yaşar.

Birçok türü yanlış isimlendirilmiş ve bu yanlış defalarca tekrarlanmıştır. Bu cins için türlerin doğru olarak belirlenmesinde ekolojisi çok önemlidir. Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde 117 tür ismi bulunmaktadır, bunların sadece 83 tanesi geçerli kabul edilmektedir.

1. *Chroococcus dimidiatus* (Kützting) Nageli

S:*Chroococcus turgidus* (Kützting) Nageli



Şekil 4.3.1. *Chroococcus dimidiatus* (Kützting) Nageli.

Hücreleri yuvarlak veya elipsoid şeklinde tek bir hücre olarak bulunurlar. Hücreleri teklidir veya çoğunlukla 2 ile 4 hücre, nadiren 8 hücre bir araya gelip gruplar halinde bulunurlar. Renkleri mavi-yeşil, sarımsı veya zeytin yeşilidir. Kılıfsız boyu 8–32 µm, kılıflı 13–25 µm'dir. Sahip oldukları jelatinöz veya mukoz yapıdaki matriks kılıf renksizdir.

Planktonik olarak yaşarlar. Su kütlesi içinde bulunur. Serberst halde yüzerler. Hücreler içlerinde bulundurdıkları iri birer koyu renk granül ile kolayca ayırt edilebilirler.

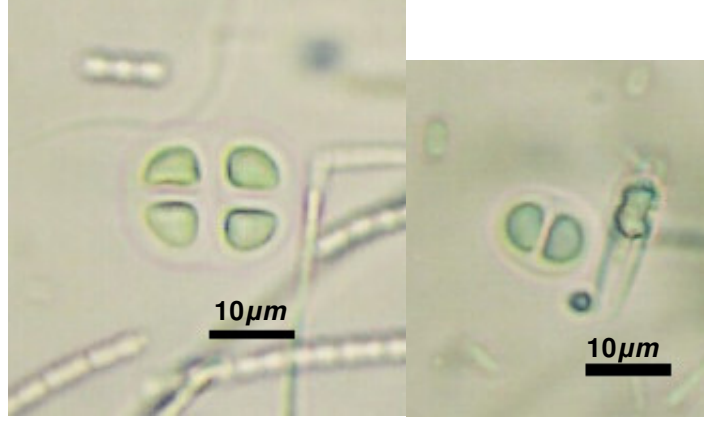
Yapılan örneklemelerde kılıfsız hücre boyu 9 µm, hücre eni 14 µm olarak ölçülmüştür. İkili hücre gruplarının sahip oldukları kılıfın renksiz ve ince oluşundan dolayı çok net olarak görülmemekle birlikte hücreler açık parlak yeşil renkte ve içlerinde tek bir koyu kahve-yeşil granülün varlığı görülmektedir.

Daha önce termal alg araştırmalarında, Aysel ve Çelik (1992) Zonguldak Ilıksu kaplıcasında, ayrıca Ustaoglu ve Tarkan (2000) Turgutlu Urganlı kaplıcasında aynı türü tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda Salihli Kurşunlu kaplıcası başta olmak üzere Köprübaşı Borlu Saraycık ve Turgutlu Urganlı kaplıcalarında özellikle bahar ve yaz aylarında tespit edilen türlerdendir.

## 2. *Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli

S:*Pleurococcus minor* (Kützing) Rabenhorst



Şekil 4.3.2. *Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli.

Tallus sümüksü jelatinli yapıda, rengi kirli mavi yeşil ya da zeytin yeşili, küresel şekilli hücreleri 3–4 µm çapında, teklidirler ya da birçok hücre bir arada bulunur, nadiren bu sayı 4–8 arasındadır, sahip olduğu renksiz kılıf oldukça incedir, ancak çok dikkatle bakıldığında gözle görülebilir.

Özellikle durgun göl sularında yayılış gösterirler. Hücrelerin düz şeffaf yeşil renkli oluşu ile kolayca ayırt edilirler. Hücre kılıfındaki matrix oldukça boldur.

Yapılan örneklemelerde daha çok 2'li ve 4'lü gruplar halinde bulunan hücrelerdir. Diğer türlerine göre boyutlarının küçük olması ve daha şeffaf bir görünüme sahip olması tür teşhisini zorlu kılmıştır. Özellikle hücre kılıfının geniş olması ve bol miktarda matriks içermesi ve tüm matriks ve çeperin şeffaf olmasında çeperin gözlenmesini zorlaştırmıştır.

*C. minor* türü Güner ve Ünal (1996) tarafından İzmir Balçova Agamemnon Kaplıcasında tespit edilmiştir. Güner (1970) Ege Bölgesi kaplıcaları üzerine yaptığı çalışmada Sart, Kurşunlu ve Balçova gibi Ege bölgesinde bulunan bazı kaplıcalarda yayılış gösterdiğini belirtmiştir.

Yaptığımız çalışmadan elde edilen bulgularda Turgutlu Urganlı, Salihli Sart ve Salihli Kurşunlu kaplıcalarında tespit edildiği ortaya konmuştur. Kaplıca suyunun akış yaptığı kısımda engellere rastlayarak oluşturduğu küçük gölcüklerde, suyun sıcaklığının düşmeye başladığı kaynaktan uzaklığın arttığı noktalarda rastlanmıştır.

Phylum: Cyanophyta  
 Classis: Cyanophyceae  
 Ordo: Chroococcales  
 Familya: Microcystaceae  
 Genus: *Gloeocapsa* Kützing, 1843

Tek hücreli kolonial formlardır. Kolonileri mikroskobik yapıda, düzensiz olarak bir araya toplanan hücrelerin oluşturduğu küçük ya da daha geniş yapılardır. Bazen makroskobik dahi olabilir bu büyük gruplar. Nemli karasal substratların üzerini bazen oluşturdukları büyük gruplarla tabakalar halinde kaplarlar.

Koloniler birçok hücrenin bir araya gelip oluşturduğu hücre gruplarından meydana gelir. Bu gruplar müsilaaj bir kılıf ile birbirlerine bağlanırlar. Oldukça geniş ve lamelli kılıfa sahiptirler. Birkaç türü yoğun kırmızımsı, mavimsi, turuncu ya da sarımtırak renklidir. Hücreler düzensiz olarak koloniler içinde bulunur, koloni içindeki hücreler arasında az çok bir mesafe bulunmaktadır. Yaşlı kolonilerde çok sayıda hücre bulunur. Müsilaajlı kılıf hassastır ama zamanla tabakalaşır ve sınırları nettir.

Tekli yaşayan hücrelerin üremesi kendi kendilerine bölünmeleri ile gerçekleşir. Bireysel yaşayan hücrelerin geniş kılıfları vardır. Bölünmeden hemen sonra kılıf hücreyle aynı şekli almaz. Hücreler küresel şekillidir, sadece yeni bölünmüş hücreler yarı küresel şekillidir. Parlak mavi-yeşil ya da zeytin yeşili, genellikle seyrekte olsa granüllere sahiptir. Bu türlerin döngüleri boyunca morfolojileri farklı aşamalardan geçer ve bu aşamalar ekolojik etkilere bağlıdır. Hücre bölünmesi 3 düşey düzlemde gerçekleşerek başarılı nesiller verir. Yeni oluşmuş yavru hücreler onları oluşturan bölünmeyi takiben tekrar bölünürler, müsilaaj zarf içinde birlikte gelişirler ve aynı zarf içinde bir önceki nesille aynı boya ve orijinal küresel şekle gelene kadar gelişimlerine devam ederler. Koloniden küçük hücre kümelerinin ayrılmasıyla ya da kolonilerden tekli hücrelerin dar jelâtin kılıf ile ayrılmalarıyla üreme gerçekleşir.

Akinet tanımı belkide yalnızca hücrenin dinlenme evresinde yoğun müsilaaj zarfa sahip olduğu zamandır ve çevresel koşullar sebebiyle oraya çıkar, olumsuz şartlarda görülür. Bu akinetler ipliksi mavi-yeşil alglerde bilinen gerçek akinetlerden değildir.

Birçok türün ıslak ve kuru bölgelerde yaşadığı bilinir, periyodik olarak ıslanan taş ve kaya duvarlarda, akarsu kenarlarındaki kayalarda ve dünya üzerinde her yerde yayılmış olarak bulunurlar. Farklı bölgelerde yaşayan popülasyonların taksonomisi henüz çok net değildir ama birçok tür dikkat çeken derecede dünya üzerinde yayılmıştır. *Gloeocapsa* türleri dağlık yerlerde yaşadıkları gibi aynı zaman da kayalık alanlarda, kuru bölgelerde dahi yaşarlar. Birkaç türün sulara perifitik ve metafitik olarak sucul bitkilerle yaşadığı bilinir. Çok nadirde olsa plankton olarak ta yaşarlar.

www.algaebase.org sitesinde ismi verilmiş olan 120 türden 85'i geçerli sayılmaktadır.



### 3. *Gloeocapsa quaternata* (Br  bisson) Kützing



  kil 4.3.3. *Gloeocapsa quaternata* (Br  bisson) Kützing.

Tallus parlak yeşil ya da siyah  msi, kahverengi ya da sar  msi renkte, genişleşmiş ya da yumrular halinde   killenmi  tir. Kılıfsız hücreler 3–4.5 µm genişliğindedir, nadiren genişliği 5 µ 'a kadar genişleyebilir, hücreler kılıfları ile birlikte 7–11 µm genişliğinde mavi-yeşil renkli, sahip olduğu kılıf sıklıkla lamelli yapıda, renksizden kırmızıya dönük bir renkte gözlenir. Hücreleri tekli gruplar halinde olabildiği gibi çoğunlukla 2 ila 4 hücrenin bir arda olduğu gruplar oluştururlar, kolonideki hücre sayısı bazen 8'e kadar çıkar, kolonilerin boyutları 11–22 µm arasında değişmektedir.

Nemli toprakların üst kısımlarında yayılış gösterirler. Durgun ve sıcak suların üst yüzeyinde s  m    ms   bir tabaka oluşturur.

Salihli Kur  sunlu, Turgutlu Urganlı kaplıcalarında yayılış göstermektedir. Suyun akışıyla ıslattığı toprak zeminin üzerinden alınan örneklerde rastlanmıştır. Daha çok yaz ve bahar aylarında kar  şımıza çıkmaktadır. Bu türümüz Türkiye tatlı suları için yeni kayıttır.

Phylum: Cyanophyta  
 Classis: Cyanophyceae  
 Ordo: Oscillatoriales  
 Familya: Pseudanabaenaceae  
 Subfamilya: Spirulinoideae  
 Genus: *Spirulina* Turpin ex Gomont, 1892

Filamentli yapıdadırlar. Filamentleri dallanmaz ve daimi kılıfları yoktur. Nadiren bireysel yaşarlar, genellikle yığınlar halinde ya da makroskobik olarak gözle görülebilir şekilde substratın üzerini ince bir tabaka halinde kaplarlar. İpliğin tümü trikom uzunluğunca düzenli olarak vida şeklinde kıvrılmıştır, bu vida gibi kıvrılmaların genişliği aynı iplikte hatta aynı türün ipliklerinde aynı genişliktedir (çok ender olarak spiraller yoktur), vida şeklindeki kıvrımları oldukça sıkışıktır. Spiraller birbirine değer ya da aralarında çok kısa aralıklar vardır. Trikomlarda: spirallerin genişliği (2-) 2,5 (-4)  $\mu\text{m}$  kadardır. Trikomlar isopolardır ve 0,5–3  $\mu\text{m}$  genişliğindedir, silindirik hücrelerden oluşur, ara lamellerde daralma olmaz ve bu durum ışık mikroskobunda gözlenemez. İpliğin uçlarına doğru daralma oluşmaz.

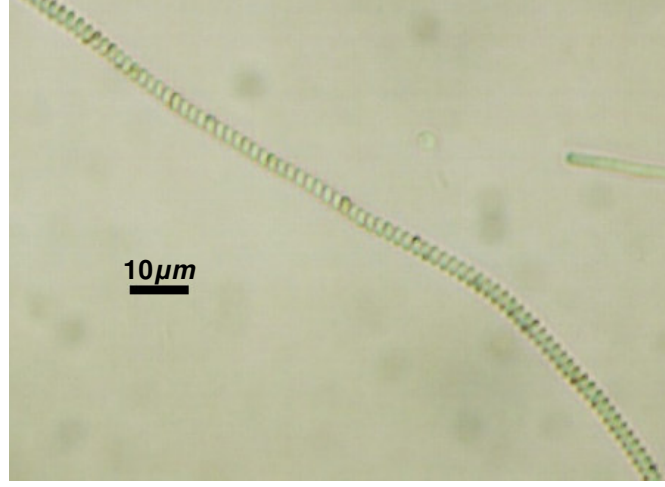
Trikomlar çok fazla hareket yeteneğine sahiptirler (rotasyon hareketi). Hücreleri gaz vakuollerinden yoksun ve dikkat çeken granülleri vardır. Hücrenin köşegen çapları az çokta olsa eşitlik göstermektedir. Hücre boyu hücre genişliğinden fazladır. Genellikle homojen bir içerikleri vardır.

Renkleri parlak mavi-yeşil, zeytin yeşili ya da pembemsidir. Tilakoidler asimetrik olarak dıştaki hücre duvarın kenarlarına dizililer. İpliğin sonundaki hücreler genişçe daire biçiminde kıvrılırlar. Son hücrede hücre duvarında kalınlaşma ya da başlık yoktur. Heterosist ve akinet bulunmaz.

Hücre bölünmesi çaprazlama olarak gerçekleşir, trikomun uzun eksen boyunca dikey olarak gerçekleşen bölünmede yavru hücreler tekrar bölünmeden önce bir önceki nesille aynı boya gelene kadar büyürler. İpliğin tüm hücreleri bölünme yeteneğine sahiptir. Trikomun parçalara ayrılmasıyla meydana gelen hareketli hormogonlarla üreme oluşur, üreme nekritik hücrelerle meydana gelmez.

Birkaç türü bentik ya da tatlı su biyotoplarında metafiton olarak gelişirler, genellikle geliştikleri sular yüksek pollusyon görülen sular değildirler. Su bitkileri arasındaki dentritusta bulunurlar. Birkaç tür termal ve mineral kaynakları, halofilik biyotopları (deniz kıyıları ve acı suları) tercih ederler. Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde 55 tür adı kayıtlıdır, bunlardan sadece 39 türü geçerli kabul edilmiştir.

#### 4. *Spirulina subsalsa* Oersted.



Şekil 4.3.4. *Spirulina subsalsa* Oersted.

Trikom 1–2  $\mu\text{m}$  genişliğinde, rengi mavi-yeşilden kırmızımsı mora doğru, büyük çoğunluğu düzensiz yoğun spiral şeklinde sarılmıştır, nadiren düzenli kıvrılmışlardır, bazen gevşek spiraller halinde sarılmışlardır, tallus parlak mavi-yeşil ya da sarı-yeşil, tekli iplikler halinde diğer alglerin arasında bulunurlar, spiralleri 3–5  $\mu\text{m}$  genişliğindedir.

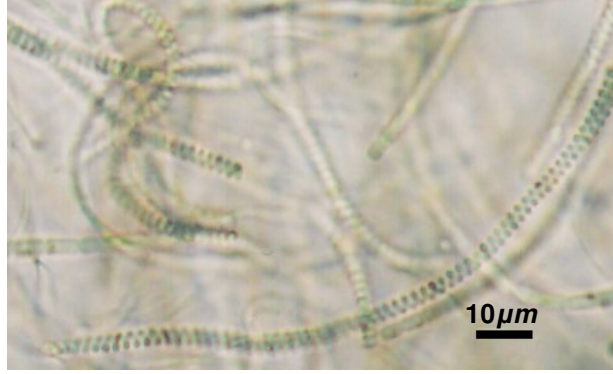
Durgun sularda ölü yapraklar arasında ya da diğer alglerin arasında yaşarlar. Uzun iplikler oluşturabilirler ama çoğunlukla tekli iplikler halinde bulunurlar. Aynı türün bireylerinin bir araya geldiği pek gözlenmez. *Spirulina* türlerinin termal sularda hep *Phormidium* türlerinin yanında bulunduğu tespit edilmiş (Davis, 1897).

Trikom yapısının çok farklı olduğu boyutları da bildirilmiştir. Trikom genişliği 0,8  $\mu\text{m}$  ile 2  $\mu\text{m}$  arasında değişim gösterdiği gibi spiral genişliğide 1,7  $\mu\text{m}$  ile 3,5–4  $\mu\text{m}$  arasında farklılık göstermektedir. *Spirulina* sp. türü rahat hareket edebilir ve substrat içinde diğer alglerin arasına doğru yol alır.

Güner tarafından (1970) Ege Bölgesi Kaplıcaları üzerine yapılan çalışmalarda Salihli Kurşunlu Kaplıcası K1 ve K2’de ayrıca Salihli Sart Kaplıcasında, (1966) Pamukkale Termal Suyunun Mikroflorası üzerine yaptığı çalışmada bu kaplıcada da bulunduğunu belirtmiştir. Yine aynı tür Aysel ve Çelik tarafından Zonguldak Iıksu kaplıcasında da tespit edilmiştir.

Tespit edildiği kaynaklar arasında; Kurşunlu K1, K2, K3; Salihli Sart, Turgutlu Urganlı tesis içi, kırkdamlar, Köprübaşı Borlu Saraycık büyük havuz bulunmaktadır. Suyun akışının yavaşladığı, küçük gölçükler oluşturduğu, ısının kaynak ağzından biraz daha düşük olduğu kısımlarda diğer alglerin ve bitki kalıntılarının arasında uzun iplikler halinde rastlanmıştır.

#### 5. *Spirulina subtilissima* Kützing



Şekil 4.3.5. *Spirulina subtilissima* Kützing.

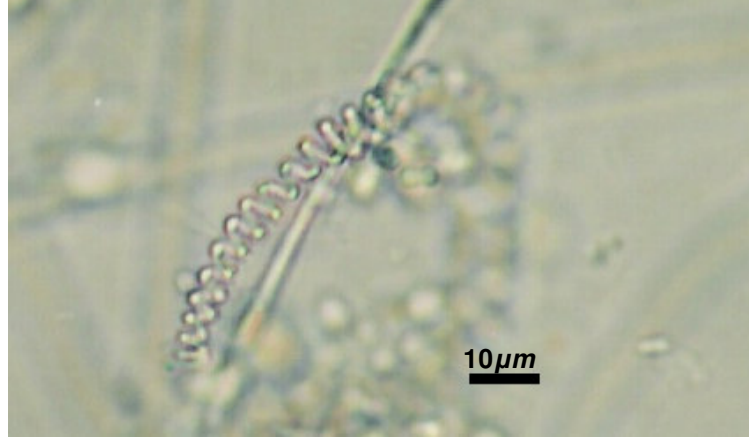
Trikom 0,6–0,9  $\mu\text{m}$  genişliğindedir, düzenli spiraller şeklinde sarılmıştır, parlak mavi-yeşil ya da sarımtıraktır, spiraller 1,5–2,5 (-2,8)  $\mu\text{m}$  genişliğindedir, spiraller arası mesafe 1,25–2  $\mu\text{m}$  arasındadır. Durgun sularda diğer alglerle birlikte bulunurlar.

Diğer alg türlerinin arasında yer alsalarda aynı türün bireyleri büyük gruplar halinde bir arada bulunurlar. Durgun ama suyun sıcaklığının düşmediği sularda yaşarlar.

Güner tarafından (1970) Ege Bölgesi Kaplıcaları üzerine yapılan çalışmalarda bizim çalışma alanımızın dışında Karahayit ve Ahmetler kaplıcalarında tespit edilmiştir. Bu iki kaplıcada su sıcaklığının oldukça yüksek olduğu akrotherm kaplıcalardır.

Yapılan çalışmalarda Turgutlu Urganlı kırkdamlar, Köprübaşı Borlu Saraycık Kaplıcası eski hamamda tespit edilmiştir. *Spirulina subtilissima* türüne yaz aylarında rastlanmıştır.

6. *Spirulina meneghiniana* (Zanardini) Gomont



Şekil 4.3.6. *Spirulina meneghiniana* (Zanardini) Gomont.

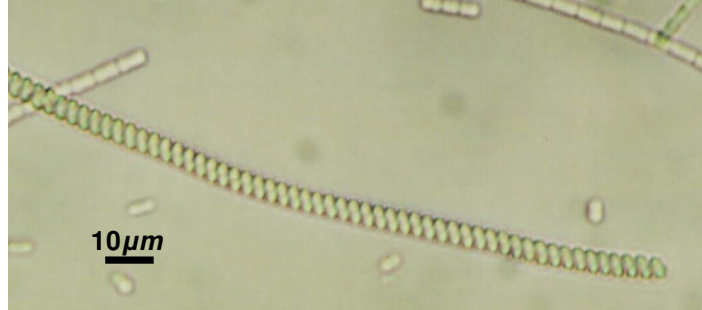
Trikom 1,2–1,8  $\mu\text{m}$  genişliğindedir, esnektir, düzensiz spiraller şeklinde sarılmışlardır, parlak mavi-yeşil, tallus koyu mavi-yeşil renklidir, spiraller 3,2–5  $\mu\text{m}$  genişliğe sahiptir.

Planktonik yaşayan bir türdür. Diğer alg türleriyle ve kendi türünden ipliklerle karmaşık düğümler oluşturur. Sakin akan sularda planktonik olarak diğer ipliklerle karışık bir şekilde bulunur.

Bizim bulgularımızda Turgutlu Urganlı tesis içi, Köprübaşı Borlu Saraycık büyük havuzda tespit edilmiştir.

### 7. *Spirulina major* Kützing

S: *Arthrospira major* (Kützing) Crow, *Spirulina oscillarioides* Turpin



Şekil 4.3.7. *Spirulina major* Kützing.

Trikom 1,2–1,7 (-2) µm genişliğindedir, düzenli spirallar şeklinde sarılmıştır, mavi-yeşil spiraller 2,5–4 µm genişliğinde ve 2,7–5 µm açıklığındadır.

Nemli topraklarda, durgun ya da oldukça yavaş akan sularda yayılış gösterirler. Diğer alglerin arasında tuzlu sularda bulunabildikleri gibi kaplıcalarda su sıcaklığının düştüğü kayanak ağzından uzakta birikinti göllerinde de bulunurlar.

Çalışmamızda Turgutlu Urganlı kırkdamlar, tesis içinde tespit edilmiştir.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Leptolyngbyoideae

Genus: *Leptolyngbya* Anagnostidis ve Komarek 1988

Filamentli yapıda, filamentler uzun, tekli ya da kümeler halinde sarılırlar ve ince tabakalar oluşturlar (oluşturdukları tabakalar makroskopik ve birkaç cm genişliğindedirler). Kıvrılmış, dalgalı ya da yoğun bir şekilde helezon biçiminde bükülmüştür isopolar iplikler. İnce olan iplikleri 0,5 – 3,2 µm genişliğindedir. Sade, ince ama sıkı, genellikle renksiz ve apikal ucu açık olan fakultatif bir kılıfa sahiptir. Kılıf trikomla birleşir ya da trikomla kılıf arasında az bir mesafe vardır. Kılıf sadece bir tanedir. Oldukça nadir olarak iki trikom (kısa parçalar halinde) aynı kılıfın içinde yer alabilir.

Nadiren yalancı dallanma görülebilir (belli şartlar altında görülür), genellikle tek bir yan dal verir. Trikomlar ince, silindirik şekilli, genellikle sona doğru daralma görülmez ya da çok az bir incelme görülür. En uçtaki hücresi yuvarlak ya da konik biçimindedir. Hareketsiz trikomların ara lamellerinde daralma olabilirde olmayabilirde. Hücreleri kare şekilli ya da boyları genişliklerinden fazladır. Silindirik şekilli hücreler homojen içeriğe sahiptir. Aerotopları yoktur. Nadiren az sayıda ama belirgin granüllere sahiptirler.

Soluk mavi yeşil, gri, zeytin yeşili, sarımsı ya da kırmızımsı renklidirler. Son hücrenin kalınlaşmış hücre duvarı ya da kaliptrasi yoktur. Heterosist ve akinet bulunmaz. Hücre bölünmesi simetrik olarak çaprazlama ikiye bölünme ile gerçekleşir. Hücre tekrar bölünmeden önce bir önceki nesille aynı boya gelene kadar gelişimine devam eder.

Üreme hareketli hormogonlarla olur ve bu hormogonlar trikomun sonundan serbest bırakılır. Trikomun parçalara ayrılmasına tipik nekritik hücreler neden olmaz ama bazen iplikte aradaki hücre ölümlerinden sonra iplikten hormogon ayrılması görülür.

*Leptolyngbya* türleri toprakta, tatlı sularda perifiton ve metafiton olarak ve halofil (denizel) biyotoplarda oldukça yaygın olarak bulunurlar. Birkaç türünün termal ve mineral kaynaklarda ya da aetofitik olarak kaya ve duvarların üzerinde bulunduğu bilinmektedir. Karakteristik türleri diğer alg türlerinin oluşturduğu kolonial tabakaların müsilaj yapılarının içine endolitik olarak yaşarlar.

Kültür ortamında iyi gelişirler ve kültüre alınmaya oldukça uygundurlar. Bu cinsin biyolojik açıklamasında kullanılan tür '*Plectonema boryanum*' (= *Leptolyngbya boryanum*)'dur. Morfolojisinin basitliği bakımından taksonomisi tam olarak yapılamamıştır. Oldukça yaygın olan cins çok farklı tanımlamalara sahiptir ama tümü birbirlerinden ayrılan özelliklerinin

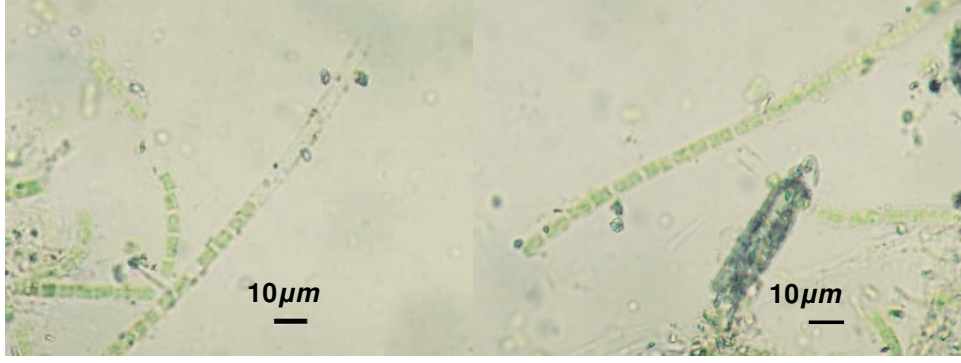
tanımlanmasına ve taksonomik gözden geçirmeye ihtiyaç duyarlar. Birçok tür farklı soy isimleriyle tanımlanmaktadır. Bu isimler: '*Lyngbya*', '*Phormidium*' ve '*Plectonema*'dır.

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde kayıtlı bulunan 30 tür isminin 19'u geçerli kabul edilmektedir.



8. *Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis ve Komarek, 1988

S: *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont 1892, *Phormidium tenue* Anagnostidis ve Komarek, *Anabaena tenuis* Meneghini, 1837, *Spirocoleus tenuis* (Meneghini) P. C. Silva



Şekil 4.3.8. *Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis ve Komarek, 1988

İnce, yoğun olmayan tallus açık mavi-yeşil renklidir. Kılıf genişlemiş, trikom düz ya da hafifçe kıvrılmış, iplikler yoğun olarak birbirine karışmıştır. Hücre duvarlarında biraz daralma gözlenir, uça doğru iplik inceler, 1–2 µm genişliğinde ve açık mavi-yeşil, kılıf ince, gevşek, klor-çinko-iyot karışımı ile menekşe mor renge boyanırlar. Hücre boyu genişliğinin 3 katı kadar 2,5–5 µm'dir, ara bölme granülsüz, hücre duvarları çoğunlukla kolay gözlenemez. Son hücre tam koni şeklindedir, kaliptra bulunmaz.

Nemli yüzeylerin üzerinde, diğer alglerin arasında tatlı ve tuzlu sularda yaşarlar. Özellikle kaplıca sularında yayılış gösterir ve termal suların önemli türlerindendirler.

Yaptığımız çalışmalarda bu tür 4 ayrı kaplıcada da birer istasyonda tespit edilmiştir; Salihli Kurşunlu K2, Salihli Sart Çamur tek istasyon, Turgutlu Urganlı kırk damlalar ve Borlu Saraycık eski hamam kaynak ağzlarında bulunmuştur.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Leptolyngbyoideae

Genus: *Planktolynbya* Anagnostidis ve Komarek, 1988

Filamentli yapıda, filamentler tekli, ince, sade, renksiz ve sıkı kılıfa sahiptirler. Nadiren de olsa yalancı dallama görülür. Trikomlar silindirik, isopolar, düz, dalgalı az çok vida şeklinde ya da spiralli olarak kıvrılmıştır, dardır, yaklaşık 3 µm genişliğindedir. Hücreler tek sıralıdır. Genellikle sona doğru daralma gözlenmez. Belirsiz bir şekilde ara lamellerde daralma olabilir ya da daralma olmayabilir. Her zaman hareketsizdir. Hücreler silindirik şekillidir. Nadiren hücre boyları genişliğinden kısadır, genellikle hücre boyları genişliğinden uzundur. Aerotopları yoktur ya da fakültatif polar aerotopları vardır.

Bazen tekli granüllere sahiptir. Son hücre daire biçimini almış ya da daralmış ve yuvarlak şekil almışlardır. Hiç bir zaman kalıptası yoktur. Hücre içeriği soluk gri-mavi, mavi-yeşil, sarımtırak ya da zeytin yeşili renklidir. Tilakoidler hücre duvarı boyunca hücrenin kıyısına dizilmişlerdir.

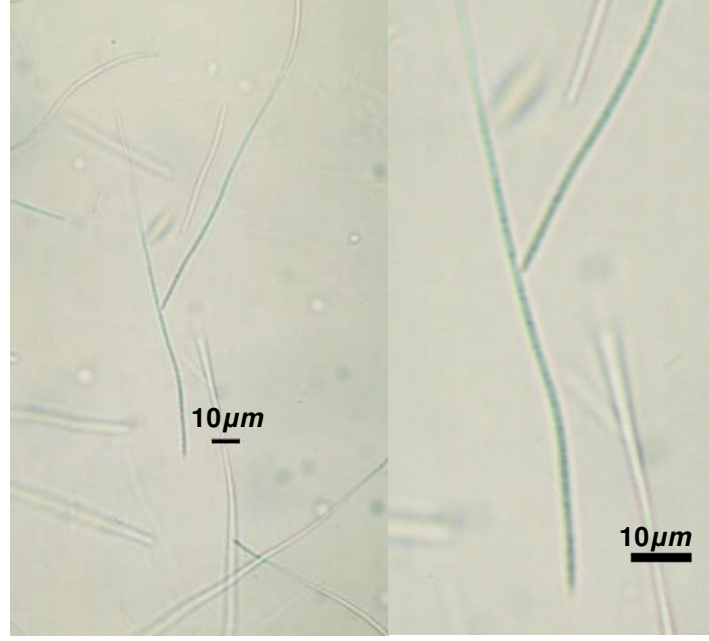
Hücre bölünmesi çaprazlama ikiye bölünme ile oluşur, trikomun uzun eksenini boyunca gerçekleşir. Yavru hücreler ikinci bir bölünmeden önce bir önceki nesille aynı boya ulaşınca kadar büyürler. Tüm hücreler bölünme yeteneğine sahiptir. Trikomun parçalara ayrılmasıyla olan bölünme nekritik hücre yardımıyla gerçekleşmez ve oluşan hormogonlar hareketsizdir.

Planktonik türlerdir, mesotrofik barajlarda yaşarlar. Birkaç türün yaşam alanı tropikal ve ılıman zonlarla sınırlıdır.

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde ismi bulunan 9 türünün 2'si geçerli sayılmaktadır.

9. *Planktolyngbya subtilis* (G. S. West) Anagnostidis ve Komarek

S:*Lyngbya limnetica* Lemmermann, *Lyngbya subtilis* Holden, nom. illeg. 1904



Şekil 4.3.9. *Planktolyngbya subtilis* (G. S. West) Anagnostidis ve Komarek

Filamentler düz ya da biraz kıvrılmış ya da bükülmüş olabilir, tekli filamentler halinde serbest yüzerler, 1–2 µm genişliğinde, renksiz kılıf ince ya da dardır, klor-çinko-iyot ile mavi renge boyanmazlar. Hücreler 1–1,5 µm genişliğinde, dörtgen olanların boylarının enine oranı 1/3 iken nadiren bu oran 1/8'dir, hücre boyu 1–3 µm arasında değişir, daralma gözlenemeyen hücre duvarında soluk mavi-yeşil renkli bir granül bulunur ya da bulunmaz, yuvarlak olan son hücrede uca doğru incelme yoktur.

Dekoratif olarak kullanılan küçük havuzlarda, nemli topraklarda, göllerde ve barajlarda yayılış gösterir.

Örnekleme alanımızdaki tüm kaplıcalarda ve neredeyse tüm kaynak ağızlarında görülen bu türün bulunduğu yerler: Turgutlu Urganlı Kaplıcası tesis içi, kırk damlalar, sera içi kaynak ağızları; Köprübaşı Borlu Saraycık Kaplıcası büyük havuz ve eski hamam; Kula Selendi Emir Hamamları aşağı ve yukarı hamam; Salihli Kurşunlu Kaplıcası K2 ve K3 ayrıca Salihli Sart kaplıcası tek kaynaktır.

Phylum: Cyanophyta  
 Classis: Cyanophyceae  
 Ordo: Oscillatoriales  
 Familya: Pseudanabaenaceae  
 Subfamilya: Pseudanabaenoideae  
 Genus: *Limnothrix* Meffert, 1987

Filamentli yapıdadırlar ve filamentleri tekli olarak serbest yüzerler. Filamentleri düz, hafifçe kıvrılmış ya da düzensiz olarak vida şeklinde sarılmıştır. Çok sayıda hücreden oluşan iplik isopolardır. Kılıfı yoktur ya da oldukça ince renksiz bir kılıfa sahiptir ve bu kılıf birçok tür için fakültatif bir durumdur. Trikomlar silindirik yapıda, trikomu oluşturan hücreler isodiametrik ya da genişliğinden boyunun uzunluğu fazladır. Ara lammellerde daralma olmaz ya da çok hafif bir daralma olur. Hücre duvarları çok incedir. İplik ya hiç hareket etmez ya da oldukça az, indirgenmiş harekete sahiptir. İpliğin genişliği 16 µm kadar olabilir. İpliğin ucuna doğru gidildikçe incelme görülmez ve genellikle silindirik ama bazen de konik şeklinde hücreyle son bulur. İpliğin ucunda bir kaliptra bulunmaz ama nadiren de olsa konik şeklinde plazmik çıkıntılara sahiptir.

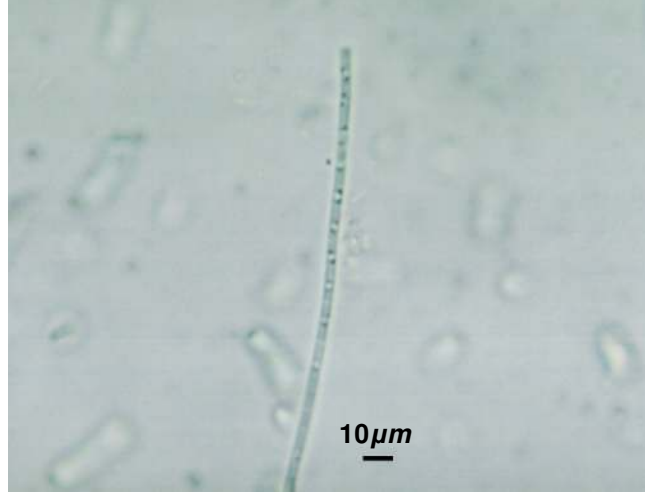
Hücreler soluk mavi-yeşil, sarımsak ya da pembemsi renklidir. Gaz veziküllerini isterlerse oluşturabilirler. Aerotoplara hücrelerin sonuna yerleşirler ya da hücrede uzun eksen boyunca bileşip geniş merkezi aerotopu oluştururlar. Tilakoidler bazen hafifçe dalga şeklini alırlar ve hücre duvarı boyunca paralel olarak yerleşirler. Fikobilin kompozisyonu değişebilir (fikoeritrin/fikosiyenin oranı değişebilir).

Heterosist ve akinet bulunmaz. Tüm hücreler bölünme yeteneğine sahiptir (hücre bölünmesi ikiye bölünmeyle gerçekleşir), yavru hücreler tekrar bölünmeden bir önceki nesille aynı boya ulaşır ve büyüdüktan sonra bölünür. Trikomun parçalara ayrılmasıyla olan üreme nekritik hücrelerin yardımıyla gerçekleşmez, hormogonlar hareketsizdir. Planktonik ya da tikoplanktonik türlerdir. Ötroftan mesotrofa su depolarında, barajlarda, ötrof göllerde ve havuzlarda yayılış gösterirler. En çok bulunan türü (*L. redekei*) ılıman zonlarda yaygın haldedir.

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde kaydı bulunan 5 türden 1'i geçerli kabul edilmektedir.

10. *Limnothrix amphigranulata* (Goor) Meffer

S: *Oscillatoria amphigranulata* Van Goor



Şekil 4.3.10. *Limnothrix amphigranulata* (Goor) Meffer

Trikom düz, belirgin bir şekilde hücre duvarları daralma gösterir, 1,75–2  $\mu\text{m}$  genişliğinde, uç kısmı incelmez, başlık yok, hücreler 2,5–5  $\mu\text{m}$  boyunda, boylarının uzunluğu genişliklerinden biraz fazladır ya da iki katıdır, ara bölmede iki adet gaz vakuolu bulunur, uçuk mavi-yeşil, son hücre yuvarlak, kaliptra yoktur. Yukarıda 4x100 büyütmede çekilmiş resmi bulunmaktadır.

Nehir ve göllerde planktonik olarak bulunurlar. Hücre duvarının her iki yanındaki belirgin granüller ile ayırt edilmesi oldukça kolaydır.

Araştırma gölgesinde, çalışmamızda neredeyse her kaplıcada tespit edilen bu tür daha çok suyun akış hızının yavaşladığı kısımlara yerleşmiştir. Bulunduğu kaplıcalar: Salihli Kurşunlu K1, K3; Turgutlu Urganlı sera içi, tesis içi, kırkdamlalar; Kula Selendi yukarı hamam; Borlu Saraycık büyük havuzdur.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Pseudanabaenaceae

Subfamilya: Pseudanabaenoideae

Genus: *Jaaginema* Anagnostidis ve Komarek, 1988

Filamentli yapıdadır, filamentler genellikle tekli ya da küçük koloniler (karışmış ya da birbirlerine sarılmış halde) halinde serbestçe kümelenmişlerdir. Bazen de makroskopik olarak gözle görülebilir tabakalar oluştururlar. Trikomlar her zaman kılıfsızdır. Trikomlar isopolardır ve genellikle dalgalı ya da kıvrılmıştır. Kılıf dar, ince, yaklaşık 0,53 µm genişliğindedir, hücreler tek sıralıdır. Genellikle uca doğru daralma görülmez. Ara lamellerde daralma yoktur ya da çok hafif daralma vardır. Her zaman hareketsizdirler.

Hücreleri silindirik, uzamış, boyunun uzunluğu genişliğinden fazladır (çoğu zaman), aerotoplar yoktur, bazen tek bir granüle sahiptir (nadiren ara lamelde). Son hücre yuvarlak şekil alır ya da daralır, sivri uçludur ya da konik biçiminde daire şeklini alır ve hiçbir zaman kaliptraya sahip değildir. Hücre içeriği soluk mavi-yeşil, gri, sarımtırak ya da zeytin yeşili renklidir. Bazı türleri kromatik adaptasyon yeteneğine sahiptir (fikobilin oranı değişebilir).

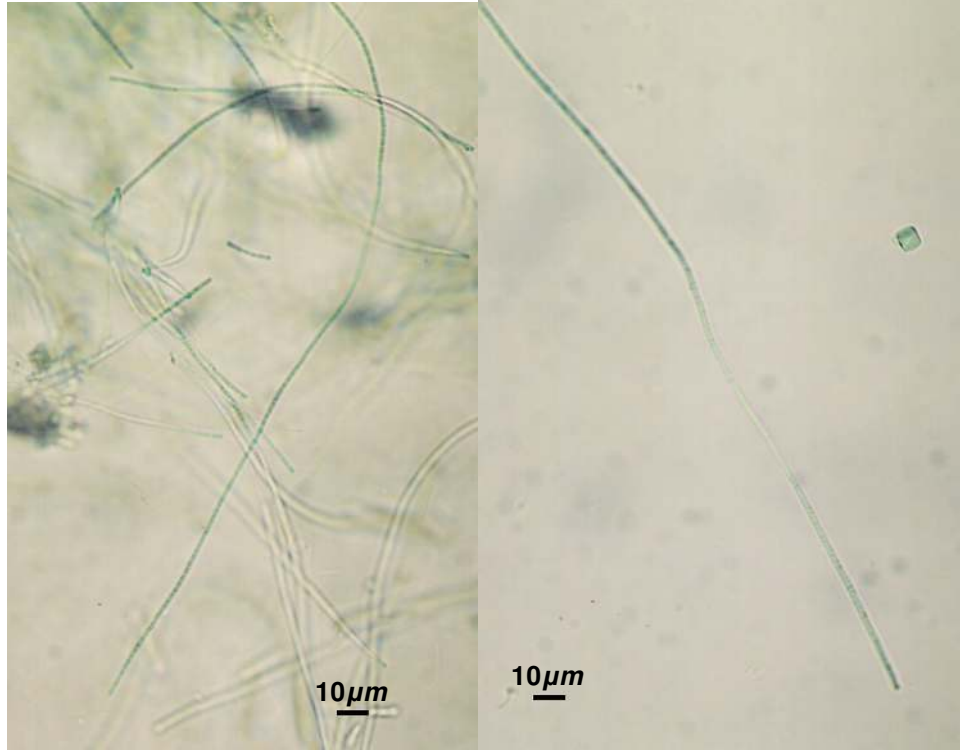
Hücre bölünmesi çaprazlama ikiye bölünme ile gerçekleşir, bölünmeler trikomun uzun eksenini boyunca dikey düzlemde gerçekleşir, yavru hücreler tekrar bölünmeden bir önceki nesille aynı boya gelene kadar büyürler. Trikomun parçalara ayrılmasıyla meydana gelen bölünme neritik hücrelerin yardımıyla oluşmaz ve oluşan hormositler hareketsizdir.

Başlıca bentik organizmalar olarak, çeşitli su biyotoplarında gelişirler. Havuzlar ve göllerde, su bitkileri bakımından zengin olan baraj ve su depolarında yaygın olarak metafiton olarak bulunurlar. Birkaç türün mineral, termal ya da tuzlu sularda yaşadığı bilinmektedir.

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde bulunan olan 8 tür isimden 7'si geçerli kabul edilmektedir.

11. *Jaaginema pseudogeminata* (Schmidle) Anagnostidis ve Komarek

S: *Oscillatoria pseudogeminata* Schmidle



Şekil 4.3.11. *Jaaginema pseudogeminata* (Schmidle) Anagnostidis ve Komarek

Tallus soluk ya da kirli mavi-yeşil renklidir. Trikomlar kıvrılmış, açık mavi-yeşil, uç kısımları incelmez. İpliğin genişliği 1,3–2,2 µm, hücrelerin boyuları enine yakındır ya da biraz daha uzun veya kısa olabilir, yaklaşık 2,6 µm'dir boyları, hücre duvarlarında daralma yoktur, hücre duvarları ince ve granülsüzdür, son hücre yuvarlaktır, kaliptra yani başçık yoktur.

Diğer alglerin arasında, yaprakların ve su altında kalmış olan kayaların üzerinde ve özellikle nemli topraklarda bulunurlar.

Kaplıcalarda yaptığımız örnekleme çalışmalarında yalnızca iki kaplıcanın üç kaynak ağzında bulunmuştur. Bu noktalar Borlu Saraycık Kaplıcası eski hamam kaynak ağzı ve Turgutlu Urganlı Kaplıcasının sera içi ve kırk damlalar kaynak ağızlarıdır.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familiya: Oscillatoriaceae

Genus: *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont, 1892

Planktonik veya planktonik olmayan dallanmış filamentlerden oluşan oldukça yaygın olarak bulunan türlerdir. Çoğunlukla hassas, kırılgan yapıya sahiptirler. Düzgün görülen tabakalar oluştururlar. Mikroskobikten makroskobiğe kadar oldukça değişik boyutlarda olabilirler. Nadiren tekli ya da küçük gruplar halinde bulunurlar. Kılıfsız olmalarından başka, zor koşullar altında ya da kültür şartlarında oldukça ince yapıda olabilirler. Renksizdirler, sıkı kılıfı iplikte büyüme sağlandıkça uç kısımlarından açılır. Trikomları izopolar, düz ya da hafifçe kıvrılmıştır, genellikle genişlikleri 8 µ'dan 60 mm'ye kadar olabilirler. Trikomdaki tek sıralı dizilmiş olan hücreler kısa silindirik ya da disk şeklindedirler (hücre boyu hücre genişliğinden azdır). Ara lameller daralmış ya da daralmamış olabilirler. Trikomda sona doğru incelme görülür.

Çoğunlukla kayma, sürtünme hareketi ile yer değiştirirler. Hücrelerde gaz vakuolleri yoktur ama küçük granülleri vardır ya da granülleri hücre içinde serbesttir. Renkleri mavi-yeşil, kahverengimsi ya da pembemsidir. Tilakoidler genellikle hücre çeperi boyunca düzensiz olarak dizilmişlerdir. Son hücreler genişçe bir daire biçimini almışlardır. Bazen trikom bir başçığa sahiptir ya da dar bir başlığı vardır.

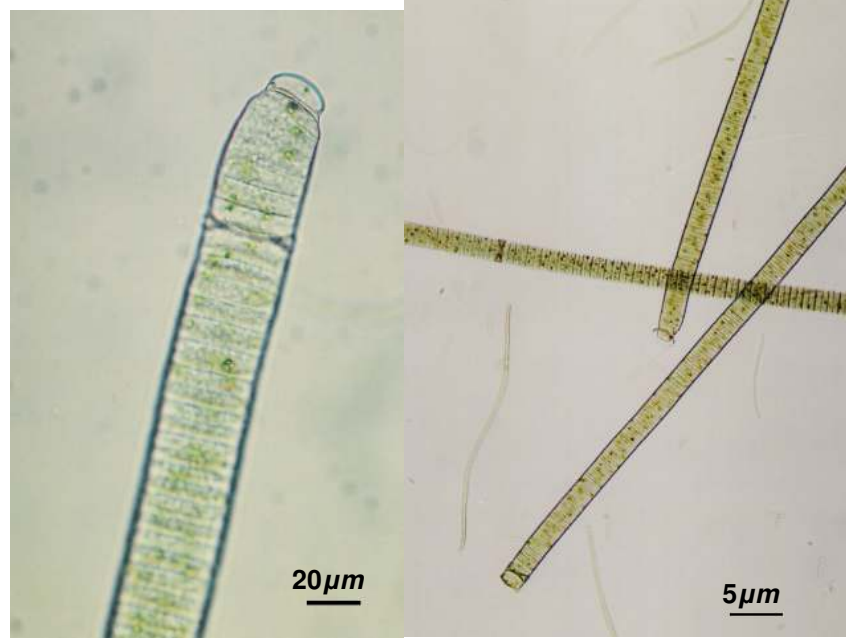
Yalancı dallanma görülür. Heterosist ve akinetleri yoktur. Hücre bölünmesi çaprazlama gerçekleşir. Bölünme hızlı bir şekilde ard arda gerçekleştiğinde bazen düzensiz büyüyen zonlar (tabakalar) oluşur. Trikomdan kopan parçalar trikomdan kısadır, trikomdan ayrılma ile ya da nekrotik hücreler nedeniyle hareketli hormogonlar oluşur.

Türleri çok farklı substratlarda yaşam alanı bulur (kum, taş, çamur, v.b.), sıgı su biyotoplarında, tatlı suların litoral ve bentik kısımlarında, acı su ya da denizel habitatlarda ve nemli topraklarda yayılış gösterirler. Bazı türlerin planktonik bir rolü vardır, makroskobik tabakalar halinde yüzerler ya da gaz vakuolleri gelişmiş olan hücrelere sahip iplikler küçük gruplar halinde yüzerler. Yaygın olarak bulunan bu mavi-yeşil alg cinsi tüm dünya üzerine yayılmıştır ama birkaç türü coğrafik olarak sınırlandırılmıştır.

*Oscillatoria* cinsi üzerine yapılan diğer araştırmalar rekombinasyon çalışmalarıdır. Cinsin genom boyu 2,50–4,38 x 10<sup>9</sup> dalton (Herdman ve ark., 1979) ve stromatolit fosilleri erken prekambiyen dönemine aittir.

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde kayıtlı 200 tür ismi bulunmaktadır. Bu tür isimlerinin 50 tanesi geçerli kabul edilmektedir.



12. *Oscillatoria princeps* Vaucher ex GomontS:*Oscillatoriella princeps* (Vaucher) GaillonŞekil 4.3.12. *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont.

Trikomlar mavi-yeşil, az çok kahverengimsi, menekşe rengi ya da kırmızımsıdır. Çoğunlukla tallus oluştururlar ve düzdürler, hücre duvarlarında daralma yoktur, 16–60 µm genişliğinde, çoğunlukla 25–50 µm'dir genişlikleri, mavi-yeşil kirli yeşile dönük, uça doğru biraz incilir ve uçları kıvrıktır. Hücreler 3,5–7 µm boyundadır, son hücre belirgin şekilde yuvarlaktır. İplik sonundaki başçık bazen biraz incelmış bir membrana sahiptir, bazen ise son hücrede bu membran bulunmaz.

Tatlı sularda, denizde suyun yüzeyinde ve oldukça nemli topraklarda yayılış gösterir. Kozmopolit bir türdür.

Yapılan çalışmadaki bulunan türler içinde en büyük boyuta sahip olan türümüz *Oscillatoria princeps* türüdür. İplikler, tallusa dikkatle bakılırsa çıplak gözle görülebilmektedir. Nerdeyse tüm ipliklerinin sahip olduğu başçık çok net olarak gözlenmektedir. Hücre içi granül yapısı ise rahatlıkla görülebilmektedir. İplikte hücreler arasındaki ölü (nekrit) hücreler görülmekte, daha sonra bu noktalarda çeper incilmesiyle iplikte kopmalar gözlenmiştir.

*O. princeps* Aysel ve Çelik tarafından Zonguldak Ilıksu kaplıcasında da tespit edilmiştir.

Yaptığımız çalışmalarda yalnızca tek bir kaplıcadaki tek bir kaynak ağzında tespit edildi; Turgutlu Urganlı Kaplıcaları tesis içi.

13. *Oscillatoria proteus* Skuja



Şekil 4.3.13. *Oscillatoria proteus* Skuja

Trikomlar diğer planktonik alglerin arasında yer alır. Az çok düzdür, bazen kıvrılmıştır, en uça doğru inceler ve hafifçe eğrilmiş veya kıvrıktır, 6–7  $\mu\text{m}$  genişliğindedir. Hücre duvarları fazlaca granüllüdür, sıklıkla granüllü, hücre boyu bazen eninin 1/2–1/3–1/5 katı, hücre boyu 2–3,7  $\mu\text{m}$  uzunluğunda, içerik soluk zeytin yeşili ya da mavi-yeşil, baştaki hücre konik şeklinde yuvarlağımsı.

Türün trikomları serbest olarak suyun yüzeyinde bulunurlar.

Yapılan çalışmalarda Salihli Kurşunlu Kaplıcalarında K3 kaynağında ve Salihli Sart kaplıcasında örneklenmiştir. Türkiye tatlı su alg florası için ilk kez bu çalışma ile tanımlanmaktadır.

14. *Oscillatoria boryana* Bory.



Şekil 4.3.14. *Oscillatoria boryana* Bory.

Trikomum uç kısmı veya tamamı vida şeklinde kıvrılmıştır, nadiren düzdür, hücre duvarları daralmıştır, 6–8  $\mu\text{m}$  genişliğinde, bazen hücre duvarı çok hafifçe granüllüdür, hücreler 4–6  $\mu\text{m}$  boyundadır, son hücre yuvarlak ya da az çok sivrilmiştir, başlık ve kaliptra yoktur.

Kirlenmemiş atık su kanallarında, nehir kenarlarındaki kayaların üzerinde ve nemli topraklarda yayılış gösterirler.

Büyük gruplar oluşturarak kaplıca suyunun yavaş aktığı ve suyun berrak olduğu kısımlarda planktonik olarak bulunurlar. Koyu yeşil tallus rengi ve iplik yapısının çıplak gözle bile kolayca gözlenmesiyle tür teşhisi oldukça kolaydır.

Çok kolay ayırt edilebilen bir tür olmakla birlikte özellikle Borlu Saraycık Kaplıcasında eski hamam ve büyük havuz kaynak noktalarının her ikisinde de neredeyse her ay gözlenmiştir. Kula Selendi aşağı hamam kaynak noktasında her ay düzenli olarak bulunmuştur. Ayrıca Turgutlu Urganlı sera içi kaynağında suyun aktığı yolda 5–10 m arasında rastlanmıştır.

15. *Oscillatoria calcuttensis* BiswasŞekil 4.3.15. *Oscillatoria calcuttensis* Biswas

Tallus derimsi kahverengi, trikomlar paralel bir şekilde düz dizilmiş, ara lamellerde daralma olmaz, trikomun sonuna doğru hafifçe zayıflar, trikomun sonu kavis yapar ya da eğrilerek kıvrılır. Hücre boyu genişliğinin 2–5 katı kadar olabilir, hücreler 6–10  $\mu\text{m}$  uzunluğundadır, ara lamelde 3 granül bulunmasıyla karakterize edilen bir türdür. Mavi-yeşil renklidir. Son hücre konik şeklinde ve sivri uçlu olabilir. Bir başlığa sahip değildir.

Yavaş akan suların üzerinde sümüksü büyük alg tabakaları oluşturabilirler. Durgun sularda, özellikle pirinç tarlalarında, göçlük, havuz ve göletlerin su yüzeyinde tabakalar halinde yüzer durumda bulunmaktadır.

Çalışmalarımızda *O. calcuttensis* türüne Salihli Kurşunlu Kaplıcası K3 kaynağında, Borlu Saraycık büyük havuzda rastlanmıştır. Ayrıca Turgutlu Urganlı sera içi kaynak ağzı ve tesis içi kaynak ağzında rastlanmıştır. Türkiye tatlı su alg florası için ilk kez bu çalışma ile tanımlanmaktadır.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familiya: Oscillatoriaceae

Genus: *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont, 1892

Filamentli yapıdadır, filamentler kalın, nadiren soliter, filamentler genellikle sıkı bir şekilde bağlanırlar, tabakalaşmalar yaparlar, bazen de deri gibi katmanlar oluştururlar. Sarılmış filamentler nadiren de olsa birbirine karışarak serbest kümeler oluştururlar, genellikle bu kümeler makroskobiktirler, birkaç cm ya da dm genişliğinde olabilirler.

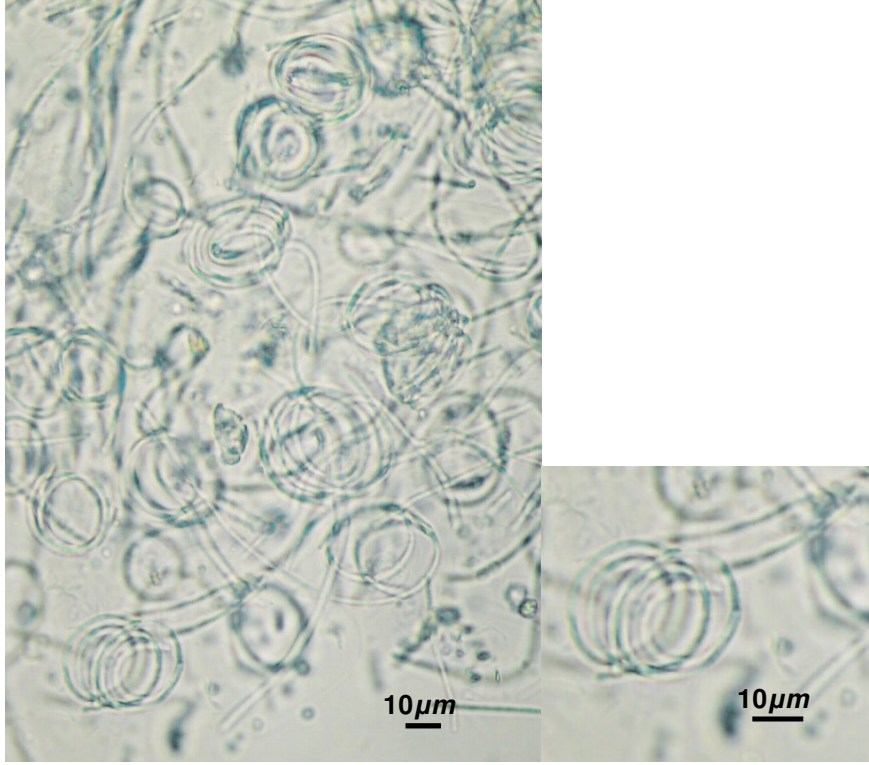
Sıkı bir kılıfa sahiptirler, kılıf bazen tabakalaşır (kalınlaşmalar gösterir) ve kahverengimsidir, kılıf uçlarda açıktır. Filamentler oldukça nadir de olsa kılıfsızda olabilirler (genellikle yalnızca üreyen hormogonlar); dallanmazlar ya da birazcık kısa çıkıntı spordikal dallarla yalancı dallanırlar. Trikomlar isopolardır, düz ya da hafif dalgalı, kalınlığı ise kimi zaman oldukça fazladır (5,5–60 µm). Fıçı şeklindeki diskoid ya da kısa silindirik şekilli hücrelerden oluşur, ara lamellerde daralma olabilirde olmayabilirde, ipliğin sonuna doğru incelme görülebilirde görülmeyebilirde, hareketsizdirler ya da oldukça az hareket edebilirler.

Hücreleri oldukça kısadır ve her zaman hücre boyu eninden azdır, seçici olarak gaz vakuolleri yoktur ya da nadiren vardır. Genellikle seyrek granüllüdür, bazen bu granüllerin çoğu ara lamelledir.

Hücre içeriği mavi-yeşil, zeytin yeşili sarımsak, kahverengimsi ya da pembemsi renklidir. Hücre tilakoidler ile sarılmıştır, hücrede birazda olsa fazladan içerik bulunur ve bu içerik dıştaki hücre duvarının kalınlaşmasına neden olur ya da başçık şeklini alarak dikkat çeker. Heterosist ve akinet bulunmaz. Hücre bölünmesi çaprazlama gerçekleşir, bölünme trikomun uzun eksenini boyunca dikine gerçekleşir, genellikle hızlı bir şekilde ard arda bölünme oluşur.

Üreme kısa hareketli hormogonlarla olur, nekritik hücreler ile trikom hormogonlara ayrılır. Nadirinde olsa filamentler karmaşık kümeler halinde çok kirlenmemiş sularda yaşayan bazı sucul bitkilerde metafiton olarak yaşarlar. Birkaç türü planktonik olarak soliter trikomlar halinde yaşar. Dünya üzerinde yaygın olarak bulunurlar, çoğunlukla halofilik türlerdir.

[www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) siteside günümüzde kayıtlı 144 tür ismi verilmiştir. Bu türlerden 59'u geçerli kabul edilmektedir.

16. *Lyngbya contorta* LemmermannŞekil 4.3.16. *Lyngbya contorta* Lemmermann

Filamentler tekli, serbest yüzerler, kırılğan ve düzenli spiraller şeklinde sarılmışlardır. Nerdeyse tam dairesel halkalar halinde sarılmışlardır. İplikler 1–1,5 μm genişliğindedir, dar kılıfı renksizdir, hücreler 1–2 μm genişliğindedir, 3–5 μm boyundadır. Üzerinde tek bir granül bulunduran ya da hiç granüle sahip olmayan hücre duvarlarında daralma yoktur, incelme görülmeyen son hücre yuvarlaktır.

Oldukça iri spiraller oluştururlar ve ayırt edilmelerini kolaylaştırır. Büyük gruplar halinde bulunurlar ya da nadiren diğer alglerin arasına karışırlar. Göllerde ve durgun sularda planktonik olarak yaşarlar. Örnekleme yapılan kaplıcalarda su akışının yavaşladığı küçük göletler oluşturduğu noktalarda büyük kümeler halinde ve diğer alglerin arasında yer alırlar.

Yaptığımız çalışmalarda her ay rastladığımız bu türün örneklendiği istasyonlar: Salihli Kurşunlu Kaplıcası K1, K2, K3; Turgutlu Urganlı Kaplıcası tesis içi ve kırk damlalar; Köprübaşı Borlu Saraycık Kaplıcası büyük havuz ve eski hamam ve Kula Selendi yukarı hamamdır.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Oscillatoriales

Familya: Phormidiaceae

Subfamilya: Phormidioideae

Genus: *Phormidium* Kützing ex Gomont, 1892

Filamentli (ipliksi) yapıdadır, filamentler dallanmaz, nadiren soliterm yaşarlar, genellikle hassas yapıdadırlar. Pürüzsüz ve düzgün derimsi katmanlar şeklinde tabakalaşırlar. Mikroskobik bazen de makroskobik olarak çok farklı boyutlarda olabilirler. Genellikle substratın yüzeyini örtü gibi kaplarlar.

Kılıf oluşumunun sıklığına göre 3 alt cinse ayrılır: *Gomontinema* (Anagnostidis ve Komarek), *Pormidium* ve *Hansgirgia* (Anagnostidis ve Komarek). Seçici olarak kılıf oluşumu farklı sıklıklarda meydana gelir, yalnızca suboptimal şartlarda (subg. *Gomontinema*), çevresel faktörlerin değişimine bağlı (subg. *Phormidium*) ya da düzenli olarak tüm şartlar altında oluşur (ayrı, tekli yaşayan trikomlarda-subg. *Hansgirgia*); kılıflar tüp (ince boru) şeklinde, sıkı, renksiz, kılıf trikoma bağlanır, tabakalaşma görülmez, trikomun uçlarında kılıf açıktır, her bir kılıf yalnızca tek bir trikom içerir. *Phormidium*'da genç bireyler parlak yeşil, yaşlı kılıflar kahverengimsi, mineral depo edenler altın yeşil ve koyu kırmızı, güneşte kuruyanların rengide sarı- pembe, beyaz renk alır.

Trikomlar isopolardır, iplik az çok düzdür, helezon şeklinde kıvrılmış ya da dalgalı yapıda olabilirler. Trikom genellikle 2–12 (14) µm genişliğindedir. Asla dallanma yapmazlar. İplik silindirik ya da fıçı şekline benzer hücrelerden oluşur, az çok hücrenin köşegen çapları eşit ya da hücre boyu genişliğinden biraz fazla veya az olabilir. Ara lamellerde daralma olabilirde olmayabilirde. İplikte sona doğru incelmeye görülmez ve ucu bir yana kıvrılmış ya da sona doğru vida şeklinde kıvrılmış olabilir.

Kılıfla veya kılıfsızda olsa her zaman hareketlidir (dalga, sürtünme, sürünme hareketi yaparlar). Hücrelerin gaz vakuelleri yoktur ya da büyük boyutlarda özel gaz vakuollerine sahiplerdir. Suboptimal koşullarda (ama asla planktonik türlerin özelliği değildir) bazen granüllü içerikleri vardır ya da hücrenin uzunluğu boyunca dizilmiş şekilde dikkat çeken granüllere sahiptirler ya da granüller ara lameller boyunca dizilirler. İplikte son hücreler genişçe kıvrılıp ipliğin sonu daire biçimini almıştır. Sona doğru iplik incelmeye ya da ucu sivrilmiştir. Bazen de başlığa sahiptir iplik.

Hücre içeriği genellikle mavi-yeşil, nadiren kahverengimsi, pembemsi ya da mor renklidir. Tilakoidler hücre duvarı boyunca dikey olarak sıralanırlar. Heterosist ve akinet bulunmaz. Hücre bölünmesi çaprazlama olarak, trikomun uzun eksenine dikey konumda gerçekleşir. Yavru hücreler bir önceki nesille aynı boya gelene kadar bölünmeden gelişimlerine

devam ederler. Uçlardaki hücreler hariç ipliğin tüm hücreleri bölünme kabiliyetindedir. Bazen iyi gözlenemeyen meristematik zonlarda meydana gelir.

Üreme çeşitli uzunluklarda hareketli hormogonlarla olur. Hormogonlar trikomun sonundan nekritik hücrelerin yardımıyla ya da bütün trikomun parçalara ayrılmasıyla (çoğunlukla nekritik hücreler ile) oluşurlar.

Nadiren tekli filamentler halinde, genellikle tabakalar halinde farklı karasal ya da denizel substratlarda (toprak, ıslak kayalar, çamur, sucul bitkiler, taşlar ve durgun sularda ve derelerdeki tahta materyallerin üzerinde), bazı türler denizin littoral bölgesinde bulunurlar. Bazı türlerin oldukça eksterm bölgelerde bulundukları bilinmektedir (termal kaynaklar, çöl kumları, v.b.).

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde kayıtlı 140 tür isimi bulunmakta, bunların yalnızca 75'i geçerli kabul edilmektedir.



17. *Phormidium chlorinum* (Kützing) Umezaki ve Watanabe

S: *Oscillatoria chlorina* Kützing, *Oscillatoria tenuis* var. *chlorina* Playfair



Şekil 4.3.17. *Phormidium chlorinum* (Kützing) Umezaki ve Watanabe

Tallus oldukça ince, sarımsı yeşil, trikom düz ya da kıvrılmış, hücre duvarı daralmamış ya da hafifçe daralmıştır, 3,5–4  $\mu\text{m}$  genişliğinde, bazen 6  $\mu\text{m}$  kadar çıkabilir, gaz vakuelleri yoktur, hücrelerin boyu eninden biraz uzun ya da kısadır, hücreler 3,7–8  $\mu\text{m}$  boyundadır, hücre duvarı granülsüzdür, kaliptra yoktur. Hücre içinde bulunan iri bir granülle karakterize edilmiştir.

Planktonik olarak göllerde, birikinti sularda ya da lagünlerde, nemli topraklarda ve filtre tanklarında yaşarlar.

Yaptığımız çalışmalarda *P. chlorinum* türüne Salihli Kurşunlu Kaplıcaları K1 ve K3'te, ayrıca Turgutlu Urganlı Kaplıcaları kırk damlalar kaynak ağzında rastlanmıştır. Türkiye tatlı su alg florası için ilk kez bu çalışma ile tanımlanmaktadır.

18. *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek  
*S:Oscillatoria willei* Gardner em. Drouet



Şekil 4.3.18. *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek

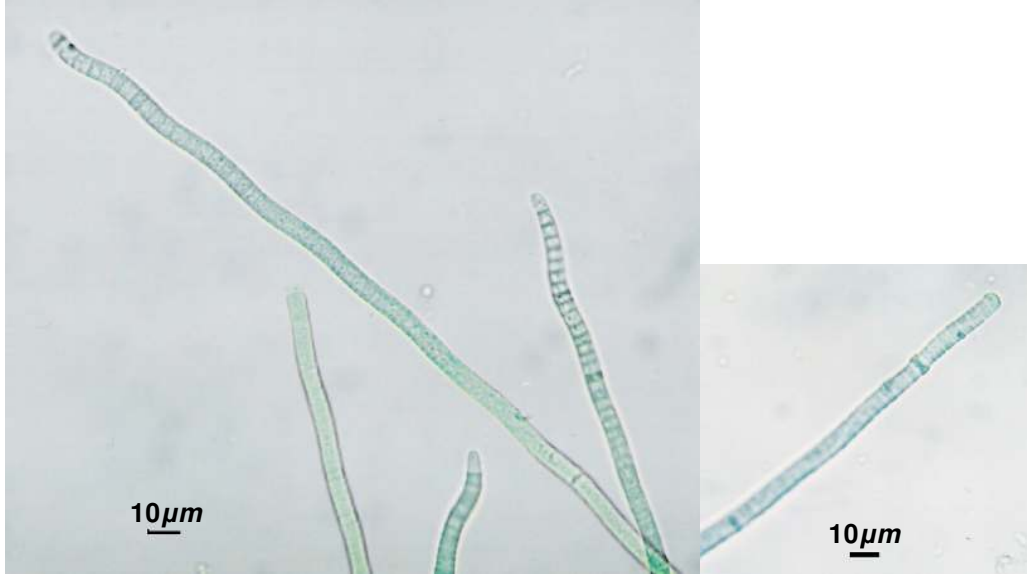
Trikom soluk mavi-yeşil, grimsi mavi-yeşil renkli, ucu kıvrık, genişliği 2,4–3,6 μm hücre duvarlarında daralma yok, uçta incelme yok, başlık yok, hücre boyları, genişliğinin 1,3 katıdan iki katına kadar olabilir, hücre duvarı granülsüzdür. Son hücrede kılıf kalınlaşması olmadan hücre daire biçiminde kıvrılmıştır.

Nemli topraklarda, küçük gölçük, havuz ve göletlerde yayılış gösterirler.

Yaptığımız örneklemelerde *P. willei* türüne yalnızca Salihli Kurşunlu Kaplıcaları K2 kaynağında rastlandı. Bu kaynak ağzının çok sık temizlenmesi ve alg oluşumuna izin verilmemesi yüzünden her örneklemede bulunamamıştır. Türkiye tatlı su alg florası için ilk kez bu çalışma ile tanımlanmaktadır.

19. *Phormidium terebriforme* (C. Agardh) Anagnostidis ve Komarek

S: *Oscillatoria terebriformis* C. Agardh



Şekil 4.3.19. *Phormidium terebriforme* (C. Agardh) Anagnostidis ve Komarek

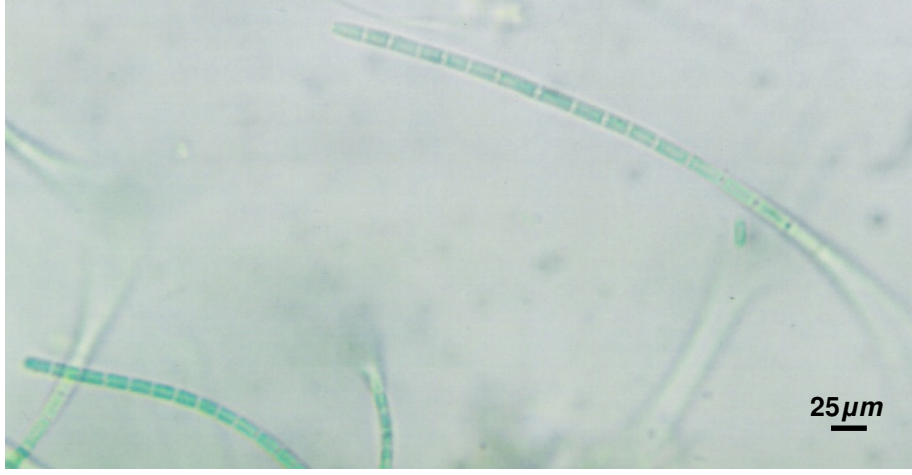
Tallus mat mavi, trikomların sonu kıvrık ve biraz incedir, hücre duvarları daralmaz, 4–6,5 µm genişliğinde, 2,5–6 µm boyundadır, son hücre yuvarlak, kaliptra ve başlık yoktur.

Durgun sularda yeşil alg tabakaları halinde şekillenirler. Göllerde, baraj kenarlarındaki kayalıklar ve kanal kenarlarında, kullanılmış drenaj sularında, nemli topraklarda yayılış gösterirler.

Çalışmalarımızda *P. terebriforme* türüne Turgutlu Urganlı Kaplıcalarında kırk damlalar kaynak ağzında yaklaşık olarak her ay rastlanmıştır. Ayrıca Salihli Kurşunlu Kaplıcalarında K3 kaynağında ve Salihli Sart Kaplıcalarında bulunmuştur.

20. *Phormidium amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis ve Komarek

S: *Oscillatoria amphibia* C. Agardh



Şekil 4.3.20. *Phormidium amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis ve Komarek

Tallus koyu mavi-yeşil renktedir. Trikom düz ya da kıvrılmıştır ve uç kısmına doğru incelme gözlenmez. Hücre duvarlarında daralma görülmez. Hücreleri 2–3 (3,5)  $\mu\text{m}$  genişliğinde, soluk mavi-yeşil renklidir. Hücrelerin boyları genişliğinin 2–3 katı olabilir ve hücre boyları 4–8,5  $\mu\text{m}$ 'dir. İplikte ara bölmede iki granülü vardır. Son hücrede başlık yoktur ve son hücre yuvarlak şekil almıştır. Kaliptra yoktur. Yukarıda 4x100 büyütmede çekilmiş resmi bulunmaktadır.

Su tanklarında göl ve baraj sularında planktonik olarak yaşarlar. Nehirlerin her yerinde mikrofitoplankton olarak bulunurlar. Ayrıca tuzlu göllerde, nemli topraklarda ve su altında kalan objelerin üzerlerinde gelişirler.

Güner tarafından (1970) Ege Bölgesi Kaplıcaları üzerine yapılan çalışmalarda ve (1966) Pamukkale Termal Suyunun Mikroflorası üzerine yapılan çalışmalarda bu kaplıcalarda da bulunduğunu belirtmiştir.

Yaptığımız çalışmalarda *P. amphibium* türü Köprübaşı Borlu Saraycık Kaplıcasında eski hamam ve büyük havuz kaynak ağzlarında tespit edilmiştir.

21. *Phormidium formosum* (Bory de Saint-Vicent) Anagnostidis ve Komarek

S: *Oscillatoria formosa* (Bory de Saint-Vicent) Gomont



Şekil 4.3.21. *Phormidium formosum* (Bory de Saint-Vicent) Anagnostidis ve Komarek

Tallus mavi-yeşil, trikom düz, hücre duvarlarında biraz daralma vardır. Genişliği 4–6 µm, parlak mavi-yeşil, uça doğru inceler ve kıvrılır. Hücrelerin şekli dörtgene yakındır, hücre boyu genişliğinin 1/2 katıdır, hücreler 2,5–5 µm uzunluğundadır, ara bölme bazen hafifçe granüllüdür, son hücre diğerlerine göre geniştir, başlık yoktur, kaliptra bulunmaz.

Su tanklarında, yapay göllerde, nehir yatağındaki engellerin üzerinde, atık su kanallarında, tuzlu göllerde yayılış gösterirler. Nehirlerde mikrofıtoplankton olarak bulunurlar. Uzun periyotlarda suyla ıslanmış ya da su altında kalmış topraklarda, su altında bulunan objelerin üzerinde ve nemli toprak ve kayaların üzerinde bulunur.

Yaptığımız çalışmalarda *Phormidium formosum* türü sadece iki kaplıcada birer istasyonda tespit edilmiştir. Salihli Sart Çamur Kaplıcalarının tek kaynak ağzında ve Turgutlu Urganlı tesis içi kaynak ağzında bulunmuştur.

22. *Phormidium splendens* (Greville ex Gomont) Anagnostidis ve Komarek

S: *Oscillatoria splendida* Greville, *Oscillatoria leptotricha* Kützing, *Geitlerinema splendidum* Greville ex Gomont



Şekil 4.3.22. *Phormidium splendens* (Greville ex Gomont) Anagnostidis ve Komarek

Tallus parlak mavi-yeşil ya da zeytin yeşili, trikom düz yada kıvrık, hücre duvarlarında daralma yoktur, uça doğru iplik yavaş yavaş incelir, hücreleri 2–3  $\mu\text{m}$  genişliğindedir. Hücre boyu eninin 2–4 katı olabildiği gibi hücreler dörtgen şeklinde de olabilir, boyları 3–9  $\mu\text{m}$ 'dir. Ara bölme sıklıkla granüllüdür, ipliğin sonu az çok kıvrılır, son hücre neredeyse dikdörtgendir, çoğunlukla kaliptra bulunmaz.

Sularda planktonik olarak bulunur ya da su altında kalan objelerin üzerinde gelişir. Göllerin durgun sularında, havuz kenarlarında şelalelerden suyun aktığı yerlerde yaşam alanı olarak yerleşirler.

Yaptığımız çalışmalarda *Phormidium splendens* türü yalnızca tek kaplıcanın tek bir kaynağında tespit edilmiştir; Turgutlu Urganlı Kaplıcası sera içi kaynak ağzıdır.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Nostocales

Familiya: Rivulariaceae

Genus: *Calothrix* C. Agardh ex E. Bornet et C. Flahault, 1886

Filamentleri heteropolardır. Substrata tutunmayı sağlayan bazal kısım ve uç kısım farklılık gösterir. Filamentleri sade ve süssüzdür. Bireyler tekli ya da küçük gruplar halinde, diğer bireylerden ayrılmış durumdadırlar yani ortak müsilaj kılıfları yoktur. Yanlardan yalancı dallanma gösterebilirler, dallanma az çok filamentle aynı yönde büyür. Filamentler bazen substratların üzerinde sürünme hareketi yapabilir.

Trikomlar her zaman bazal da yer alır, heterosistleri az çok küresel ya da yarı küreseldir ve arasında interkalar silindirik heterosiste de rastlanır. Bazen de interkalar heterosist ipliği (trikomu) parçalara böler. İplikler bazen genişlemiş bazal bir parçaya sahiptir. Ara lamellerde daralma olabilirde olmayabilirde.

Kıl şeklinde incelererek biten apikal kısımla son bulur. Bu kıl şeklideki yapı fosfor metabolizmasından kaynaklanmaktadır; (ipliksi yapıya sahip olan birçok türde bu kılsı yapıdan bulunmaz-Belki de bu durum onların *Calothrix* ve *Mikrochaete*'dan farklı türler olduklarını gösterir).

Kılıf her zaman vardır, genellikle sıkı, bazen lamellere ayrılmış ve sarı-kahverengimsi bir renk almış ya da sona doğru huni şeklinde genişlemiştir. Hücreler silindirik ya da fıçı şeklindedir. Birkaç türde akinetler nadiren de olsa bazal kısımda yer alır. Bazı türlerinde kromatik adaptasyon kabiliyetine sahip olduğu düşünülmektedir. Heterosistler trikomu parçalara ayırır ve yeni iplikler halinde bağımsız olarak gelişmelerini sağlar.

Hareketli hormogonlarla üreme trikomun parçalara ayrılmasıyla olur ama nekritik hücrelerin yardımıyla ve kılıf tarafından serbest bırakıldıktan sonra bu üreme gerçekleşir.

Sadece perifitik türler diğer alglerin ve akuatik bitkilerin üzerinde, taş ve ağaç substratların üzerinde değişik akuatik habitatlarda gelişirler. Özellikle kirlenmemiş temiz habitatlara yerleşirler. Sadece birkaç türün denizlerde yaşadığı bilinmektedir.

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) sitesinde kayıtlı 106 tür ismi bulunmaktadır. Bunların 74 tanesi geçerli sayılmaktadır.

23. *Calothrix thermalis* (Schwabe) Hansgirg

S: *Mastichonema thermale* Schwabe



Şekil 4.3.23. *Calothrix thermalis* (Schwabe) Hansgirg

Tallus genişlemiş durumdadır, musilajlı yapıda ve yumuşaktır, mavi-yeşil ya da zeytin yeşili renklidir. Filamentler birbirine karışmış, kolayca bükülebilir durumdadır, filamentlerin boyu 3 mm kadar olabilir, iplikler yoğun kümeler oluştururlar. Filamentler 8–10 µm genişliğindedir ve ipliğin dip kısmı şişmiştir. Sahip olduğu kılıf kalın, hyalin ya da dipte sarımsak renkli olup lamelli değildir. İpliğin hücreleri 5–8 µm genişliğinde, hücre boyu çoğunlukla genişliğinden 1/3 daha fazladır, mavi-yeşil renkli, heterosist vardır ve dipte yer alır ama nadiren de olsa iplikte hücrelerin arasında yer alır, heterosist elipsoidal ya da yarı küreseldir.

Tatlı su kanallarının beton duvarlarında, termal su kaynaklarından suyun akış yaptığı kanalların beton duvarlarında yaşarlar.

Daha önce yapılan çalışmalarda Güner ve Ünal (1996) tarafından İzmir Balçova Agamemnon Kaplıcasında tespit edilmiştir.

Yaptığımız örneklemelerde bu tür Salihli Kurşunlu Kaplıcası K1 ve K2'de, Turgutlu Urganlı Kaplıcası kırk damlalarda tespit edilmiştir.



24. *Calothrix marchica* LemmermannŞekil 4.3.24. *Calothrix marchica* Lemmermann

Filamentler düz ya da hafifçe kıvrılmış olabilirler. Filamentler tekli ve taban genişliği 5– 6 µm civarındadır. İnce, sıkı ve renksiz bir kılıfa sahiptirler. Kılıf klor-çinko-iyot çözeltisi ile maviye boyanmaz. Uça doğru gittikçe inceler ve kıl şeklinde son bulur. Belirgin bir şekilde ara lamellerde daralma gözlenir. İpliğin taban genişliği 4–5,5 µm kadardır. Hücre boyu yaklaşık olarak genişliği kadar ya da genişliğinden  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{4}$ 'ü kadar fazladır. Son hücre konik şeklini almıştır, ucu birazda sivrilmiş olabilir. Tekli heterosiste sahiptir. Bazal neredeyse silindirik ya da yarı silindirik şekildedir. İplik 4–5,5 µm genişliğindedir.

Nemli topraklarda ve nemli duvarlarda, su tanklarında, havuz ve göçlüklerde yayılış gösterirler.

Yaptığımız çalışmalarda 2 kaplıcada bu türü tespit edildi. Bu kaplıcalar: Salihli Kurşunlu Kaplıcası K1 ve K2 kaynak ağızlarında ve Köprü Başı Borlu Saraycık Kaplıcası eski hamam kaynak ağızıdır.

Phylum: Cyanophyta

Classis: Cyanophyceae

Ordo: Stigonematales

Familya: Mastigocladaceae

Genus: *Mastigocladus* Chon ex Kirchner, 1898

Talluslu yapıda, tallus yumuşak formdadır, süngerimsi katmanlar halinde, bazen küçük kireç kristalleriyle birlikte bulunur, yüzeyi düzgün ya da jelâtinimsidir. Oluşturduğu yapılar oldukça sıktır ve hatta zaman zaman tabakalaşırlar. Kirli mavi-yeşil ya da zeytin yeşili renktedirler. Tallus az çok yoğun şekilde birbirine karışmış filamentlerden oluşur. Trikomlar düzensiz olarak kıvrılırlar, ince, belirgin, renksiz kılıfa sahiptirler. Gerçek dallanma vardır ve 'T' ya da 'Y' şeklindedirler, sıklıkla tek taraflıdır. Bazı evrelerde dallanma çok nadirdir ya da neredeyse hiç yoktur. Dallanma genellikle uça doğru gidildikçe devamlı bir incelmeye olur. Yalancı dallanma seçici bir olaydır ama yaygın değildir. Heterosistler interkalardır, yalnızdır ya da (nadiren) çiftler halindedir. Akinetlere çok nadir rastlanır, yalnızca eski trikomunlarda bulunurlar. Hücre bölünmesi çaprazlamadır ya da dallanmadan önce uzunlamasınadır. Üreme hormogonlarla ya da trikomda ayrılmalara olur. Tip türü olan *M. laminosus* tipik bir zorunlu termofilik türdür ve dünya üzerindeki tüm kaplıcalarda yaşar (Antartika dâhil). Beklide bu özel çevresel koşullara bağlıdır (45-60 °C, 7,5 < Ph, aerobik, düşük tuzluluk) ve tüm diğer çevre şartları, özellikle soğuk sularda yaşayan diğer türler açıkça bellidir. Çok fazla değişkenlik gösterir, *M. laminosus* affedilir, bundaki bazı nedenlerinden biride genotipik olarak diğer prokaryotlarla karıştırılmasıdır. Diğer türlerin revizyona (gözden geçirilmeye) ihtiyacı vardır.

Günümüzde [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)'de kayıtlı 4 tür ismi vardır ama geçerli kabul edilen tür yoktur.

25. *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn



Şekil 4.3.25. *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn

Tekli sıralar halinde dizilen hücrelerin oluşturduğu filamentler ters 'V' şeklinde kısa dallanmalar oluştururlar, gerçek yan dallanmalar yalancı dallanmalar kadar çok olmasada gözlenir, kılıf ince ve sıkı ya da akıcıdır, heterosist iplikte hücreler arasında yer alır, hormogon oluşumu bilinmemektedir.

*Mastigocladus laminosus* türü Kula Selendi Emir Kaplıcası yukarı ve aşağı hamam, Turgutlu Urganlı Kaplıcası kırk damlalar kaynak ağzında tespit edilmiştir. Türkiye tatlı su alg florası için ilk kez bu çalışma ile tanımlanmaktadır.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma alanı Manisa ve çevresinde, ekonomik ve insan sağlığı bakımından önemini dikkate alarak belirlediğimiz 5 kaplıcamızdan 12 istasyonun termal su alg florasını belirlemeye yönelik çalışmamızda; Mavi-yeşil alg grubuna ait 25 tür tayin edilmiştir. Bu türler Cyanophyceae filumu içinde 7 aile altında 12 cinse aittir. Tespit edilen 25 mavi-yeşil alg türünden 6 tanesi Türkiye tatlı suları için yeni kayıttır. Ülkemiz tatlı suları için yeni kayıt olan: *Oscillatoria proteus* Skuja, *Oscillatoria calcuttensis* Biswas, *Phormidium chlorinum* (Kützinger) Umezaki ve Watanabe, *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek, *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn, *Gloeocapsa quaternata* (Brébisson) Kützinger türleridir. Tür isimleri Algae Base'den alınan son kayıtlara göre (10.07.2005) düzenlenmiş, tüm türlerin kayıtlı olan sinonimleride belirtilmiştir.

Termal kaynaklardan alınan örneklerde belirlenen türlerin aylara göre (Çizelge 5.1.) ve kaplıca kaynak ağzlarına göre (Çizelge 5.2.) dağılımı çizelgeler halinde verilmiştir.

Sonuç olarak Manisa ve Çevresindeki kaplıcaların zengin bir alg florasına sahip olduğu söylenebilir. Bu flora içinde mavi-yeşil alg türleri baskın durumdadır. Bulunan sonuçla daha önce araştırma bölgesinde çalışma yapmış olan Güner, Tarkan ve Ünal'ın bulguları ile uygunluk göstermektedir. Bu uygunluk ayrıntılarıyla aşağıda ele alınmıştır.

Örnek alınan istasyonlarda zengin bir alg florasının bulunduğu tespit edilmiştir. Mavi-yeşil alg tür yoğunluğu bakımından istasyonlar değerlendirildiğinde; Turgutlu Urganlı kaplıcasında 21 farklı tür bulunmuştur. Bu kaplıcada özellikle kırk damlalar kaynak ağzı 15 tür ile tesis içi kaynak ağzı 13 tür sayısı ile en fazla tür barındıran istasyonlarıdır. Bu iki kaplıcanın bu kadar fazla tür sayısına sahip olmasının nedenlerinden bazıları bu kaplıcalarda suyun akış yaptığı alanın oldukça uzun olması, kaplıca işletmesi tarafından rekreasyon alanı olarak değerlendirilmesinden dolayı alg oluşumunun temizlik ile ortadan kaldırılmaması ve her zaman güneş alan bir yerde olmasından kaynaklanmaktadır.

Alg sayısı bakımından ikinci sıra Salihli Kurşunlu kaplıcası yer almaktadır. Bu kaplıca toplamda 15 tür sayısına sahip olmakla birlikte; K1 kaynak ağzı 11 tür, K2 11 tür ve K3 kaynak ağzı ise 12 tür sayısına sahiptir. Kurşunlu kaplıcasında tür sayısının az olmasının bazı nedenleri; su sıcaklığının yüksek oluşu, suyun akış yaptığı yolların kısa oluşu ve su sıcaklığının düşmeden kaplıca tesisinin içinde bulunan tatlısuya karışması ve alg oluşumlarının zaman zaman kaplıca yetkilileri tarafından temizlenmesidir.

Borlu Saraycık kaplıcamız toplamda 13, Salihli Sart kaplıcamız 7 ve Kula Selendi kaplıcamız 6 türe sahiptir. Aslında kaplıcaların sahip oldukları tür sayıları suyun çıkış sıcaklığına bağlı olduğu gibi suyun çıktığı yerden başlayarak akış yaptığı yolda su sıcaklığının düşmesiyle de artmaktadır. Bu nedenle suyun sıcaklığının yüksek olduğu yerlerde tür sayısı azalırken hatta bazen tek bir tür dominant olurken su sıcaklığının düşmesi ile birlikte orantılı olarak tür sayısı da artış göstermektedir. Buna örnek olarak yaptığımız örneklemelerde 50–60 °C'de *Planktolyngbya*

*subtilis* türü tek başına dominantken, suyun ilerlediği yolda sıcaklığının düşmesiyle birlikte *Phormidium terebriforme*, *Phormidium willei* ve *Chroococcus dimidiatus* türleri görülmektedir. Türlerin kaplıca sularında yaşam bulmasında sadece suyun sıcaklığı değil suyun kimyasal yapısıda oldukça önemlidir.

Türlerin aylara göre dağılımı incelendiğinde, hangi aylarda hangi türlerin daha yaygın olduğu konusunda kesin yoruma gidilememektedir. Bunun en önemli nedeni kaplıcalara örnekleme gittiğimizde, kaynak ağızlarında yerleşim gösteren alglerin kaplıca görevlileri tarafından temizlenmesidir. Algler dönem dönem temizlendiği için hangi aylarda, hangi hava şartlarında, hangi çevresel durumlarda yerleşim gösterdikleri konusunda yoruma gidilememektedir.

Çizelge 5.1.Türlerin aylara göre dağılım tablosu

|                                  | 06.03 | 07.03 | 08.03 | 09.03 | 10.03 | 11.03 | 12.03 | 01.04 | 02.04 | 03.04 | 04.04 | 05.04 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Chroococcus dimidiatus</i>    | +     |       |       |       |       |       | +     | +     | +     |       | +     | +     |
| <i>Chroococcus minor</i>         | +     | +     |       |       |       |       |       | +     | +     | +     |       | +     |
| <i>Gloeocapsa quaternata</i>     | +     |       | +     | +     |       | +     | +     |       | +     |       |       |       |
| <i>Spirulina subsalsa</i>        | +     |       | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |
| <i>Spirulina subtilissima</i>    | +     |       |       |       |       |       |       |       | +     | +     | +     | +     |
| <i>Spirulina meneghiniana</i>    | +     |       | +     | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Spirulina major</i>           | +     | +     |       |       |       | +     | +     | +     | +     |       |       |       |
| <i>Oscillatoria princeps</i>     |       |       |       |       |       |       | +     | +     | +     |       |       |       |
| <i>Oscillatoria proteus</i>      | +     |       |       |       | +     | +     | +     |       |       |       |       |       |
| <i>Oscillatoria boryana</i>      | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |
| <i>Oscillatoria calcuttensis</i> |       | +     | +     | +     |       |       | +     |       | +     |       |       |       |
| <i>Lyngbya contorta</i>          | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |       |       |
| <i>Phormidium chlorinum</i>      |       | +     | +     |       |       | +     |       |       | +     | +     | +     |       |
| <i>Phormidium willei</i>         |       |       |       |       |       |       |       |       | +     | +     |       | +     |
| <i>Phormidium terebriforme</i>   |       | +     |       |       |       | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |
| <i>Phormidium amphibium</i>      | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |
| <i>Phormidium formosum</i>       |       |       |       |       |       | +     | +     | +     | +     | +     |       | +     |
| <i>Phormidium splendens</i>      |       |       |       |       | +     | +     | +     | +     |       |       |       |       |
| <i>Leptolyngbya tenuis</i>       |       | +     | +     |       |       |       | +     | +     |       |       |       |       |
| <i>Limnothrix amphigranulata</i> | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |       |       | +     | +     |
| <i>Jaaginema pseudogeminata</i>  |       | +     |       | +     | +     | +     |       |       |       |       |       |       |
| <i>Planktolyngbya subtilis</i>   | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |
| <i>Calothrix thermalis</i>       | +     |       |       | +     |       |       | +     |       |       | +     |       |       |
| <i>Calothrix marchica</i>        | +     | +     | +     | +     |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Mastigocladus sp.</i>         |       |       |       |       |       | +     | +     | +     | +     | +     | +     | +     |

Çizelge 5.2. Türlerin yer dağılım tablosu

|                                  | Salihli Kurşunlu |    |    | Salihli Sart | Turgutlu Urganlı |          |               |           | Borlu Saraycık |            | Kula Selendi |             |
|----------------------------------|------------------|----|----|--------------|------------------|----------|---------------|-----------|----------------|------------|--------------|-------------|
|                                  | K1               | K2 | K3 | Tek Nokta    | Sera İçi         | Ak Hamam | Kırk Damlalar | Tesis İçi | Büyük Havuz    | Eski Hamam | Yukarı Hamam | Aşağı Hamam |
| <i>Chroococcus dimidiatus</i>    | +                | +  | +  |              | +                | +        | +             | +         | +              | +          |              |             |
| <i>Chroococcus minor</i>         | +                | +  | +  | +            | +                |          | +             | +         |                |            | +            | +           |
| <i>Gloeocapsa quternata</i>      | +                | +  | +  |              | +                |          | +             | +         |                |            |              |             |
| <i>Spirulina subsalsa</i>        | +                | +  | +  | +            |                  |          | +             | +         | +              |            |              |             |
| <i>Spirulina subtilissima</i>    |                  |    |    |              |                  |          | +             | +         |                | +          |              |             |
| <i>Spirulina meneghiniana</i>    |                  |    |    |              |                  |          |               | +         | +              |            |              |             |
| <i>Spirulina major</i>           |                  |    |    |              |                  |          | +             | +         |                |            |              |             |
| <i>Oscillatoria princeps</i>     |                  |    |    |              |                  |          |               | +         |                |            |              |             |
| <i>Oscillatoria proteus</i>      |                  |    | +  | +            |                  |          |               |           |                |            |              |             |
| <i>Oscillatoria boryana</i>      |                  |    |    |              | +                |          |               |           | +              | +          | +            | +           |
| <i>Oscillatoria calcuttensis</i> |                  |    | +  |              | +                |          |               | +         | +              |            |              |             |
| <i>Lyngbya contorta</i>          | +                | +  | +  |              |                  |          | +             | +         | +              | +          | +            |             |
| <i>Phormidium chlorinum</i>      | +                |    | +  |              |                  |          | +             |           |                |            |              |             |
| <i>Phormidium willei</i>         |                  | +  |    |              |                  |          |               |           |                |            |              |             |
| <i>Phormidium terebriforme</i>   | +                |    | +  | +            |                  |          | +             |           |                |            |              |             |
| <i>Phormidium amphibium</i>      |                  |    |    |              |                  |          |               |           | +              | +          |              |             |
| <i>Phormidium formosum</i>       |                  | +  |    | +            | +                |          |               | +         |                |            |              |             |
| <i>Phormidium splendens</i>      |                  |    |    |              | +                |          |               |           |                |            |              |             |
| <i>Leptolyngbya tenuis</i>       |                  | +  |    | +            |                  |          | +             |           |                | +          |              |             |
| <i>Limnothrix amphigranulata</i> | +                |    | +  |              | +                |          | +             | +         | +              |            | +            |             |
| <i>Jaaginema pseudogeminata</i>  |                  |    |    |              | +                |          | +             |           |                | +          |              |             |
| <i>Planktolyngbya subtilis</i>   | +                | +  | +  | +            | +                | +        | +             | +         | +              | +          | +            | +           |
| <i>Calothrix thermalis</i>       | +                | +  |    |              |                  |          | +             |           |                |            |              |             |
| <i>Calothrix marchica</i>        | +                | +  | +  |              |                  |          |               |           |                | +          |              |             |
| <i>Mastigocladus sp.</i>         |                  |    |    |              |                  |          | +             |           |                |            | +            | +           |

Autotrof yaşayan alglerin en fazla 85,2 °C'de yaşayabildiği belirtilmektedir (Copeland 1937). Copeland'ın bulduğu bu değeri bulunan sonuçlarla karşılaştıracak olursak Salihli Kurşunlu kaplıcasında ölçülen 96 °C'lik sıcaklıkta hiçbir alge rastlanmamıştır. Ama suyun akış yaptığı yolda su sıcaklığının 60–70 °C'ye ve altına düştüğü bu bölgelerden alınan örneklerde tür sayısı gittikçe artış göstermektedir. Bu sonuçlara göre Copeland'ın bulduğu değerin doğru olduğu düşünülebilir.

Elenkin, kaplıcaları içinde yaşayan organizmaları göz önüne alarak termofil formasyona göre aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır;

- 1-Hipotermal: 16 °C'nin altında
- 2- Mesotermofil: 16–30 °C
- 3- Eutermofil: 30–80 °C (Vouk 1923).

Bu sınıflandırmaya göre Manisa ve çevresinde incelediğimiz kaplıcalarda yayılış gösteren mavi-yeşil alg türleri eutermofil formasyona girmektedir.

Sıcak kaynaklarda bulunan alg vejetasyonu Elenkin tarafından yalnız 'Termofil formasyon' olarak isimlendirilmektedir. Halbuki termal sular sahip oldukları sıcaklık farklılıklarından dolayı farklı vejetasyona sahiptirler. Hansgirg (1884) termal sulardaki vejetasyonu doğal ve suni suların termofil alg vejetasyonu diye ayrılmaktadır. Vouk (1923) ise termal sularda yaşayan algleri termal ve termofil formlar olarak ayırmaktadır. Termal formlar yüksek sıcaklıklardaki kaynaklarda yaşayan, termofil türler ise düşük sıcaklıklarda dahi yaşayabilen formlardır. Termal ve termofil formlar arasında her iki ortamda da gelişebilen ve bulunduğu habitata uygunluk gösteren geçit formları da bulunmaktadır. İncelediğimiz kaplıcada termal ve termofil formdan çok sayıda tür bulunmuştur. Termal floradan *Leptolyngbya tenuis* ve *Phormidium terebriforme* türleri bulunmuştur. Termofil floraaya ait *Chroococcus minor* türü bulunmuştur. Bizim kaplıcamızda bulduğumuz bu termal ve termofil floraaya Ünal (1996) Balçova Kaplıcası ve Güner (1967) Ege Bölgesi Kaplıcalarında da rastlanmıştır. Ayrıca *Planktolyngbya subtilis* türü bizim çalışmalarımızda yüksek ve düşük sıcaklıklarda yaşamasından dolayı hem termal, hem de termofil formlar arasında geçiş türü olarak görülmüştür.

Termal suların sınıflandırılmasında kükürtçe zengin olanlarda 'tiofil algler' karakteristiktir. Böyle kaplıcaların alg türlerinin büyük bir kısmı mavi-yeşil alg üyeleridir ki tür sayıları da oldukça fazladır. Bu özellikler türlerin seçiciliğinden kaynaklanmaktadır ve bunun yanında suyun kimyasal yapısının da önemi vardır. Çalışmada Salihli Kurşunlu kaplıcasının kükürt bakımından zengin olduğu tespit edildi. Kükürt bakımından zengin kaplıcalarda *Chroococcus dimidiaticus*, *Chroococcus minor* ve *Lyngbya contorta*'nın yaygın olarak bulunduğu saptanmıştır.

Araştırma bölgesinde daha önce yapılan incelemelere bakıldığında yapılan çalışmayla uygunluk gösterdikleri görülmektedir.



Güner tarafından (1970) Ege Bölgesi kaplıca ve maden sularının alg vejetasyonu ile ilgili incelemede *Spirulina subsalsa* türü Kurşunlu kaplıcası K1'de, *Chroococcus minor*, *Phormidium terebriforme* (*Oscillatoria terebriformis*), *Phormidium formosum* (*Oscillatoria formosa*), *Spirulina subsalsa* Kurşunlu kaplıcası K2'de tespit edilmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada K1'de ve K2'de *Spirulina subsalsa*, K2'de *Chroococcus minor*, *Phormidium formosum* (*Oscillatoria formosa*) tespit edilmiştir. Güner tarafından aynı çalışmada Sart Kaplıcasında *Chroococcus minor* ve *Spirulina subsalsa* tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda da Sart Kaplıcasından alınan örneklerde *Chroococcus minor* ve *Spirulina subsalsa* tespit edilmiştir. Ayrıca Güner tarafından Sart kaplıcasında *Spirulina corakiana* ve *Spirulina labyrinthiformis* türleride bizden farklı olarak tespit edilmiştir.

Tarkan tarafından 2000 yılında Urganlı Kaplıcası alg populasyonun incelenmesi üzerine yapılan yüksek lisans tez çalışmasında *Chroococcus dimidiaticus* (*Chroococcus turgidus* olarak) ve *Planktolyngbya subtilis* (*Lynbya limnetica* olarak) türlerini tespit etmiştir. Urganlı kaplıcasında bizim yaptığımız çalışmada dört örnekleme istasyonunda da *Chroococcus dimidiaticus* (*Chroococcus turgidus*) ve *Planktolyngbya subtilis* (*Lynbya limnetica*) türleri tespit edilmiştir.

Davis 1897 yılında yaptığı çalışmasında *Spirulina* türlerinin termal sularda hep *Phormidium* türlerinin yanında bulunduğunu tespit etmiştir. Durgun sularda ölü yapraklar arasında ya da diğer alglerin arasında yaşayan *Spirulina* türleri uzun iplikler oluşturabilirler ama çoğunlukla tekli iplikler halinde bulunurlar. *Spirulina* türünde, aynı türün bireylerinin bir araya geldiği pek gözlenmez. Bu durum bizim çalışmalarımızda da sıklıkla gözlenmiştir. 27.08.2003 tarihli 3. örneklememizde Salihli Kurşunlu Kaplıcası K1 kaynak ağzında *Phormidium chlorinum* ve *Spirulina subsalsa* türleri, 30.11.2003 tarihli 6. örneklememizde Salihli Sart Kaplıcasında *Phormidium formosum* ve *Spirulina subsalsa* türleri, aynı örneklemede Urganlı Kaplıcası kırkdamlar kaynak ağzında *Phormidium chlorinum*, *Phormidium terebriforme* ve *Spirulina subsalsa* türleri, 29.12.2003 tarihli 7. örneklememizde yine Salihli Sart Kaplıcasında *Phormidium terebriforme* ve *Spirulina subsalsa* türleri, aynı örneklemede Urganlı Kaplıcası kırkdamlar kaynak ağzında *Phormidium terebriforme*, *Spirulina major* ve *Spirulina subsalsa* türleri, aynı kaplıcanın tesis içi kaynak ağzında *Phormidium formosum* ve *Spirulina subsalsa* türleri ve bunun daha bir çok örneği bulunmaktadır. Bu örneklerle bakarak çoğunlukla *Phormidium formosum* ve *Spirulina subsalsa* veya *Phormidium terebriforme* ve *Spirulina subsalsa* türlerinin yan yana bulundukları görülmektedir. Bu birlikteliğin en çok Turgutlu Urganlı Kaplıcalarındaki örnekleme istasyonlarında izlendiği görülmektedir. Ayrıca bu türler yalnız başlarına da kaynak ağızlarında yaşam bulurlar. Bu konuda da daha önce olduğu gibi detaylı yorumla gidemememizin nedeni, kaynak ağızlarındaki alg grupları temizlendiği zaman alglerin tekrar o bölgede yaşam alanı bulmalarındaki farklılıklardır.

Yaptığımız çalışmalarda, Türkiye tatlı su alg florası için ilk kez bu çalışma ile tanımlan *Oscillatoria proteus* Skuja, *Oscillatoria calcuttensis* Biswas, *Phormidium chlorinum* (Kützing)

Umezaki ve Watanabe, *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek, *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn, *Gloeocapsa quaternata* (Br  bisson) Kützing türleri ülkemiz için yeni kayıttır. Bu türlerden *Oscillatoria proteus* Skuja Salihli Kur  şunlu Kaplıcalarında K3 kaynağında ve Salihli Sart kaplıcasında, *Oscillatoria calcuttensis* Biswas ise Turgutlu Urganlı sera i  i kaynak ağızı ve tesis i  i kaynak ağızında, Salihli Kur  şunlu Kaplıcası K3 kaynağında, Borlu Saraycık büyük havuzda   rneklenmi  lerdir. Ayrıca *Phormidium chlorinum* (Kützing) Umezaki ve Watanabe türüne Salihli Kur  şunlu Kaplıcaları K1 ve K3'te, ayrıca Turgutlu Urganlı Kaplıcaları kırk damlalar kaynak ağızında, *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek türüne yalnızca Salihli Kur  şunlu Kaplıcaları K2 kaynağında rastlanmıştır. *Gloeocapsa quaternata* (Br  bisson) Kützing türü Salihli Kur  şunlu, Turgutlu Urganlı kaplıcalarında yayılış göstermektedir. Ayrıca *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn türü Kula Selendi Emir Kaplıcası yukarı ve aşağı hamam, Turgutlu Urganlı Kaplıcası kırk damlalar kaynak ağızında tespit edilmiştir.

Ülkemizde sınırlı ve az sayıdaki termal alg çalışmalarına katkıda bulunma amacıyla ba  ladığımız bu çalışma sonunda, ülkemiz tatlı su alg florasına yeni türler eklemiş bulunmaktayız. Çalışma sonucunda tespit ettiğimiz 25 mavi-yeşil alg türünden 6 tanesi Türkiye tatlı suları için yeni kayıttır. Ülkemiz tatlı suları için yeni kayıt olan: *Oscillatoria proteus* Skuja, *Oscillatoria calcuttensis* Biswas, *Phormidium chlorinum* (Kützing) Umezaki ve Watanabe, *Phormidium willei* (N. L. Gardner) Anagnostidis ve Komarek, *Mastigocladus cf. laminosus* Cohn, *Gloeocapsa quaternata* (Br  bisson) Kützing türleridir. Türkiye alg florasına denizler, tatlısular adı altında g  ller, nehirler ve barajlar ele alınmakla birlikte artık bu araştırmalara termal kaynak ağızlarında eklenmesi gerektiğine yaptığımız çalışma ile dikkat çekilmektedir. Ülkemizde az ve sınırlı sayıdaki termal su çalışmaları sadece literatür seviyesinde kalmaktadır. Son yıllarda yurddı  ında termal türlerin fizyolojileri ve moleküler yapıları hakkında çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de yaptığımız çalışma bir temel oluşturarak ileride yapılacak detaylı çalışmalara yol a  ması düşülmektedir. Kaplıcaların ekonomi ve halk sağılığı bakımından yararları yanında biyoloji yaşam konusunda farklı ekolojik şartlarından dolayı da önemli yerler olduğ una dikkat çekmek istemektedir. Kaplıcalarımız halkın daha fazla faydalanmasını sağ layacak şekilde düzeltilmeli, daha temiz, hijyenik alanlar haline getirilmeli, termal t  rlerede yaşam alanı sağ lanmalı ve özellikle Manisa Bölgesindeki bir çok kaplıcanın sahip olduğ u tarihi ve arkeolojik alanlar rekreasyon alanı haline getirilmelidir.

## 6. KAYNAKLAR

1. AYSEL, V. ve ark. (1992): Zonguldak Ilıksu Kaplıcası Alg Florası E.Ü.S.Ü. Dergisi, Sayı 9 (33-36), 72-82.
2. BERNOT, M. J., DODDS, W. K. ve ark. (2003): Comparing Denitrification Estimates for a Texas Estuary by using acetylene Inhibition and Membrane Inlet Mass Spectrometry, Applied and Environmental Microbiology, p.5950-5956.
3. BROCK, T. D. (1985): Life at High Temperatures, Science, New Series, Vol. 230, No. 4722, 132-138.
4. CASTENHOLZ, R.W. (2004): Phototrophic Bacteria Under UV Stress, J. Seckbach 445-461.
5. CASTENHOLZ, R. W. (1967): Aggregation in a Thermophilic *Oscillatoria*, Nature, Vol. 215, 1285 – 1286.
6. CASTENHOLZ, R. W. (1969): Thermophilic Blue-Green Algae and the Thermal Environment, American Society for Microbiology, 476 – 504.
7. CASTENHOLZ, R. W. (1969): The Thermophilic Cyanophytes of Iceland and the Upper Temperature Limit, Journal of Phycology, Vol. 4, 360 – 368.
8. CASTENHOLZ, R. W. (1970): Laboratory Culture of Thermophilic Cyanophytes, Schweiz. Z. Hydrol. Vol. 32, 538 – 551.
9. CASTENHOLZ, R. W. (1972): Hot Spring Microbial Communities Recreated in Modified "Winogradski Columns", Limnology and Oceanography, Vol. 17, No. 5, 767-772.
10. CASTENHOLZ, R. W. (1973): Ecology of Blue-Green Algae in Hot Springs, Blackwell Scientific Publications, 379 – 414.
11. CASTENHOLZ, R. W., WATERBURY, J. B. (1989): Oxygenic Photosynthetic Bacteria, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol. 3, Sec. 19, 1710 – 1806.
12. CASTENHOLZ, R. W. (1992): Species Usage, Concept, and evolution in the Cyanobacteria (Blue- Green Algae), Journal of Phycology, Vol. 28, 737-745.
13. CASTENHOLZ, R. W. (1996): Endemism and Biodiversity of Thermophilic Cyanobacteria, Nova Hedwigia, Beiheft 112, 33-47.
14. CASTENHOLZ, R. W., MILLER, S. R. (2000): Evolution of Thermotolerance in Hot Spring Cyanobacteria of the Genus *Synechococcus*, American Society for Microbiology, Vol. 66, No. 10, 4222 – 4229.
15. CASTENHOLZ, R.W., GARCÍA-PICHEL, (2000): Cyanobacterial Responses to UV-Radiation, The Ecology of Cyanobacteria, 591-611, Kluwer Academic Publishers.
16. ÇETİNER, L., KARAMANDERESİ, İ. H. (1994): Aydın-Denizli-İzmir-Manisa-Muğla-Uşak İlleri Jeotermal Alanları, MTA.

17. DESIKACHARY, T.V. (1959): Cyanophyta, Indian Council Agricultural Research. New Delhi.
18. DAVIS, B. M. (1897): The Vegetation of the Hot Springs of Yellowstone Park, Science, New Series, Vol. 6, No. 135, 145-157.
19. DODDS, W. K., CASTENHOLZ, R.W. (1990): Sulfide and pH Effects on Variable Fluorescence of Photosystem II in Two Strains of the Cyanobacterium *Oscillatoria amphigranulata*, Photosynthesis Research 24: 265-271.
20. DODDS, W. K., ELLIS, B. K., PRISCU, J. C. (1991): Zooplankton Induced Decrease in Inorganic Phosphorus Uptake by Plankton in an Oligotrophic Lake, Hydrobiologia 211: 253-259.
21. DODDS, W. K. (1992): A Modified Fiber-optic Light Microprobe to Measure Spherically Integrated Photosynthetic Photon flux Density: Characterization of Periphyton Photosynthesis-Irradiance Patterns, The American Society of Limnology and Oceanography 37(4): 871-878.
22. DODDS, W. K., GUDDER, D. A. (1995): The Ecology of Nostoc, Journal of Phycology 31, 2-18.
23. DODDS, W. K., BIGGS, B. J. F. (2002): Water Velocity Attenuation by stream Periphyton and Macrophytes in Relation to Growth Form and Architecture, Journal of North American Benthological Society 21(1): 2-15.
24. DODDS, W. K. (2003): Misuse of Inorganic N and Soluble Reactive P Concentrations to Indicate Nutrient status of Surface Waters, Journal of North American Benthological Society 22(2): 171-181.
25. DODDS, W. K. (2003): The Role of Periphyton in Phosphorus Retention in Shallow Freshwater Aquatic Systems, Journal of Phycology 39, 840-849.
26. DROUET, F. (1934): New or Interesting Myxophyceae from Missouri, Botanical Gazette, Vol. 95, No.4, 695-701.
27. EDLER, C., DODDS, W. K., (1996): The ecology of a Subterranean Isopod, *Caecidotea tridentata*, Freshwater Biology 35, 249-259.
28. EDWARDS, M. R., GANTT, E. (1971): Phycobilisomes of The Thermophilic Blue-Green Alga *Synechococcus lividus*, The Journal of Cell Biology, Vol. 50, 896 - 900.
29. EICHER, A.C., DODDS, W. K. ve ark. (1993): Microbial Decomposition of Elm and Oak Leaves in a Karst Aquifer, Applied and Environmental Microbiology, p.3592-3596.
30. ERİŞEN, B. ve ark. (1996): MTA Genel Müdürlüğü Türkiye Jeotermal Envanteri, Ankara.
31. FAGERBERG, W. R., ARNOTT, H. J. (1981): The Structure of a Geothermal Stream Community, Botanical Gazette, Vol. 142, No. 3, 408 - 414.

32. FLOWERS, S. (1934): Vegetation of the Great Salt Lake Region, Botanical Gazette, Vol. 95, No. 3, 353-418.
33. FRITSCH, F. E. (1904): Studies on Cyanophyceae, New Phytologist, Vol. 3, No.4, 85-96.
34. FRITSCH, F. E. (1929): The Encrusting Algal Communities of Certain Fast-Flowing Streams, The New Phytologist, Vol. 28, No.3, 165-196.
35. FRITSCH, F. E. (1942): The Interrelations and Classification of the Myxophyceae (Cyanophyceae), New Phytologist, Vol. 41, No. 2, 134 – 148.
36. FRITSCH, F. E. (1965): The Structure and Reproduction of the Algae Vol.1,2 Cambridge Univ. Press .
37. GEITLER, L. in Pascher, A. (1925): Die Süßwasser-flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft12: Cyanophyceae Jena Verlag von Gustav Fischer.
38. GRAY, N. E. (1941): Notes on Algae from Two Warm Springs in Arkansas, American Midland Naturalist, Vol. 25, No. 2, 469-471.
39. GÜNER, H. (1966): Pamukkale Termal Suyunun Mikroflorası, Biologi 19, Ege Üni. Fen Fak. İlmî raporlar serisi No.31, Ege Üni. Matbaası, İzmir.
40. GÜNER, H. (1967): Ege Bölgesi Termal Sularının Alg Vegetasyonu ile İlgili Ön Gözlemler, V. Türk Biyoloji Kongresi Tebliğleri.
41. GÜNER, H. (1970): Ege Bölgesi Kaplıca ve Maden Sularının Alg Vegetasyonu ile İlgili İnceleme, E.Ü.F.Fak. İ.R.S., No: 99.
42. GÜNER, H. (1989): Tohumuz Bitkiler Sistematiği, I. Cilt (Algler), E.Ü.F.Fak. Kit. Serisi No: 108, Bornova,İzmir.
43. HOEK, C., MANN, D. G., JAHNS, H. M. (1995): Algae an Introduction to Phycology, Cambridge Univ. Press .
44. HUMM, H. J., WICKS, S. R., (1980): Introduction and Guide to the Marine Bluegreen Algae, A Wiley-Interscience Publication.
45. İller Bankası Genel Müdürlüğü İçme Suyu Daire Başkanlığı Manisa İçme Suyu Projesi Hidrolojik Raporu.
46. JACKSON, J. E., CASTENHOLZ, R. W. (1975): Fidelity of Thermophilic Blue-Green Algae to Hot Spring Habitats, Limnology and Oceanography, Vol. 20, No. 3, 305-322.
47. Japon Uluslararası Ticaret ve Endüstri Bakanlığı, (2000): Manisa İli Japon Jetro Fizibilite Raporu.
48. KANOKRATANA, P., CHANAPAN, S., POOTANAKIT, K., EURWILAICHITR, L. (2004): Diversity and Abundance of Bacteria and Archaea in the Bor Khlueng Hot Spring in Thailand, Journal of Basic Microbiology 44:6, 430-444.
49. KASTOVSKY, J., KOMAREK, J. (2001): Phototrophic Microvegetation of Thermal Springs in Karlovy Vary, Czech Republic, Nova Hedwigia, Vol. 123, 107 – 120.

50. KEMP, M. J., DODDS, W. K. (2001): Centimeter-scale Patterns in Dissolved Oxygen and Nitrification Rates in a Prairie Stream, *Journal of North American Benthological Society* 20(3): 347-357.
51. KINACI, S. R. (1984): Ege Bölgesi Termal Suların ve Travertenlerin Radyoaktif Elementler Analizi ve Radyoaktif Minerallerin Saptanması, Proje No. 001, Rapor No. 8.
52. KOMAREK, J. (2003): Problem of the Taxonomic Category "Species" in Cyanobacteria, *Algological Studies*, Vol. 109, 281 – 297.
53. KOMAREK, J., KASTOVSKY, J. (2003): Adaptability in Diversification Processes of Cyanobacteria; the Example of *Synechococcus bigranulatus*, *Algological Studies*, Vol. 109, 299 – 304.
54. KOMAREK, J. ve ark. (2004): Morphological and Molecular Characterization of a Thermophilic Cyanobacterium (Oscillatoriales) from the Euganean Thermal Springs (Padua, Italy), *Algological Studies*, Vol. 113, 73 – 85.
55. KRIENITZ, L. ve ark. (2003): Cyanobacteria Hot Springs Lake Bogoria, Kenya, *Regulation of Biocoenoses*, 40-50, 77-84, 127-147.
56. KULLBERG, R. G. (1982): Algal Succession in a Hot Spring Community, *American Midland Naturalist*, Vol. 108, No. 2, 224-244.
57. LHOTSKY, O. (1989): *Algological Studies* 64, Cyanophyta/Cyanobacteria, 11<sup>th</sup> Symposium of the International association for Cyanophyte Research Plön (Germany).
58. LUCA, P., GAMBARDELLA, R., MEROLA, A. (1979): Thermoacidophilic Algae of North and Central America, *Botanical Gazette*, Vol. 140, No. 4, 418-427.
59. MCLEAN, R. C. (1914): A Method of Staining Cyanophyceae, *New Phytologist*, Vol. 13, No.1/2, 71-72
60. MILLER, S. R., CASTENHOLZ, R.W. (2001): Ecological Physiology of *Synechococcus* sp. Strain SH-94-5, a Naturally Occurring Cyanobacterium Deficient in Nitrate Assimilation, *Applied and Environmental Microbiology*, p. 3002-3009.
61. MITCHELL, R. (1974): The Evolution of Thermophily in Hot Springs, *The Quarterly Review of Biology*, Vol. 49, No. 3, 229-242.
62. NADEAU, T. L., MILBRANDT, E. C., CASTENHOLZ, R. W. (2001): Evolutionary Relationships of Cultivated Antarctic Oscillatorians (Cyanobacteria), *Journal of Phycology*, Vol. 37, 650 – 654.
63. NIELSEN, C. S., MADSEN, G. C. (1956): Florida Scytonemataceae I, *American Midland Naturalist*, Vol. 55, No. 1, 194-198.
64. NIELSEN, C. S., MADSEN, G. C. (1956): Florida Scytonemataceae II, *American Midland Naturalist*, Vol. 56, No. 1, 116-125.

65. NOGUEIRA, N. M. C., FERREIRA-CORREIA, M. M. (2001): Cyanophyceae/Cyanobacteria in Red Mangrove Forest at Mosquitos and Coqueiros estuaries, Sao Luis, State of Maranhao, Brazil.
66. NORRIS, T. B., McDERMOTT, T. R., CASTENHOLZ, R.W. (2002): The Long-term Effects of UV Exclusion on the Microbial Composition and Photosynthetic Competence of Bacteria in Hot-spring Microbial Mats, *FEMS Microbiology Ecology* 39: 193-209.
67. OLIVE, E. W. (1907): Cytological Studies on the Cyanophyceae, *Botanical Gazette*, Vol. 43, No. 3, 221-223.
68. PATTANAIK, B., ADHIKARY, S. P. (2002): Blue-Green Algal Flora at Some Archaeological Sites and Monuments of India, Utkal University, Post Graduate Department of Botany, Bhubaneswar, Berlin, *feddes Repertorium* 113, 3-4, 289-300.
69. PETROVSKA, L. (1997): Blue-Green Algae (Cyanophyta) of the Republic of Macedonia, *Macedonian academy of Sciences and Arts*, Skopje.
70. RAJ, A. K., (): Cyanobacterial Nitrogen Metabolism and Environmental Biotechnology, Narosa Publishing House.
71. RAVEN, J. A., GEIDER, R. J. (1988): Temperature and Algal Growth, *The New Phytologist*, Vol. 110, 441- 461.
72. SARGENT, M. C. (1934): Causes of Color Change in Blue-Green Algae, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 20, No. 5, 251-254.
73. SETCHELL, W. A. (1895): Notes on Some Cyanophyceae of New England, *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, Vol. 22, No. 10, 424-431.
74. SETCHELL, W. A. (1903): The Upper Temperature Limits of Life, *Science, New Series*, Vol. 17, No. 441, 934-937.
75. SILVA, S. M. F., PIENAAR, R. N., (2000): Some Benthic Marine Cyanophyceae of Mauritius, *Botanica Marina* Vol. 43, pp.11-27, Walter de Guyter.
76. SMITH, G. M., (1950): *The Fresh-water Algae of the United States*, McGraw-Hill Book Company, Inc.
77. SMITH, G. M., (1955): *Cryptogamic Botany Vol.1: Algae and Fungi*, McGraw-Hill Book Company, Inc.
78. SPERLING, J. A. (1975): Algal Ecology of Southern Icelandic Hot Springs in Winter, *Ecology*, Vol. 56, No. 1, 183-190.
79. STAL, L. J. (1995): *Transley Review No. 84. Physiological Ecology of Cyanobacteria in Microbial Mats and Other Communities*, *New Phytologist*, Vol. 131, No. 1, 1-32.
80. STARMACH, K., (1966): *Flora Slodkowodna Polski Tom 2: Cyanophyta-Sinice, Glaucophyta-Glaukofity*, Polska Akademia Nauk.

81. STOCKNER, J. G. (1967): Observations of Thermophilic Algal Communities in Mount Rainier and Yellowstone National Parks, *Limnology and Oceanography*, Vol. 12, No. 1, 13-17
82. TANG, E. P. Y., VINCENT, W. F. (1998): Strategies of Thermal Adaptation by High-Latitude Cyanobacteria, *The New Phytologist*, Vol. 142, 315- 323.
83. TARKAN, Ş. (2000): Urganlı Kaplıcaları (Turgutlu -Manisa) Alg Populasyonunun İncelenmesi ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Yük. Lis. Tez Çalışması, Ege Üni. Su Ürünleri A.B.D.
84. TILDEN, J. E. (1898): Observations on Some West American Thermal Algae, *Botanical Gazette*, Vol. 25, No. 2, 89–105.
85. Türkiye Maden Suları ve Kaplıcaları (1998): MTA WARD, D. M., CASTENHOLZ, R. W. (2000): Cyanobacteria in Geothermal Habitats, *The Ecology of Cyanobacteria*, Kluwer Academic Publishers, Chapter 3, 37- 59.
86. ÜNAL, T. (1996): İzmir Balçova (Agamemnon) Kaplıcası Mikroskobik ve Makroskobik Alg Florası, Yük. Lis. Tez Çalışması, Ege Üni. Fen Fak. Bio. A.B.D.
87. VASISHTA, P. C. (1968): Thermal Cyanophyceae of India-I, *Phykos*, Vol. 7, 198- 241.
88. YILMAZER, S. (1988): Kurşunlu-Sart Sıcaksu Kaynaklarının (Salihli) Hidrojeoloji ve Jeokimyasal Özellikleri, MTA Bölge Müdürlüğü, Bornova, İzmir.
89. WEBBER, E. E. (1967): Bluegreen Algae from a Massachusetts Salt Marsh, *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, Vol. 94, No. 2, 99-106.

URL Adresleri:

90. [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)



## 7. CİNS DİZİNİ

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>Chroococcus</i> Nägeli, 1849.....                               | 46 |
| 2. <i>Gloeocapsa</i> Kützing, 1843.....                               | 49 |
| 3. <i>Spirulina</i> Turpin ex Gomont, 1892.....                       | 51 |
| 4. <i>Leptolyngbya</i> Anagnostidis ve Komárek 1988.....              | 56 |
| 5. <i>Planktolyngbya</i> Anagnostidis ve Komárek, 1988.....           | 59 |
| 6. <i>Limnothrix</i> Meffert, 1987.....                               | 61 |
| 7. <i>Jaaginema</i> Anagnostidis ve Komárek, 1988.....                | 63 |
| 8. <i>Oscillatoria</i> Vaucher ex Gomont, 1892 .....                  | 65 |
| 9. <i>Lyngbya</i> C. Agardh ex Gomont, 1892 .....                     | 70 |
| 10. <i>Phormidium</i> Kützing ex Gomont, 1892.....                    | 72 |
| 11. <i>Calothrix</i> C. Agardh ex É. Bornet et C. Flahault, 1886..... | 80 |
| 12. <i>Mastigocladus</i> Cohn ex Kirchner, 1898 .....                 | 83 |