

Mavi-yeşil algler (Siyanobakteriler) ve termalizm

Blue-green algae (Cyanobacteria) and thermalism

İlknur Ak¹ • Semra Cirik^{2*} 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Terzioğlu Kampüsü, 17100, Merkez, Çanakkale, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bomova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author: semra.cirik@ege.edu.tr

Received date: 22.11.2016

Accepted date: 21.02.2017

How to cite this paper:

Ak, İ. & Cirik, S. (2017). Blue-green algae (Cyanobacteria) and thermalism. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(2): 227-233.
doi:10.12714/egejfas.2017.34.2.15

Öz: Mikro-algler ekosistemde biyolojik rollerinin yanı sıra; çeşitli etkin maddeler, protein, pigment, yağ asitleri, vitamin, antibiyotik, polisakkarit ve daha birçok metaboliti doğal olarak ve yüksek miktarda biriktirebildiklerinden sağlık için faydalıdır. Termalizm ise doğal sıcak suların sağlık için kullanılmasını ifade etmektedir. Termal mavi-yeşil alglerden elde edilen aktif biyolojik bileşiklerde SPA (*Sanitas per aqua* - Suyu Gelen Şifa) tedavisinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada; termal sularda dağılım gösteren mavi yeşil alglerin genel özellikleri ile tedavi edici olarak kullanılan jeotermal kaynakların tarihçesi hakkında literatür bilgileri derlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Termalizm, kaplıca, mavi yeşil algler

Abstract: Besides biological role in ecosystems, micro algae are important organisms since they can produce various compounds such as lipids, proteins, pigments and vitamins etc. Also, thermalism can be defined as therapeutic use of hot water springs. The biologically active compounds derived from thermal blue-green algae also play important role in SPA (*Sanitas per aqua*) treatments. In this study, we present an overview of literature describing the general characteristics of blue green algae which distribute in thermal springs and the history of geothermal springs which used for therapeutic purposes.

Keywords: Thermalism, thermal spring, blue green algae

GİRİŞ

Mikro algler ekosistemde biyolojik rollerinin yanı sıra; çeşitli etkin maddeler, protein, pigment, yağ asitleri, vitamin, antibiyotik, polisakkarit ve daha birçok metaboliti doğal olarak ve yüksek miktarda biriktirmektedir. Bu nedenle, akuakültür, gıda, kozmetik, enerji gibi birçok alanda kullanılarak ekonomiye katkı sağlamaktadır. Mikro alg sınıfları içerisinde prokaryotik organizmaları içeren tek grup Cyanophyceae (Mavi Yeşil Algler)'dir. Bu gruba ait algler Arkeyan devirde ortaya çıkmış olup birincil üretimde önemli bir paya sahiptir (Stal, 2002). Mavi yeşil algler adaptasyon kabiliyetlerinin yüksek olması nedeniyle tuz gölleri, sıcak su kaynakları, deniz ve tatlı su ortamları gibi bir çok ortamda dağılım göstermektedirler (Ward vd., 2012).

Jeotermal kaynaklar ise; jeolojik yapıya bağlı olarak, yer kabuğu ısısının etkisiyle, sıcaklığı sürekli olarak bölgesel atmosferik yıllık ortalama sıcaklığın üzerinde olan, çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen, doğal olarak çıkan veya çıkarılan su, buhar ve gazlar ile yeraltına insan düzenlemeleri vasıtasıyla gönderilerek

yer kabuğu veya kızgın kuru kayaların ısısı ile ısıtılarak su, buhar ve gazların elde edildiği yerler olarak tanımlanmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 5686, Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, 2007). Dünya genelinde jeotermal kaynaklardan; kaplıca uygulamaları, merkezi ısıtma sistemleri, ısı pompa sistemleri, seracılık, sanayi üretimi ve su ürünleri alanlarında yararlanılmaktadır (Mongillo vd., 2010). Termal kaynaklar aynı zamanda binlerce yıldır birçok insan topluluğu tarafından tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan termal kaynaklar "SPA" olarak adlandırılmaktadır. Tubergen vd. (2002) "SPA" kelimesinin farklı dillerden türeyebileceğini bildirmişlerdir. Valon dilinde "espa" kaynak anlamına gelirken, Latince "spagre" (dağılmak, serpmek, nemiendirme)'den türediği ve "Sanitas per aqua" (Suyu gelen şifa)'ın kısaltması olduğu da düşünülmektedir (Croutier, 1992).

Termalizm ise doğal sıcak suların incelenmesi ve sağlık için kullanılmasını ifade eder. Bu çalışmada; termal sularda dağılım gösteren mavi yeşil algleri ve jeotermal kaynakların tedavi edici olarak kullanılması hakkında bilgiler özetlenmiştir.

TERMOFİLİK MAVİ YEŞİL ALGLER

Mavi yeşil alglerin genel özellikleri

Yeryüzünün ilk fotosentetik organizmaları olarak kabul edilen ve dünya üzerinde yaklaşık 3,5 milyar yıldır bulunan mavi yeşil algler, diğer alg grupları arasında prokaryotik yapıda olan tek gruptur. Hücrelerinde çekirdek ve plastid çeperinin bulunmaması, mitokondri, golgi aygıtı ve vakuole sahip olmamaları ve cinsiyetin görülmemesinden dolayı bakteriyologlar tarafından Cyanobacteria bölümünde sınıflandırılırken, Fotosistem I ve Fotosistem II'ye sahip olmaları nedeniyle de fikologlar tarafından Cyanophyta bölümü altında incelenmektedir (Cirik ve Cirik, 2011; Inman, 1940, Meinesz, 2010). Hücreleri homojen renklidir ve türlere göre mavi yeşil ile menekşe renkleri arasında geçişler gösterir. Fotosentezin gerçekleştiği çift lamelli tilakoilerin üzerinde klorofil a pigmenti, lamellerin arasında ise fikosiyenin ve fikoeitritin gibi fikobiliproteinler bulunur. Tilakoidler fotosentez haricinde atmosferdeki azotun fiksasyonunda ve solunumda da görev almaktadır (Cirik ve Cirik, 2011; Eriksen, 2008). Hücre çeperleri selüloz ve pektin olup yedek besin maddeleri siyofosin ve volitindir (Cirik ve Gökpinar, 2008; Cirik ve Cirik, 2011). Mavi yeşil algler, tek hücreli veya çok hücreli kümeler şeklinde bulunabildikleri gibi iplikli yapıda da olabilirler. Çoğunlukla sucul ekosistemlerde (deniz ve iç su) bulunmalarına karşın, çöl, buzul gölü ve sıcak su kaynakları gibi olağan dışı habitatlarda da dağılım göstermektedirler (Stal, 2002). Her bir mikro alg türü, büyümelerinin çeşitli safhalarında farklı hücre dışı polimerik bileşikler sentezlemeleri nedeniyle diğer fotosentetik organizmalara göre daha yüksek UV radyasyonunda yaşamlarını sürdürebilirler (Christensen vd., 1985; Schüßler vd., 1997). *Nostoc commune*'de hücre içeriğinin kurumasını veya donmasını engelleyen hücre zarı bütünlüğünü koruyan glikan bulunmaktadır (Hill vd., 1997; Tamaru vd., 2005). Bazı mavi yeşil alg türleri ise ortam koşulları değiştiğinde elektron vericisi olarak sülfat bileşiklerini kullanarak anoksijenik fotosentez yapmaktadır (Cohen vd., 1986). *Anabaena* gibi bazı cinslerin türlerinde havadaki serbest azotu bağlayan heterosist adı verilen kalın çeperli, apikal deliğe sahip ve homojen yapılar bulunmaktadır (Cirik ve Cirik, 2011).

Termofilik mavi-yeşil alglerin genel özellikleri

Mineral maddeler bakımından zengin sıcak suların yeryüzüne çıktığı bölgelerde bakteri, mantar ve protoza gibi canlı toplulukların yanı sıra prokaryotik ve ökaryotik alg toplulukları da yaşamlarını sürdürmektedir. Seckbach (1994; 1996) yeryüzündeki ilk prokaryotik hücrelerin sıcak su kaynaklarının bulunduğu yerlerde oluştuğunu ileri sürmüştür. Çok yüksek su sıcaklıklarında yaşamlarını sürdürebilen canlılar Arkebakter (114 °C'ye kadar) ve Eubakter (95 °C'ye kadar) türleridir (Seckbach ve Oren, 2007). Fotosentetik organizmalar da ise en üst sıcaklık değeri 74°C (prokaryotik algler) ile 57°C (ökaryotik algler) arasında değişim göstermektedir. Bu nedenle jeotermal kaynaklardaki baskın alg sınıfı Cyanophyceae (Mavi yeşil algler)'dir (Brock, 1978; Seckbach ve Oren, 2007; Ward vd., 2012).

Çok yönlü metabolizmaya sahip olmaları nedeniyle farklı çevre koşullarına kolaylıkla uyum sağlayabilen mavi yeşil alglerin termal sularındaki dağılımları su sıcaklığı, pH, sülfat bileşikleri içerikleri ve termal kaynakların coğrafik konumlarına göre değişim göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Termal suların kimyasal özellikleri
Table 1. Chemical composition of thermal waters

	Çavundur / Çankırı (İbret, 2007)	Gazligöl/ Afyon (Mutlu,1997)	Balçova Kaynak 1/ Balçova- İzmir (Anonim,2017)	Balçova Kaynak 2 / Balçova- İzmir (Anonim,2017)
pH	7,9	6,65	8,16	8,87
K ⁺ (mg/lt)	212	78	2,4	31
Na ⁺ (mg/lt)	3000	920	115	420
NH ₄ ⁺	<0,1		0,1	0,48
Ca ⁺² (mg/lt)	14	53	72,7	17,2
Mg ⁺² (mg/lt)	15,8	16,6	20,1	1,36
Fe (mg/lt)	<0,1	<0,1	0,1	0,1
HCO ₃ ⁻ (mg/lt)	6789	2672	353	483
SO ₄ ⁻ (mg/lt)	174	<10	95,5	180
Cl ⁻ (mg/lt)	794	158	64,9	231
S ⁻² (mg/lt)			0,1	0,1
NO ₂ ⁻ (mg/lt)	<0,001		0,01	0,01
NO ₃ ⁻ (mg/lt)	<1		4,2	0,2
PO ₄ ⁻³ (mg/lt)	7,7		0,01	0,01

Termal suların yüzeye çıktığı noktalarda yüksek olan su sıcaklığı kaynaktan uzaklaştıkça azalmaktadır. Bu nedenle, dağılım gösteren alg türleri kaynaktan uzaklaştıkça fazlalaşmaktadır. Su sıcaklığının yüksek olduğu bölgelerde *Chroococcus* ve *Synechococcus* gibi tek hücreli cinsinin türleri baskın halde bulunurken, düşük su sıcaklıklarında *Oscillatoria* gibi filamentli algler yoğunlaşmaktadır (Castenholz, 1969; Seckbach ve Oren, 2007). Termal sularındaki çözünmüş hidrojen iyonu konsantrasyonu alglerin yaşam sınırlarını belirlemektedir. Genellikle, jeotermal suların pH değerleri 3 – 10 arasında değişim göstermektedir. pH değeri düşük olan sularda *Cyanidium caldarium* gibi ökaryotik algler bulunurken, pH değeri yükseldikçe mavi yeşil alg sınıfına ait türler baskın hale gelmektedir (Brock, 1978). Mavi yeşil alglerin dağılım gösterdiği en düşük pH değeri Brock (1973) tarafından 4,8 – 5,0 olarak bildirilmektedir. Termofilik mavi yeşil alglerin dağılımında sıcaklığın yanı sıra serbest sülfür bileşikleri (H₂S, HS⁻, S⁻²) de etki etmektedir. Jeotermal suların birçoğu ise sülfid bileşenleri bakımından zengindir. Bu bileşikler mavi yeşil alglerdeki fotosentez hızını olumsuz yönde etkilemektedir (Ward vd., 2012). Sudaki sülfid miktarı arttıkça siyanobakterilerin dağılım

gösterdiği sıcaklık aralıkları da değişim göstermektedir. Örneğin; sulu ortamdaki sülfid bileşiklerinin miktarı 10 μ M'dan fazla olan sularda termofilik alglerin bulunduğu üst sıcaklık sınırı 56 °C'dir (Castenholz, 1976). Coğrafik bölgelere göre termofilik alglerin dağılımları da farklılık göstermektedir. Meeks ve Castenholz (1978) İzlanda'da da ki jeotermal kaynaklarda *Synechococcus* cinsine ait türlerin bulunmadığı saptamıştır. Buna karşın *Mastigocladus laminosus* Cohn ex Kirchner kozmopolit bir tür olup, birçok jeotermal bölgede tespit edilmiştir (Brock, 1978; Castenholz, 1969; Thomas ve Gonzalves, 1965).

Termofilik mavi yeşil algler ile ilgili yapılmış çalışmalar

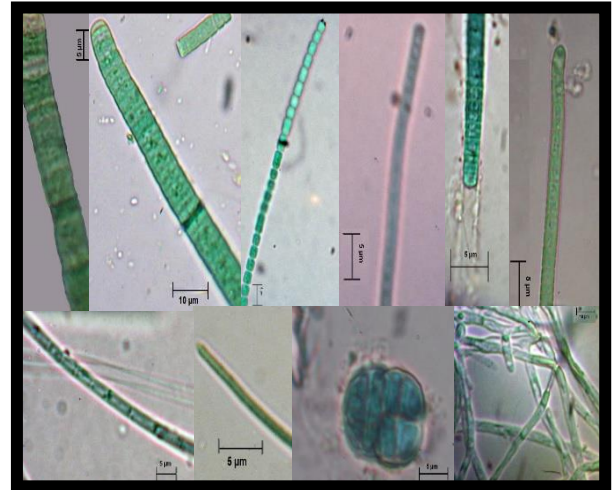
Termal kaynakların bulunduğu alanlarda dağılım gösteren alg türleri yüz yılı aşkın bir süredir bilim adamlarının dikkatini çekmiştir. Termal algler ile ilgili yapılan ilk çalışma Davis (1897)'e aittir. Araştırmacı termofilik *Phormidium* ve *Spirulina* türlerini Yellowstone ulusal parkından (Wyoming, ABD) aldığı örneklerde belirlemiştir. Bu tarihten itibaren gerçekleştirilen çalışmalarda farklı su sıcaklıklarına adapte olmuş birçok mikro alg türünün tanımlaması yapılmış, (Brock, 1978; Castenholz, 1969; Inman, 1940; Seckbach ve Oren, 2007; Thomas ve Gonzalves, 1965; Ward vd., 2012) ve hatta bu alg türlerinin biyokimyasal içerikleri ve yetiştiricilik koşullarının belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır (Abed vd., 2008; Armenante vd., 2009; Castenholz, 1969). Ülkemizde ise yaklaşık 1000 kadar kaplıca ve içme suyu kaynağı bulunmasına karşın termofilik algler üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. İlk çalışma 1932, 34-35 yıllarında Pamukkale ve çevresinde Regel tarafından gerçekleştirildiği Güner (1967) tarafından bildirilmiştir. O tarihlerden itibaren gerçekleştirilen çalışmalar Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Ülkemizde termal alglerle ilgili yapılmış çalışmalar
Table 2. Studies on thermal algae in our country

Çalışma Adı	Bulunan Cins ve Tür Sayısı	Kaynak
Pamukkale Termal Suyunun Mikroflorası	9 mavi yeşil alg cinsine ait 19 tür	Güner, 1966
Ege Bölgesi Termal Suların Alg Vejetasyonu ile İlgili ön gözlemler	10 mavi yeşil alg cinsine ait 26 tür	Güner, 1967
Ege Bölgesi Kaplıca ve Maden Sularının Alg Vejetasyonu ile İlgili İnceleme	14 mavi yeşil alg cinsine ait 47 tür	Güner, 1970
Zonguldak İliksu Kaplıcası Alg Florası	Mavi yeşil alglere ait 33 tür	Aysel vd., 1992
İzmir Balçova (Agamemnon) Kaplıcası Mikroskobik ve Makroskobik Alg Florası	12 mavi yeşil alg cinsine ait 34 tür	Ünal, 1996
Urganlı Kaplıcaları (Turgutlu-Manisa) Alg Populasyonunun incelenmesi ve Su kalitesinin değerlendirilmesi	8 mavi yeşil alg cinsine ait 10 tür	Tarkan, 2000
Manisa ili ve Çevresinde Kaplıcalarda Yayılış gösteren mavi-yeşil alg türleri	12 mavi yeşil alg cinsine ait 25 tür	Ulçay, 2005

Dikili İlçesi (İzmir) Kaplıcalarında Yayılış Gösteren Thermal Cyanophyceae (Mavi-Yeşil Alg) Türleri	8 mavi yeşil alg cinsine ait 19 tür	Öztürk Ulçay vd., 2007
Isolation and Identification of A Thermophilic Cyanobacterium from Balçova, Izmir, Turkey	1 türün izolasyonu ve tanımlaması 16S rRNA analizi uygulanarak yapılmıştır.	Cadirci vd., 2007
Allianoi (Bergama, Türkiye) Termal Suların Mikro Algleri	5 mavi yeşil alg cinsine ait 9 tür	Cirik vd., 2008
İzmir İlinde Bulunan Termal Sularda Gelişen Bazı Termofilik Mavi-Yeşil Alglerin (Siyanobakterilerin) İzolasyonu ve Moleküler Tayini	4 mavi yeşil alg türünün izolasyonu ve tanımlaması 16S rRNA analizi uygulanarak yapılmıştır.	Yüksel vd., 2009
The Preliminary Search Results of Cyanobacteria Flora of Thermal Areas in Sarayköy (Denizli), Turkey	7 mavi yeşil alg cinsine ait 30 tür	Gül vd., 2013

Çalışmaların tamamı Batı Anadolu bölgesinde gerçekleştirilmiş olup, İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde dağılım gösteren termal alg türleri belirlenmemiştir. Hem yurt dışı hem yurt içi çalışmalara bakıldığında, termal sularda mavi yeşil alglerden *Calothrix*, *Cyanothece*, *Mastigocladus*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pleurocapsa*, *Spirulina*, *Symploca*, *Synechococcus*, *Synechocystis* ve kırmızı alglerden *Cyanidium* cinslerine ait türlerin baskın olduğu belirlenmiştir. Şekil 1'de termofilik alglere ait örnekler, Tablo 3'de ise 30 °C su sıcaklığı üzerindeki dağılım gösteren baskın türler gösterilmektedir.



Şekil 1. Termal sularda dağılım gösteren mavi yeşil alg türleri (fotoğraflar: Semra Cirik, İlknur Ak). a. *Oscillatoria princeps* Vaucher ex Gomont, b. *O. jenensis* G.Schmid, c. *Pseudanabaena catenata* Lauterborn, d. *P. lonchoides* Anagnostidis, e. *P. amphigranulata* (Goor) Anagnostidis, f. *Phormidium terebriforme* (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, g. *Kamptomonas formosum* (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek & J. Smarda, h. *Geitlerinema splendidum* (Greville ex Gomont) Anagnostidis, i. *Gloeocapsa quaternata* Kützing, j. *Stigeoclonium tenue* (C. Agardh) Kützing
Figure 1. Blue green algae species which distributed in thermal waters (Photos by Semra Cirik, İlknur Ak)

Tablo 3. Termal sularda dağılım gösteren Mavi Yeşil algler (Arman vd., 2014; Aysel,1992; Brock, 1978; Castenholz, 1969,1976; Cirik vd. 2008, Davis, 1897; Güner, 1967,1970; Thomas ve Gonzalves,1965; Uçay, 2005; Ünal, 1996; Ward vd. 2012).

Table 3. Blue-green algae distributed in thermal waters

Mavi – Yeşil Alg Türleri	Sıcaklık Aralığı (°C)		
<i>Chroococcus dimidiatus</i> (Kützing) Nägeli	50 – 86	<i>K. formosum</i> (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda	30 – 45
<i>C. globosus</i> (Elenkin) Hindák	34 – 42	<i>K. proteus</i> (Skuja) Strunecký, Komárek & J.Smarda	39 – 52
<i>C. macrococcus</i> (Kützing) Rabenhorst	42 – 61	<i>K. animale</i> (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda	30 – 72
<i>C. membraninus</i> (Meneghini) Nägeli	34 -39	<i>Jaaginema quadripunctulatum</i> (Brühl & Biswas) Anagnostidis & Komárek	41,5
<i>C. minor</i> (Kützing) Nägeli	50 – 65	<i>J. geminatum</i> (Schwabe ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	55
<i>C. tenax</i> (Kirchner) Hieronymus	34 – 60,5	<i>J. pseudogeminatum</i> (G.Schmid) Anagnostidis & Komárek	60 – 86
<i>C. turgidus</i> (Kützing) Nägeli	33	<i>Planktothrix rubescens</i> (De Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	30 – 45
<i>C. turgidus</i> var. <i>thermalis</i> (Meneghini) Rabenhorst ex Hansgirg	28 – 50	<i>Phormidium breve</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	41,5 – 50
<i>C. varius</i> A.Braun	50	<i>P. bohneri</i> Schmidle	60
<i>Limnocooccus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová	40 – 50	<i>P. boryanum</i> (Bory ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	39 – 60
<i>Gloeothece palea</i> (Kützing) Nägeli	62	<i>P. africanum</i> f. <i>elongatum</i> Thomas & Gonzalves	58
<i>G. samoensis</i> Wille	50	<i>P. puteale</i> (Montagne ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	40
<i>Aphanocapsa brunnea</i> (A.Baun ex Kützing) Nägeli	41 – 51	<i>P. terebriforme</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	53 – 70
<i>A. thermalis</i> Brügger	55 - 60	<i>P. chlorinum</i> (Kützing ex Gomont) Umezaki & Watanabe	39 – 88
<i>Gloeocapsa quatemata</i> Kützing	60 – 86	<i>P. willei</i> (N.L.Gardner) Anagnostidis & Komárek	43
<i>Anathece clathrata</i> (W.West & G.S.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová	50	<i>P. thwaitesii</i> I.Umezaki & M.Watanabe	30 – 72
<i>Aphanothece saxicola</i> Nägeli	50	<i>Leptolyngbya valderiana</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	57 - 60,5
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kützing	42	<i>L. gelatinosa</i> (Woronichin) Anagnostidis & Komárek	34
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	28 – 43	<i>L. amplivaginata</i> (van Goor) Anagnostidis & Komárek	50
<i>Trypanema indicum</i> Thomas & Gonzalez	52 – 58	<i>L. laminosa</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	57 - 60
<i>Glaucospira laxissima</i> (G.S.West) Simic, Komárek & Dordevic	40 – 50	<i>L. tenuis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	57 - 60
<i>Spirulina major</i> Kützing ex Gomont	35 – 42	<i>L. purpurascens</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	46 – 60
<i>S. laxa</i> G.M.Smith	41,5	<i>L. fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	70 – 60
<i>S. labyrinthiformis</i> Gomont	55 – 60	<i>Planktolyngbya bipunctata</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek	35 – 60
<i>S. subsalsa</i> Oersted ex Gomont	60 – 86	<i>P. limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	60 – 86
<i>S. subtilissima</i> Kützing ex Gomont	60 – 86	<i>P. contorta</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek	39 – 60
<i>S. meneghiniana</i> Zanardini ex Gomont	60 – 86	<i>Lyngbya holsatica</i> var. <i>contorta</i> Thomas & Gonzalves	42
<i>S. major</i> Kützing ex Gomont	60 – 86	<i>L. confervoides</i> C.Agardh ex Gomont	30 – 45
<i>S. tenerrima</i> Kützing ex Gomont	34 – 51	<i>L. conglutinata</i> Kützing ex Gomont	37 – 42
<i>Oscillatoria tuwaensis</i> Thomas & Gonzalves	40	<i>L. meneghiniana</i> Gomont	
<i>O. hamelii</i> f. <i>minor</i> Thomas & Gonzalves	35 – 61	<i>Komvophoron schmidlei</i> (Jaag) Anagnostidis & Komárek	42 – 59
<i>O. princeps</i> Vaucher ex Gomont	42 – 80	<i>Mastigocladus laminosus</i> Cohn ex Kirchner	48 - 64
<i>O. angusta</i> Koppe	29 – 50	<i>Synechococcus lividus</i> J.J.Copeland	58 -74
<i>O. animalis</i> C.Agardh ex Gomont	50 - 55	<i>Cyanobacterium minervae</i> (J.J.Copeland) Komárek, Kopecký & Cepák	60
<i>O. pseudomougeotia</i> Vasishta	29 – 52	<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau	45 – 50
<i>O. tenuis</i> C.Agardh ex Gomont	45 – 47	<i>Pleurocapsa minor</i> Hansgirg	52 – 54
<i>O. curviceps</i> C.Agardh ex Gomont	30 – 45	<i>Symploca thermalis</i> Gomont	46 – 50
<i>O. ucrainica</i> Vladimirova	30 – 72	<i>Calothrix confervicola</i> C.Agardh ex Bornet & Flahault	52 – 54
<i>O. ornata</i> Kützing ex Gomont	30 – 72	<i>C. thermalis</i> Hansgirg ex Bornet & Flahault	39 – 88
<i>O. bonnemaisonii</i> P.Crouan & H.Crouan ex Gomont	30 – 72	<i>C. marchica</i> Lemmermann	39 – 80
<i>O. janus</i> Skuja	30 – 72	<i>Pseudanabaena amphigranulata</i> (Goor) Anagnostidis	60 – 86
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis	38 – 57	<i>P. mucicola</i> (Naumann & Huber-Pestalozzi) Schwabe	34
<i>G. calcuttense</i> (Biswas) Anagnostidis	50 – 88	<i>P. thermalis</i> Anagnostidis	30 – 72
<i>G. splendidum</i> (Greville ex Gomont) Anagnostidis	50	<i>P. galeata</i> Böcher	30 – 72
<i>G. numidicum</i> (Gomont) Anagnostidis	34 – 56	<i>Hormosilla endophytica</i> (Y.-Y.Li) Anagnostidis	30 – 72
<i>Kamptomena okenii</i> (C.Agardh ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda	35 – 60	<i>Mastigocladus laminosus</i> Cohn ex Kirchner	50 – 88

JEOTERMAL KAYNAKLARIN SAĞLIK AMAÇLI KULLANIMI

Tarihçe

Sıcak ve mineralli suların şifalı özellikleri içerdikleri mineral ve radyoaktif maddelerden ileri gelmektedir. Bu nedenle eski çağlardan beri bu kaynaklar tedavi amaçlı kullanılmıştır. Antik dönemlerde özellikle doğal sıcak su kaynaklarına özel önem verilmiştir. Kentler, bu kaynakların çevresine kurularak hastalıkların tedavisi amacı ile özel kaplıcalar inşa edilmiştir (Güdücü, 2012). Kaplıcaların tedavi amaçlı kullanımına yönelik ilk kayıtlarına M.Ö. 1700'lü yıllarda rastlanılmıştır (Smith ve Puczkó, 2009). Yunan medeniyeti M.Ö. 700'ü yıllarda savaşçılara soğuk su banyosu yaptırmaya başlamışken tıbbın babası olarak bilinen Hipokrates (M.Ö. 400) öğrencilerine, hastalıkları güneş, sıcak su ve perhizle tedavi etmeyi öğretmiştir (Erdönmez, 2014). Japonlar "Onsen" olarak isimlendirdikleri kaplıcaları M.Ö. 780 den beri kullanmaktadırlar (Anonim, 2016a; Smith ve Puczkó, 2009). M.Ö. 300 – 600 arasında Persler ise buhar ve çamur banyolarının tedavi edici özelliğinden faydalanmaya başlamışlardır. M.Ö. 200'lü yıllarda Yahudilerin dinsel arınma amacıyla Lut Gölünü kullandıkları ve Tayvan'lıların ise banyolarda masaj tekniklerini (M.Ö. 100) geliştirdikleri bilinmektedir (Crebbin-Bailey vd., 2005). Roma İmparatorluğu döneminde SPA'ya verilen önem artmış ve günümüze kadar gelen tedavi yöntemleri bulunmuştur. Roma kaplıcalarında romatizma ve ürogenital hastalıkların tedavilerinin yapıldığı ve şifalı suların içildiği alanlar haline gelmiştir (Tubergen vd., 2002). M.Ö. I. yüzyılda, döşeme altından sıcak su ile ısıtma sistemleri ve su kemerlerinin bulunması hamamların gelişiminde önemli bir aşama olmuştur (Erdönmez, 2014; Tubergen vd., 2002). Kaplıca kültürünün popüler olduğu dönemde, Roma halkının su tüketimi kişi başına günlük 1400 lt'ye ulaştığı Tubergen vd. (2002) tarafından bildirilmiştir. Roma İmparatorluğunun yıkıldığı M.S. 4 yy ile M.S. 13. yy arasında Avrupa'da termal kaplıca kullanma geleneği ortadan kalkmıştır. 14. yy başlarında Endülüslü Emevilerin etkisinde kalan bölgelerde SPA merkezleri kullanılsa da 16. yy sonlarında İtalyan doktorların termal suların şifa veren özelliklerini anlatan eski Roma parşömenlerini tercüme etmeleriyle tekrar popüler hale gelmiştir (Tubergen vd., 2002; Porter, 1990).

Ülkemiz, 2000-2500 yıllık bir antik dönem tarihi kaplıca kültürüne sahiptir. Türkiye termal su kaynaklarıyla Avrupa'da birinci ve dünyada yedinci sırada yer almaktadır. Türkiye kaplıca suları doğal çıkışı ve bol su verimli, eriyik maden değeri yüksek, kükürt, radon ve tuz bakımından zengin olduğundan termal tedavi açısından etkili özelliklere sahiptir. Anadolu'da ise Selçuklu Türklerinin bu bölgeye yerleşmesiyle birlikte Roma ve Bizans dönemlerinden kalma kaplıcaları İslami anlayışa göre yenilenecek Türk Hamamlarını oluşturmuşlardır (Hemidov, 2012). Osmanlılar da kaplıca kültürü uygulamaya ve topraklarına kattıkları yerlerdeki eski kaplıcaları onararak kullanmaya devam etmişlerdir. Cumhuriyet döneminde kaplıcalara önem verilmiş olup ilk kaplıca tesisi ise 1927 yılında Bursa'da açılmıştır (Ayas, 2010).

Günümüzde Kullanımı

Günümüzde termal sular ve termal turizm dünyanın pek çok ülkesinde önemsenen bir sektör haline gelmiştir. İzlanda, İtalya, Meksika, Yeni Zelanda, Norveç, Japonya ve Amerika gibi ülkelerde kaplıca uygulama alanları çoğalmıştır (Broomley, 2012). Turizme yatırım yapan şirketler büyük şehirlere yakın mesafelerde termal oteller ya da içinde SPA merkezleri bulunan tesisler açılmaktadır (Cirik vd., 2006). Ülkemizde ise "termal turizm" ilk kez 2009 yılında T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından "termomineral su banyosu, içme, inhalasyon, çamur banyosu gibi çeşitli türdeki yöntemlerin yanında, fizik tedavi, rehabilitasyon, egzersiz, psikoterapi, diyet gibi destek tedavilerinin birleştirilmesi ile yapılan kür (tedavi) uygulamaları yanı sıra termal suların eğlence ve rekreasyon amaçlı kullanımı ile meydana gelen turizm türü" olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2016b). Jeotermal ısı potansiyeli açısından Dünya'da 7. Avrupa'da ise 5. Sırada olan ülkemizde termal turizm ile ilgili yatırımlar da hız kazanmıştır (Anonim, 2016c). 2010 yılında kültür ve turizm bakanlığından yatırım ve işletme belgesine sahip tesislerin yatak sayısı 23.553 iken 2015 yılında bu sayı 41.661'e yükselmiştir (Tablo 4) (Anonim, 2016b). 2018 yılında ise termal turizme hizmet veren işletmelerin yatak sayısının 100 bine ulaşması ve 3 milyar USD gelir elde edilmesi hedeflenmiştir (Kaya vd., 2013).

2010 yılı verilerine göre Kültür ve Turizm Bakanlığından termal amacına yönelik olarak (Sağlık Bakanlığınca kür merkezi uygun görülen) turizm yatırım belgesi almış 15, turizm işletme belgesi almış 50 işletme bulunmaktadır (Tablo 4). Yaklaşık olarak 42 tesis ise yerel idare tarafından belgelendirilmiştir (Anonim, 2016d).

Tablo 4. Türkiye'de faaliyet gösteren termal turizm tesisleri ve yatak sayıları (Anonim, 2016d)

Table 4. Thermal tourism facilities and beds in Turkey

Termal Tesisleri	Turizm İşletme	2010		2015	
		Tesis Sayısı	Yatak Kapasitesi	Tesis Sayısı	Yatak Kapasitesi
Turizm İşletme Belgesi	15	50	15.796	64	21.658
Turizm Yatırım Belgesi	15	15	7.757	42	20.003
Toplam		65	23.553	106	41.661

SONUÇ

Termal sularda bulunan birçok mikro alg türü içerdikleri; pigment ve glikolipid gibi bileşikler nedeniyle sağlık için faydalıdır. Bünyelerinde bulunan antioksidan bileşikler metabolizma sırasında oluşan serbest radikallerle mücadelede önemli bir yer tutmaktadır (Baytaşoğlu ve Başusta, 2015). Yeşil alglerden *Haematococcus pluvialis*'ten elde edilen astaksantin pigmenti Alzheimer ve Parkinson hastalıklarının tedavileri ile üriner sistemde oluşabilen kanserleri engellediği bilinmektedir (Çelikel vd., 2006). Ayrıca, mavi yeşil alglerde baskın halde bulunan fikosiyanın pigmentinin bağışıklık sistemini uyardığı, antioksidan, antiviral, anti inflamatuvar, antikanser ve kolesterol

düşürücü etkileri olduğu Eriksen (2008) tarafından bildirilmiştir. Termal tesislerde yapılan banyo uygulamalarında kullanılan çamurların içerisinde ise anti inflamatuvar ve anti oksidan özelliklere sahip olan mavi yeşil alg türlerinin varlığı uygulamaların başarısını arttırmaktadır. Bu nedenle kaplıcalar romatizma şikâyeti olan birçok hastanın tedavisinde kullanılmaktadır.

Ülkemiz termal sular bakımından önemli bir zenginliğe sahiptir. Termalizm; bir yandan insan sağlığı, diğer yandan eğlence ve rekreasyon imkanları olarak anlaşılmalı, bu iki unsur birlikte düşünülmelidir. Kaplıcalarda algler, mineraller ve sulardaki çamurdan gelen sağlık söz konusu olunca; hazırlanan bakım paketleri vücudun ihtiyaç duyduğu tüm mineralleri karşılamaktadır. Ilıcalarda şifalı sular, içme kürleri, çamur banyoları; bel fıtığı, romatizma ve sinir bozukluğuna kadar birbirinden çok farklı rahatsızlıklarda yararlı olmakta, cildi yumuşatıp sağlığa kavuşturmaktadır.

Bir litresinde en az 1 gr eriyik halde mineral madde veya karbondioksit gazı bulduran sıcak mineralli sular olarak

tanımlanan ılıcalarda; içme, inhalasyon ve banyo kürleri uygulanarak birçok hastalığın tedavisi gerçekleştirilmektedir (Dirisu, 1952). Ayrıca, günlük yaşantının getirdiği stres ve yorgunluklardan uzak bir kaplıca ortamı; kişide fiziksel, bedensel, ruh sağlığını koruma ve iyileştirmek, ağrısız günlük yaşam için de ideal bir ortam oluşturmaktadır. Kaplıcalarda uygulanan içme, inhalasyon (soluma) ve banyo gibi tedavi kürleri ile bireyin bedensel ve ruhsal acıdan iyileştirilmesi, kan dolaşımı ve sindirim sisteminin düzenlenmesi, romatizmal hastalıkların tedavisi, kas aktivitelerinin artırılması, toksinlerin vücuttan atılması, cilt dokusunun iyileştirilmesi mümkün olmaktadır.

Toplum sağlığı ve ülke ekonomisine katkıları göz önünde bulundurularak termal suların yapısı ve bu sulara yaşayan canlı grupların şifalı oluşunda ne gibi katkıları olduğu araştırılmalıdır. Jeolojik yapısı itibarıyla termal kaynaklar bakımında çok sayıda kaplıcası bulunan ülkemizde, detaylı mikro flora envanterinin oluşturulması ve metabolitlerin belirlenmesi bu kaynakların etkin kullanılmasında yararlı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Abed, R.M.M., Dobretsov, S. & Sudesh, K. (2008). Applications of cyanobacteria in biotechnology. *Journal of Applied Microbiology*, 106: 1 – 12. doi: [10.1111/j.1365-2672.2008.03918.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2008.03918.x)
- Anonim (2016a). Onsen. Retrieved from <https://tr.wikipedia.org/wiki/Onsen> (17.05.2016)
- Anonim (2016b). T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, Türkiye'de sağlık ve termal Turizm Retrieved from <http://www.ktyatirimisiletmeler.gov.tr/TR,11479/turkiyede-saglik-vetermal-turizm.html> (19.05.2016)
- Anonim (2016c). Jeotermal Enerjinin Türkiye'deki ve dünyadaki önemi. Retrieved from <http://www.jeotermalvakfi.org.tr/jeonem.html> (16.05.2016)
- Anonim (2016d). T.C. Kültür ve turizm bakanlığı Konaklama Verileri. Retrieved from <http://www.kultur.gov.tr/TR,72489/konaklama-verileri.html> (20.07.2016)
- Anonim (2017). Balçova termal otel, Suyumuz. Retrieved from <http://www.balcovatermal.com/Kaplica.aspx?id=2> (11.02.2017)
- Arman, M., Riahi, H., Yousefzadi, M., Sonboli, A. (2014). Floristic study on Cyanophyta of three hot springs of Hormozgan Province, Iran. *Iranian Journal of Botany*, 20(2): 240 -247.
- Armenante, A., Granata, I., Maresca, B. & Porta, A. (2009). Therapeutic mud and Cyanobacteria. *Pharmacologyonline*, 2: 836 – 845.
- Ayas, N. (2010). Turizm pazarlaması çerçevesinde termal turizm, kültür ve turizm bakanlığı. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları Genel Müdürlüğü. Uzmanlık Tezi. (pp:27 – 29).
- Aysel, V., Çelik, A., Yayıntaş, A., Gezerler, U.Ş. (1992). Zonguldak İliksu Kaplıcası Alg Florası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*. 9 (33 – 36): 72 – 82.
- Baytaşoğlu, H. & Başusta, N. (2015). Deniz Canlılarının Tıp ve Eczacılık Alanlarında Kullanılması. *Yunus Araştırma Bülteni*. 2: 71 – 80. doi: [10.17693/yunus.68862](https://doi.org/10.17693/yunus.68862)
- Brock, T.D. (1973). Lower pH limit for the existence of blue-green algae: evolutionary and ecological implications. *Science*, 179:480–483. doi: [10.1126/science.179.4072.480](https://doi.org/10.1126/science.179.4072.480)
- Brock, T.D. (1978). *Thermophilic Microorganisms and Life at High Temperatures*. New York: Springer Verlag. doi: [10.1007/978-1-4612-6284-8](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-6284-8)
- Broomley, C. (2012). *Geothermal Energy, Annual Report 2010*. International Energy Agency Implementing Agreement for Cooperation in Geothermal Research and Technology. p: 299
- Cadirci, B.H., Tuney, I., Yasa, I., Sukatar, A. & Gokcen, G. (2007). Isolation and Identification of a Thermophilic Cyanobacterium from Balçova, Izmir, Turkey. 38th CIESM Congress 9-13 April 2007 Istanbul-Turkey.
- Castenholz, R.W. (1969). Thermophilic Blue-Green Algae and the Thermal Environment. *Bacteriological Reviews*, 33(4): 476 – 504.
- Castenholz, R.W. (1976). *Effect of sulfide on blue green algae of hot springs. II. Yellowstone Park*. Microbial Ecology Series No:3.
- Cirik, S., Ak, İ. & Cirik, Y. (2008). Alliano (Bergama, Türkiye) Termal Suların Mikro Algleri. III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, İzmir.
- Cirik, S., Ak, İ. & Turan, G. (2006). Mikroalgler ve Termalizim. Ulusal Limnoloji Çalıştayı. Sinop.
- Cirik, S. & Gökpınar, Ş. (2008). *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:47, Ders Kitabı Dizin No: 19, Bornova, İzmir.
- Cirik, S. & Cirik, S. (2011). *Su Bitkileri I (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi, Ekolojisi, Yetiştirme Teknikleri)*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:58, Ders Kitabı Dizin No.26, Bornova, İzmir.
- Christensen, B.E., Kjosbakken, J. & Smidsrod, O. (1985). Partial chemical and physical characterization of two extracellular polysaccharides produced by marine periphytic *Pseudomonas* sp. Strain NCMB 2021. *Applied and Environmental Microbiology*, 50: 837–845.
- Cohen, Y., Jørgensen, B.B., Revsbech, N.P. & Poplawski, R. (1986). Adaptation to hydrogen sulfide of oxygenic and anoxygenic photosynthesis among cyanobacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 51: 398–407.
- Crebbin-Bailey, J., Harcup, J., & Harrington, J. (2005). *The spa book. The official guide to spa therapy*. London: Cengage Learning EMEA.
- Croutier, A.L. (1992). *Taking the waters: spirit, art, sensuality*. New York: Abbeville Publishing Group.
- Çelikel, N., Kırık, Ö., Gönç, S. & Kavas, G. (2006). Mikroalglerin gıdada Renk verici madde (Pigment) kaynağı olarak kullanımı, Türkiye 9. Gıda kongresi. 24 – 26 Mayıs 2016. Bolu p:447
- Davis, B.M. (1897). The vegetation of the hot springs of Yellowstone park. *Science New Series*, 6(135) :145-157.

- Dirisu, N.Ş. (1952). İdroloji. İçme ve Kaplıca Tedavisi. Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Yayınları No:28, Ankara, p:5 – 15
- Erdönmez, H. (2014). Türkiye'de bulunan Kaplıcalar ve İlgin Kaplıcasının Tarihi Gelişimi. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Uşak. p:2 – 6.
- Eriksen, N.T. (2008). Production of phycocyanin – a pigment with applications in biology, biotechnology, foods and medicine. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 80:1-14. doi: [10.1007/s00253-008-1542-y](https://doi.org/10.1007/s00253-008-1542-y)
- Güdücü, H. (2012). Jeotermal Turizmde Türkiye'deki Antik Kentler. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları Genel Müdürlüğü. Uzmanlık Tezi. p: 3 – 5.
- Gül, Ö., Düsen, O. & Erdogan, H. (2013). The Preliminary Search Results of Cyanobacteria Flora of Thermal Areas in Saray Köy (Denizli) Turkey, 1st International Conference on Environmental Science and Technology, 18 – 21 Juna 2013, Nevşehir, Turkey.
- Güner, H. (1966). *Pamukkale Termal Suyunun Mikroflorası*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlimi Raporları Serisi, No:31. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Güner, H. (1967). Ege Bölgesi Termal Suların Alg Vegetasyonu ile İlgili ön gözlemler. V. Türk Biyoloji Kongresi Tebliğleri. 10 – 15 Temmuz 1967. pp: 69 – 78.
- Güner, H. (1970). *Ege Bölgesi Kaplıca ve Maden Sularının Alg Vegetasyonu ile İlgili İnceleme*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlimi Raporları Serisi No:99. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Hemidov, G.H. (2012). Avrupa'nın Termal Turizme olan talep analizi ve Türkiye'nin Pazardaki Payı: Haymana ve Balçova Örneği. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları Genel Müdürlüğü. Uzmanlık Tezi. p: 27 – 28.
- Hill, D., Keenan, T., Helm, R., Potts, M., Crowe, L. & Crowe, J. (1997). Extracellular polysaccharide of *Nostoc commune* (cyanobacteria) inhibits fusion of membrane vesicles during desiccation. *Journal of Applied Phycology*, 9: 237–248. doi: [10.1023/A:1007965229567](https://doi.org/10.1023/A:1007965229567)
- Inman, O.L. (1940). Studies on the Chlorophyll and photosynthesis of thermal algae from Yellowstone national park, California and Nevada. *Journal of General Physiology* 23(6): 661 – 666.
- İbret, B.Ü. (2007). Türkiye'de yeni gelişen bir termal turizm merkezi: Çavundur kaplıcası. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 18(12): 135-164.
- Kaya, S., Yıldırım, H.H., Karsavuran, S. & Özer, Ö. (2013). Türkiye Medikal Turizm değerlendirme raporu. T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Sağlık ve Turizm Daire Başkanlığı, Pozitif Matbaa. Ankara.
- Meeks, J.C. & Castenholz, R.W. (1978). Photosynthetic properties of the extreme thermophile *Synechococcus lividus* – I. I. Effect of temperature on fluorescence and enhancement of CO₂ assimilation. *Journal of Thermal Biology*, 3(1): 11 – 18. doi: [10.1016/0306-4565\(78\)90030-X](https://doi.org/10.1016/0306-4565(78)90030-X)
- Meinesz, A. (2010). *Yaşam Nasıl Başladı – Evrimin Üç Kökeni*. Ankara, ODTÜ Yayıncılık.
- Mongillo, M.A., Broomley, C.J., & Rybach, L. (2010). IEA Geothermal Implementing Agreement- International Efforts to Promote Global Sustainable Geothermal Development and Help Mitigate Climate Change. Proceedings World Geothermal Congress, Bali, Indonesia, 25-29 April 2010.
- Mutlu, H. (1993). Gazlıgöl (Afyon) termal ve maden sularının jeokimyasal özelliklerine jeotermometre uygulamalar. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 50: 1 – 7.
- Öztürk Ulçay, S., Öztürk, M., Kurt, O., Taşkın, E., Öztürk, M. (2007). Dikili İlçesi (İzmir) kaplıcalarında yayılış gösteren thermal Cyanophyceae (Mavi-Yeşil alg) türleri. *Türk Sucul Yaşam Dergisi* 5 – 8: 371 – 378.
- Porter, R. (1990). The medical History of waters and spas. Introduction. *Med. Hist. Suppl.* 10:7-12. doi: [10.1017/S0025727300055058](https://doi.org/10.1017/S0025727300055058)
- Schüßler, A., Meyer, T., Gehrig, H. & Kluge, M. (1997). Variations of lectin binding sites in extracellular glycoconjugates during the life cycle of *Nostoc punctiforme*, a potentially endosymbiotic cyanobacterium. *European Journal of Phycology*, 32: 233–239. doi: [10.1080/09670269710001737159](https://doi.org/10.1080/09670269710001737159)
- Seckbach, J. (1994). The first eukaryotic cells – acid hot-spring algae. *J. Biol. Phys.* 20: 335–345. doi: [10.1007/BF00700452](https://doi.org/10.1007/BF00700452)
- Seckbach, J. (1996). *Biological aspects of the origin of life: Open questions in eukaryogenesis*. Eds: Chela-Flores, J., Raulin, F., in: *Chemical Evolution: Physics of the Origin and Evolution of Life* (pp: 197-213). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. doi: [10.1007/978-94-009-1712-5_17](https://doi.org/10.1007/978-94-009-1712-5_17)
- Seckbach, J. & Oren, A. (2007). *Oxygenic, photosynthetic microorganisms in extreme environments*. Ed: Seckbach, J., in: *Algae and Cyanobacteria in Extreme Environments* (pp: 3-25). Springer. Netherlands, Dordrecht. doi: [10.1007/978-1-4020-6112-7_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6112-7_1)
- Smith, M. & Puczkó, L. (2009). *Health and Wellness Tourism*. Elsevier. New York.
- Stal L. (2002). *Cyanobacterial Mats and Stromatolites*. Eds: Whitton, B.A., Potts, M., in: *The Ecology of Cyanobacteria: Diversity in time and space*. Springer, Netherlands, Dordrecht. doi: [10.1007/0-306-46855-7_4](https://doi.org/10.1007/0-306-46855-7_4)
- T.C. Resmi Gazete (2007) Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, Kanunun No: 5686. Kabul Tarihi: 03.06.2007.
- Tamaru, Y., Takani, Y., Yoshida, T. & Sakamoto, T. (2005). Crucial role of extracellular polysaccharides in desiccation and freezing tolerance in the terrestrial cyanobacterium *Nostoc commune*. *Applied and Environmental Microbiology*, 71: 7327–7333. doi: [10.1128/AEM.71.11.7327-7333.2005](https://doi.org/10.1128/AEM.71.11.7327-7333.2005)
- Tarkan, Ş. (2000). Urganlı Kaplıcaları (Turgutlu – Manisa) Alg Populasyonunun İncelenmesi ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Bornova, İzmir
- Thomas, J. & Gonzalves, E.A. (1965). Thermal Algae of Western India. V. Algae of the hot springs at Tuwa. *Hydrobiologia*, 26 (1): 41 -54. doi: [10.1007/BF00142252](https://doi.org/10.1007/BF00142252)
- Tubergen, A. V., Linden & S. V.der. (2002). A brief History of spa therapy. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 61: 273-275. doi: [10.1136/ard.61.3.273](https://doi.org/10.1136/ard.61.3.273)
- Ulçay, S.Ö. (2005). Manisa ili ve Çevresinde Kaplıcalarda Yayılış gösteren mavi-yeşil alg türleri. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi. Muradiye, Manisa.
- Ünal, T. (1996). İzmir Balçova (Agamemnon) Kaplıcası Mikroskobik ve Makroskobik Alg Florası. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilimi dalı. Yüksek Lisans Tezi. Bornova, İzmir.
- Yüksel, K., Demirel, Z., Koçyiğit, A. & Sukatar, A. (2009). İzmir İlinde Bulunan Termal Sularda Gelişen Bazı Termofilik Mavi-Yeşil Alglerin (Siyanobakterilerin) İzolasyonu ve Moleküler Tayini. *Su Ürünleri Dergisi*. 26(4): 267 – 270. doi: [10.12714/egejfas.2009.26.4.5000156556](https://doi.org/10.12714/egejfas.2009.26.4.5000156556)
- Ward, D.M., Castenholz, R.W. & Miller, S.R. (2012). *Cyanobacteria in Geothermal Habitats*. Eds: Whitton, B.A., In: *Ecology of Cyanobacteria II. Their Diversity in Space and Time* (pp:37 -59). Springer. Netherlands, Dordrecht.