

Su Ürünleri Dergisi	Cilt No.18/1	Özel Sayı	87 - 100	İzmir – Bornova 2001
J.Fish.Aquat.Sci.	Vol.18/1	Suppl.	87 - 100	İzmir – Bornova 2001

Farklı Besiyeri Ortamlarında Mikroalg Kültürü Üzerine Bir Araştırma

Şükran Dere¹ Ayşe Elmacı² Didem Karacaoğlu¹ Nurhayat Dalkıran¹

¹Uludağ Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bursa, Türkiye.

²Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye.

Abstract : *A Research to Microalgae Cultures from Different Media.* Water and soil samples collected from three different habitats were inoculated four different liquid (BG 11, AA, CHU and Allen) and three different solid (BG 11, CHU and Allen) media. The inoculated media were incubated at 20 °C in Heraeus Plant-Growth Chamber HPS 500 and illuminated at 155µE/m².s on a 12:12 h light:dark (L:D) cycle.

After the incubation periods, we showed that number of dominated algae taxa were different in the case of using liquid or solid media. We found that filamentous *Cyanobacteria* members were grown well in solid media like BG 11 and CHU media. However diatoms were grown well especially in CHU solid medium. *Chlorella pyrenoidosa* Chick. was grown better in CHU liquid and solid media than BG 11 solid medium. *Scenedesmus* species were grown well in all used media while they were grown best in AA liquid medium.

Key Words : Culture, Microalgae, Liquid media, Solid media, different habitats

Özet : Üç farklı habittattan toplanan toprak ve su örnekleri dört farklı sıvı (BG 11, AA, CHU ve Allen) ve üç farklı katı (BG 11, CHU ve Allen) besiyerine aşılanmışlardır. Aşılanan ortamlar 20 °C'de Heraeus HPS 500 İklim Dolabında, 155µE/m².s aydınlatmada 12:12 saat aydınlık:karanlık (L:D) döngüsünde inkübe edilmişlerdir.

İnkübasyon periyodu sonunda dominant alg taksonlarının sayısının katı veya sıvı besiyeri ortamlarında farklı olduğu tespit edilmiştir. İpliksi *Cyanobacteria* üyeleri BG 11 ve CHU gibi katı besiyerlerinde iyi büyüme göstermiştir. Bununla birlikte, diyotomelerin özellikle CHU katı besiyerinde iyi üreme gösterdiği tespit edilmiştir. *Chlorella pyrenoidosa* Chick., CHU katı ve sıvı besiyerlerinde BG 11 katı besiyerine göre daha iyi büyüme göstermiştir. *Scenedesmus* türleri ise kullanılan tüm besiyerlerinde iyi büyüme göstermekle birlikte en iyi üreme AA sıvı besiyerinde oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler : Kültür, Mikroalg, Sıvı kültür, Katı kültür, farklı habitatlar

DİPNOT : Bu çalışma Uludağ Üniversitesi Araştırma fonunun 98/34 nolu araştırma projesinin katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Giriş

Mikroalgler, içerdikleri maddelerden ve besin içeriklerinden dolayı yaygın ticari kullanıma sahiptirler (Ogbonna ve diğ. 1997, Borowitzka 1987, Janelt ve diğ. 1997). Araştırmalar devam ettikçe mikroalglerin önemli birçok özellikleri keşfedilmekte ve biyoteknoloji açısından önem kazanmaya devam etmektedirler. Antimikrobiyal, antiviral, antineoplastik, fibrinolitik, antikoagülant vb. özelliklerinin olması farmakolojik özelliklerinin araştırılmasına hız kazandırmıştır (Cannell 1990). Son yıllarda üzerinde durulan bir diğer konu ise alglerin biyoapsorbsiyon karakteristiklerinin araştırılmasıdır (Çetinkaya Dönmez ve diğ. 1999). Ekonomik önemlerinin dışında mikroalgler birçok çalışmada araştırma materyali olarak da kullanılmaktadır (Li ve diğ. 1997, Veldhuis ve diğ. 2001). Alglerin ürettikleri kimyasal maddelerin ekstre edilebilmesi ve ticari kullanıma sahip türlerin üretilmesi için kütle kültürlerinin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle izolasyon prosedürü sonunda izole edilen mikroalglerin kültürlerinin devamlılığında, uygun besiyeri ortamlarının kullanılması oldukça önemlidir.

Yapılan kültür araştırmaları incelendiğinde, aynı türe ait suşların bile farklı besiyeri ortamlarında üretildikleri gözlenmiştir. Bu sonuç, farklı habitatlardan izole edilen mikroalglerin farklı fizyolojik, genetik ve ekolojik özelliklerinin olduğu göz önüne alınırca pek de şaşırtıcı bir durum değildir. Alg kültür koleksiyonlarının devamlılığının sağlandığı UTEX ve CCMP gibi merkezlerde bulunan, izolasyonda ve kültür devamlılığında kullanılan kültür ortamlarının farklı olması bir diğer dikkat çekici durumdur. Castenholz (1988)

izolasyonu amaçlanan *Cyanobacteria*'ların ihtiyaç duydukları özellikler bilinmiyorsa, o türün izolasyonunda çeşitli kültür ortamlarının denenerek uygun bir kültür ortamı tespit etmenin yararlı olacağını ifade etmektedir. Bu durumun diğer alg divizyoları için de geçerli olduğu açıktır. Bu doğrultuda, farklı habitatlardan izole edilen alg suşlarının hangi besiyeri ortamında daha iyi üreme gösterdiğinin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Uluabat gölü, Uludağ Üniversitesi Ziraat Göleti ve Kültürpark havuzundan alınan örnekler bir litrelik plastik kaplara konularak laboratuara getirilmiştir. Uludağ Üniversitesi kampüs alanından toplanan 100g toprak örneği 1lt saf su ile sulandırılarak uygun sıcaklıkta ve ışık alan bir ortamda bir hafta bekletilerek toprak alglerinin çoğalması sağlanmıştır.

Dört farklı örnekten 1'er ml alınarak her biri %1 agar ile katılaştırılmış BG 11, Allen ve CHU katı besiyerlerine ekilmiş (Allen 1968, Rippka 1988) ve tüm besiyeri üzerine yayılmıştır. Yine 1'er ml su örneği BG 11, Allen, AA ve CHU sıvı besiyerlerine aşılanmıştır. Dört farklı numuneden 10'ar ml örnek küçük şişelere aktarılarak I-KI (lugol) çözeltisi ile tespit edilmiş, katı ve sıvı besiyerlerine ne kadar örnek aşılandığının tespiti için Prior marka Inverted sayım mikroskopunda Sedwick-Rafter sayım kamarası kullanılarak sayım yapılmıştır.

Katı ve sıvı besiyerleri 20°C'de Heraeus HPS 500 iklim dolabında, 155µE/m².s aydınlatmada 12:12 saat aydınlık:karanlık (L:D) periyodunda inkübe edilmişlerdir. Bir ay sonunda agar üzerinde belirginleşen tüm farklı koloniler öze

Farklı Besiyeri Ortamlarında Mikroalg Kültürü Üzerine Bir Araştırma

yardımı ile alınarak tekrar katı besiyerlerine ekilmiştir (Rippka 1988). Sıvı besiyerlerinden 10'ar ml örnek küçük şişelere aktarılarak I-KI (lugol) çözeltisi ile tespit edilmiştir. Farklı besiyeri ortamlarında alg taksonlarının üremelerini karşılaştırmak amacıyla Sedwick-Rafter sayım kamarasında sayım yapılmıştır. Sayımlar üçer kez tekrar edilerek ortalamaları alınmış, ml'deki organizma sayısı hesaplanmıştır.

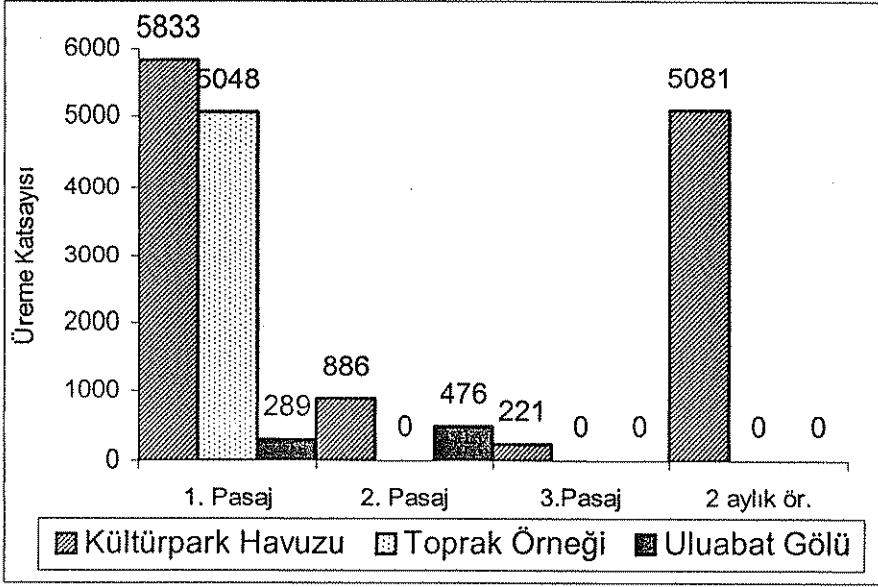
İzolasyonu gerçekleştirilen alglerin teşhislerinde Hustedt (1930), Bourrelly (1966, 1968, 1970), Prescott (1973), Compere (1974), Patrick ve Reimer (1966, 1975), Findlay ve Kling'ten (1979) yararlanılmıştır. Teşhisler Prior marka ışık mikroskopunda yapılmıştır.

Bulgular

Yapılan çalışma sonucunda katı ve sıvı besiyerlerinde üreme gösteren taksonların tercih ettikleri besiyerleri belirlenmiştir. En iyi üreme gösteren taksonların *Chlamydomonas* sp., *Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus* sp. gibi

Chlorophyta üyeleri ile *Oscillatoria* sp. ve *Pseudanabaena catenata* gibi iplikli *Cyanobacteria* üyeleri oldukları tespit edilmiştir. Diyatomelerden ise geniş ekolojik toleranslı *Nitzschia palea*'nın yanında *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Amphora ovalis* gibi diyatomelerin üredikleri gözlenmiştir.

Belirgin üreme gösteren en önemli türlerden biri olan *Scenedesmus obliquus* toprak örneği, Uluabat Gölü ve Kültürpark havuzundan alınan örneklerde tespit edilmiştir. Bu tür Kültürpark örneğinde AA besiyerinde 1. pasajda üremiş, 2. ve 3. pasajlarda sayısında azalma olmuştur (Şekil 1). Ancak aynı besiyeri içinde iki ay bekledikten sonra üremesinde artış gözlenmiştir. *S. obliquus*'un toprak suyu 1. pasajda üremiş, diğer pasajlarda ürememiştir. Uluabat gölünden ekilen suş ise 2. pasajda 1. pasaja oranla iki kat artış göstermiştir. Bu nedenle AA sıvı besiyerinin *S. obliquus*'un stok kültürünün devamlılığında uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

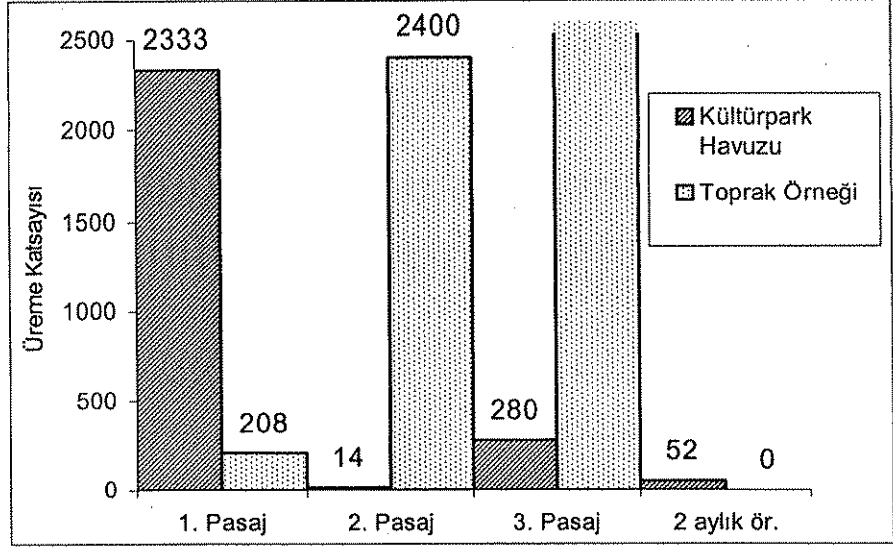


Şekil 1. AA Sıvı Besiyerinde *S. obliquus*'un Üç Suşunun Üremesi

S. obliquus'un toprak suşu, BG11 sıvı besiyerinde 2. pasajda önemli ölçüde üreme gösterirken, aynı besiyerinde iki ay bekleddikten sonra türün ortadan kalktığı gözlenmiştir (Şekil 2). Ancak Kültürpark havuzundan alınarak BG11 sıvı besiyerine ekilen suşun 2. pasajda 1. pasaja oranla

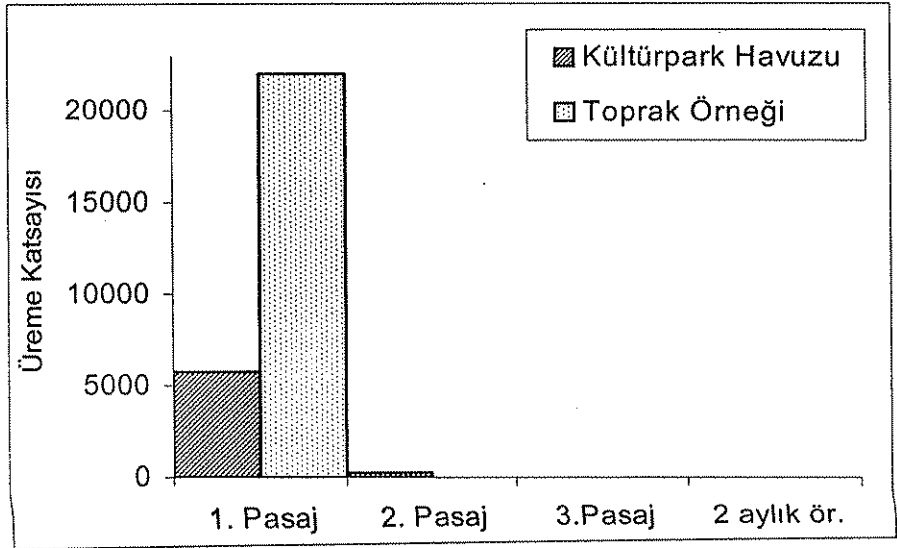
sayısında belirgin bir azalma olması (166 kat), ancak 3. pasajda tekrar artış göstermesi dikkat çekmiştir. İkinci pasajda *S. obliquus* ile birlikte ortamda *Chlorella pyrenoidosa*'nın bulunduğu tespit edilmiş, ancak üçüncü pasajda bu türün ortamdaki yok olduğu gözlenmiştir.

Farklı Besiyeri Ortamlarında Mikroalg Kültürü Üzerine Bir Araştırma



Şekil 2. BG 11 Sıvı Besiyerinde *S. obliquus*'un İki Suşunun Üremesi

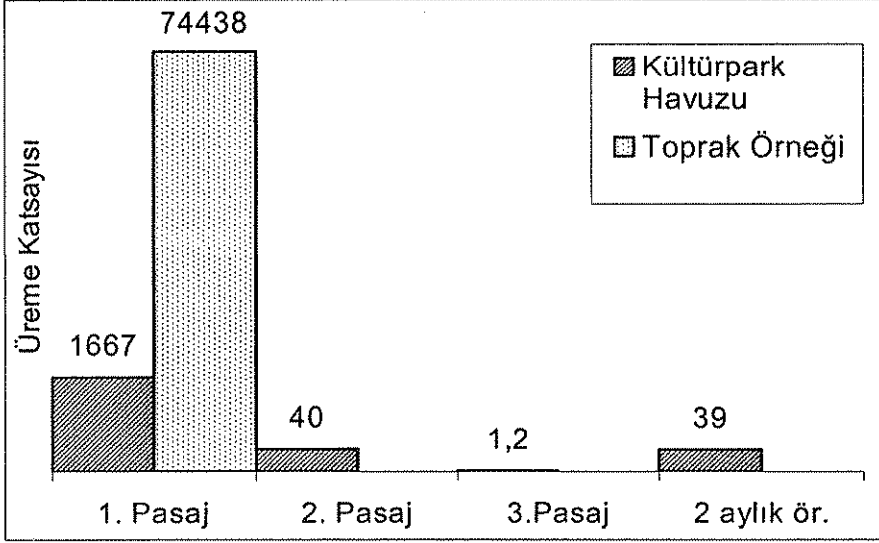
CHU sıvı besiyerine ekilen *S. obliquus* hücrelerinin 1. pasajda belirgin artış gösterdiği, diğer pasajlarda sayısında azalma olduğu, 3. pasajda hiç üremediği tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. CHU Sıvı Besiyerinde *S. obliquus*'un İki Suşunun Üremesi

S. obliquus'un toprak suşu sadece 1. pasajda üreme göstermiştir. Kültürpark havuzu örneğinde ise *S. obliquus*'un kademeli azaldığı gözlenmiştir. *S. obliquus*'un her iki suşunun da BG11 ve

Allen katı besiyerlerinde ürettiği tespit edilmekle birlikte, sıvı besiyerlerinde katı besiyerlerine oranla daha iyi ürettiği gözlenmiştir (Şekil 4).

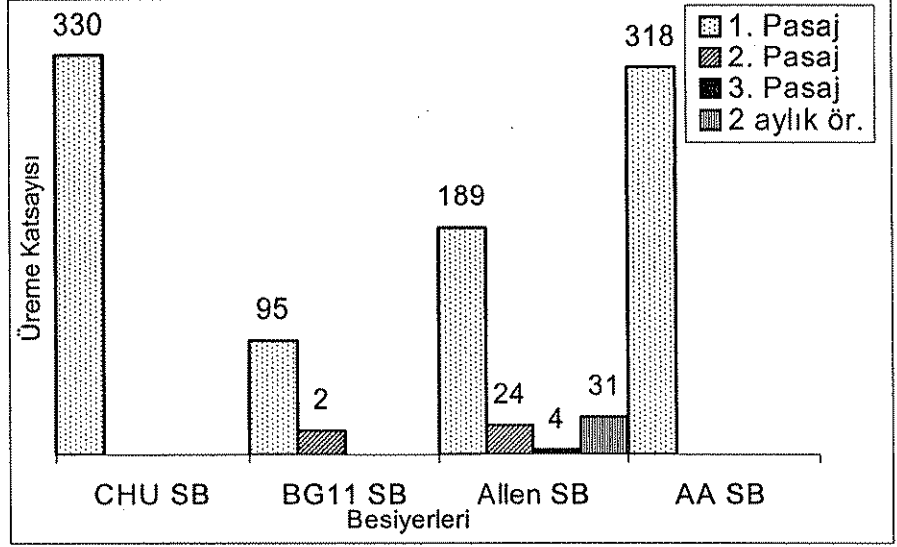


Şekil 4. Allen Sıvı Besiyerinde *S. obliquus*'un İki Suşunun Üremesi

Besiyerlerinde üreme gösteren bir diğer *Scenedesmus* türü olan *S. quadricauda*'nın AA sıvı besiyerinde birinci pasajdan üçüncü pasaja doğru giderek azalma gösterdiği tespit edilirken, BG 11 katı besiyerinde iyi üreme gösterdiği tespit edilmiştir. *S. arceatus*'un ise AA sıvı besiyerinde ilk pasajda hiç üremediği, ancak ikinci pasajda ürettiği tespit edilmiştir. Hiçbir *Scenedesmus* türünün CHU sıvı besiyerinde üremediği, sadece *Scenedesmus* sp.'nin CHU katı besiyerinde ürettiği gözlenmiştir.

Kültürpark havuzundan alınan örnekte dominant organizma olan *Oocystis pusilla*'nın (ml'de 1850 organizma) 1. pasajdan sonra ekildiği dört sıvı besiyerinde ya üreme katsayısı giderek azalmış ya da yok olmuştur (Şekil 5). Fakat iki ay beklemeden sonra Allen sıvı besiyerinde az da olsa üreme göstermesi dikkat çekmiştir. Bu tür, katı besiyerlerinde hiç üreme göstermemiştir.

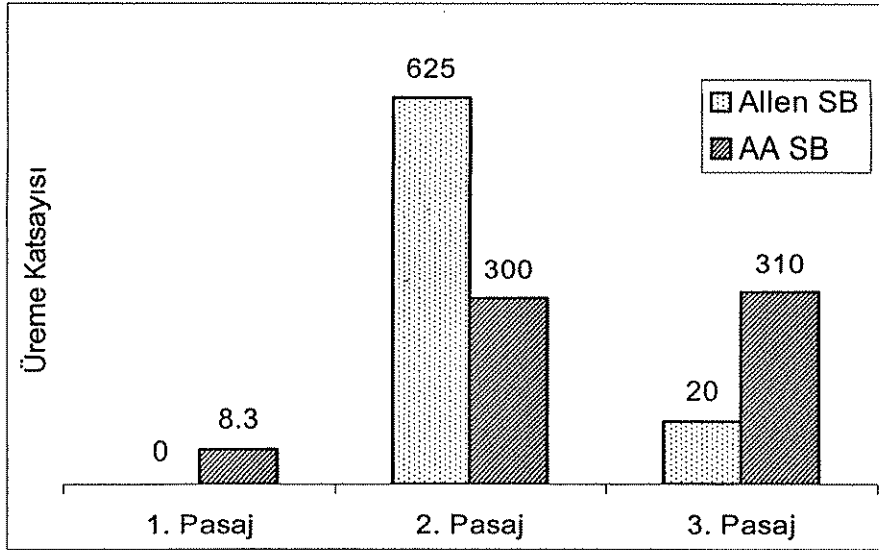
Farklı Besiyeri Ortamlarında Mikroalg Kültürü Üzerine Bir Araştırma



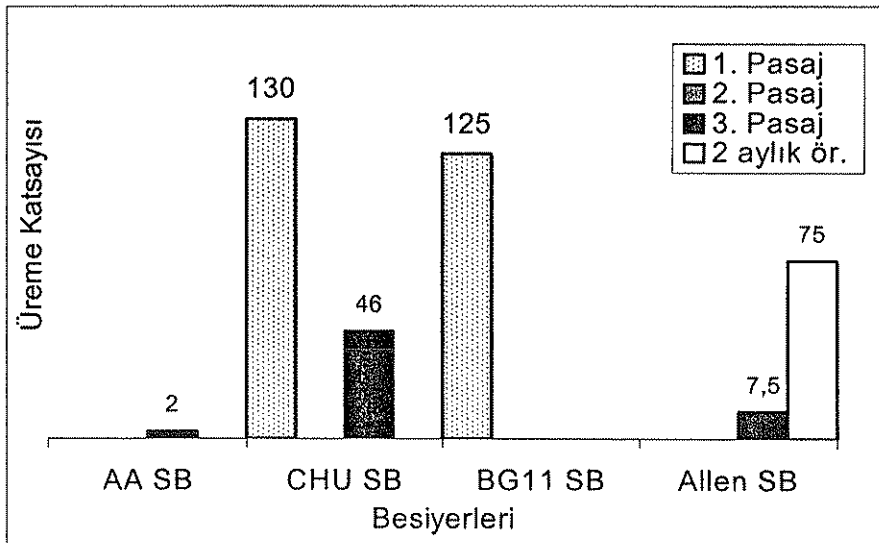
Şekil 5. *O. pusilla*'nın Sıvı Besiyerlerindeki Durumu (Kültürpark Havuzu)

Chlamydomonas sp.'nin üç farklı suşunun tüm besiyerlerinde farklı pasajlarda değişik oranlarda ürediği tespit edilmiştir (Şekil 6, 7, 8). *Chlamydomonas* sp.'nin Allen ve CHU katı besiyerlerinde, sıvı besiyerlerine oranla daha iyi ürediği tespit edilmiştir. *Chlamydomonas* sp.'nin CHU katı besiyerinde üreyen hücrelerinin

kamçılı ve hareketli, kolonilerin renginin yeşil olduğu tespit edilirken, Allen katı besiyerinde çoğalan hücrelerin kamçısız ve hareketsiz olduğu, hücrelerin üreme fazında kaldığı (müsilaj içinde 2-4 hücre), kolonilerin renginin ise sarımsı yeşil olduğu belirlenmiştir.

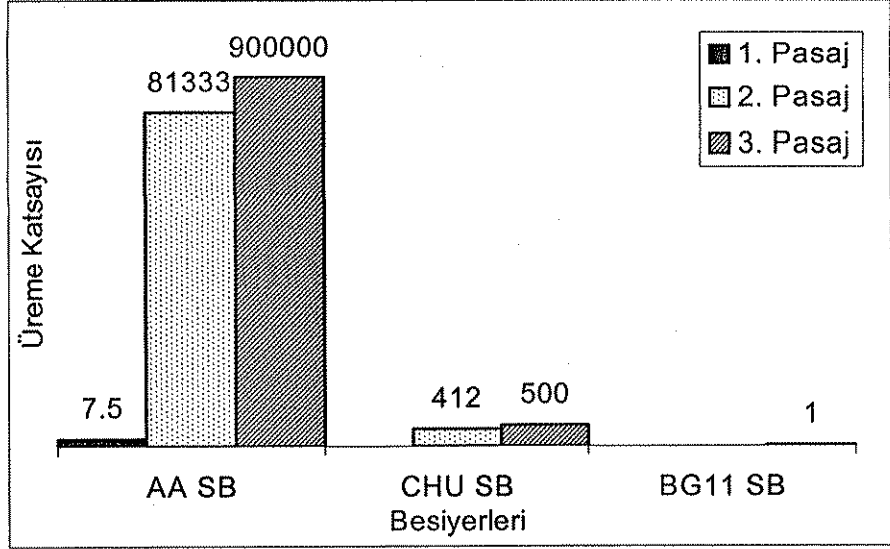


Şekil 6. *Chlamydomonas* sp'nin İki Farklı Besiyerinde Üreme Durumu (Ziraat Göleti Örneği)



Şekil 7. *Chlamydomonas* sp'nin Dört Farklı Besiyerinde Üreme Durumu (Kültürpark Havuzu Örneği)

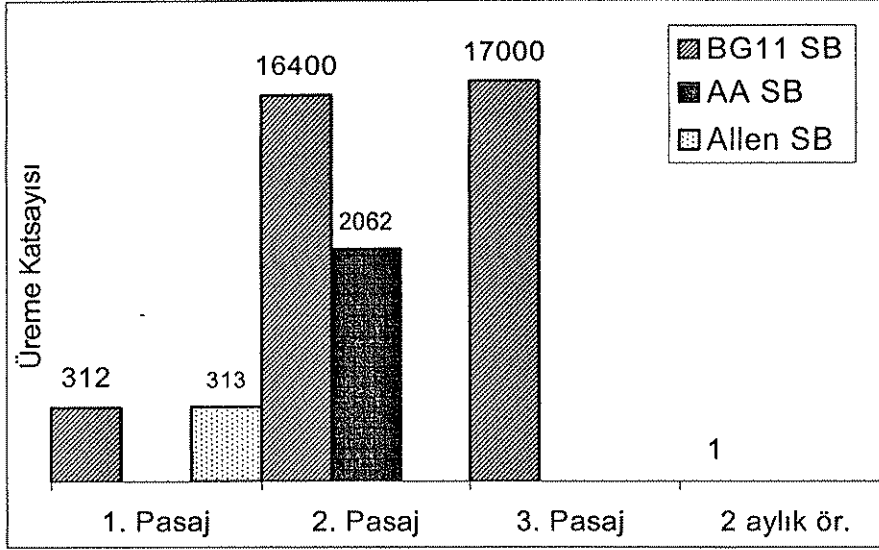
Farklı Besiyeri Ortamlarında Mikroalg Kültürü Üzerine Bir Araştırma



Şekil 8. *Chlamydomonas* sp.'nin Dört Farklı Besiyerinde Üreme Durumu (Toprak Örneği)

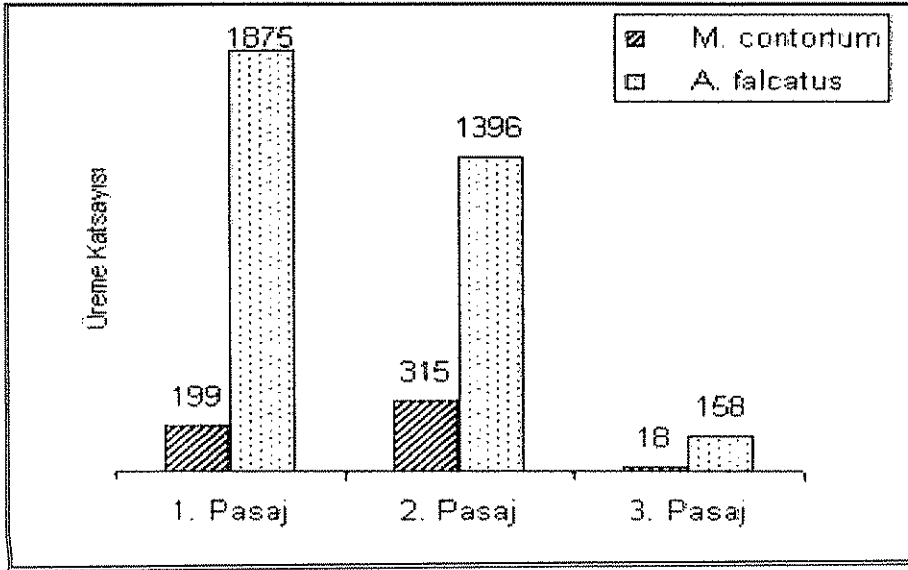
Oldukça hızlı çoğalma gösteren türlerden biri olan *Chlorella pyrenoidosa*'nın toprak suşu en fazla BG 11 sıvı besiyerinde üremiş, ayrıca AA sıvı besiyerinde de ikinci pasajda üreme göstermiştir. Aynı türün Kültürpark havuzu örneğinin BG 11 sıvı besiyerinde 2. pasajda ürediği gözlenmiştir. BG 11 ve CHU katı besiyerinde çoğalan *C. pyrenoidosa*'nın CHU katı besiyerinde BG 11 katı besiyerine oranla daha iyi üreme gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 9).

Prof. Dr. Tufan KORAY
Ege Üniversitesi,
Kampüs PTT, P.K. 24,
35100, Bornova, İZMİR.



Şekil 9. *C. pyrenoidosa*'nın Üç Farklı Besiyerinde Üreme Durumu (Toprak Örneği)

Chlorophyta üyelerinden *Monoraphidium contortum* ve *Ankistrodesmus falcatus* sadece Allen besiyerinde üreme göstermişlerdir (Şekil 10).



Şekil 10. *M. contortum* ve *A. falcatus*'un Allen Sıvı Besiyerindeki Üremesi (Ziraat Göleti)

Farklı Besiyeri Ortamlarında Mikroalg Kültürü Üzerine Bir Araştırma

İpliksi *Cyanobacteria* üyeleri genellikle bentik karakterli oldukları için katı besiyerlerinde daha iyi üreme göstermişlerdir. *Oscillatoria limnetica*'nın AA sıvı besiyerinde ikinci pasajda birinci pasaja oranla sayısında artışlar olduğu tespit edilmiş, bu tür BG 11 ve Allen katı besiyerlerinde de üreme göstermiştir. Bir diğer ipliksi tür olan *Lyngbya epiphytica* sadece CHU sıvı besiyerinde ve BG 11 katı besiyerinde üremiştir. *Oscillatoria quadripunctulata*'nın Allen ve BG 11 katı besiyerlerinde, *O. granulata*'nın Allen katı besiyerinde, *Pseudanabaena catenata*'nın BG 11 katı besiyerinde ürediği tespit edilmiştir.

Diyatomelerin ise CHU katı besiyerinde devamlı, BG 11 ve Allen katı besiyerlerinde daha az oranda üreme gösterdikleri tespit edilmiştir. Üreme gösteren diyatomelelerin hem içinde silis olmayan BG 11 katı besiyerinde, hem de CHU ve Allen gibi yapısında silis bulunan besiyerlerinde ikinci pasajda üredikleri gözlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Çalışmamız sonunda dört farklı sıvı ve üç farklı katı besiyerinde üreme gösteren alglerin üredikleri en uygun besiyeri tespit edilmiştir. En fazla üreme gösteren türlerden biri olan *Chlorella pyrenoidosa*, ekilen tüm besiyerlerinde üreme göstermiştir. Ogbonna ve diğ. (1997), yaptıkları çalışmada *C. pyrenoidosa*'yı Basal Mediumda üretmişlerdir. *Chlamydomonas* tür ve suşlarının birçok kültür koleksiyonu merkezinde, içinde toprak ekstraktı veya pepton gibi maddeler içeren besiyerlerinde üretildiği dikkat çekici olmuştur. Laliberte ve Noue (1993), *Chlamydomonas* türlerinin nütrientçe zengin besiyeri ortamlarında ürediklerini ve geniş oranda farklı organik bileşikleri kullanma yeteneğinde

olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda *Chlamydomonas* sp.'nin AA gibi yüksek fosfat içeren ve CHU gibi zengin bir besiyeri ortamında üremesi Laliberte ve Noue'yi doğrular niteliktedir.

Castenholz (1988), tüm *Cyanobacteria* için uygun, mükemmel bir besiyerinin mevcut olmadığını ifade etmekte ve besiyeri ortamlarının elde edilmek istenen türün özelliklerine ve çalışmanın amacına göre değiştiğini belirtmektedir. Çalışmamız sonunda bu ifadenin sadece *Cyanobacteria*'lar için değil, tüm algler için geçerli olduğu görülmüştür.

BG 11 besiyerinde gerçekleştirilen izolasyon çalışmaları oldukça başarılı olmaktadır. Castenholz (1988), BG11 besiyerinin *Cyanobacteria*'ların izolasyonunda kullanılan üniversal bir besiyeri olduğunu ifade etmektedir. Çetinkaya Dönmez ve diğ. (1999), gerçekleştirdikleri izolasyon çalışmasında BG 11, BG 12, CB ve BG 13 olmak üzere 4 farklı sıvı besiyeri kullanmışlar, ancak 6 farklı *Cyanobacteria* taksonunu BG 11 sıvı besiyerinden izole etmeyi başarmışlardır.

Atıcı ve diğ. (2001) çalışmalarında BG 11 katı besiyerini kullanarak *Cyanobacteria*'ya ait 6, *Chlorophyta*'ya ait 3 ve *Bacillariophyta*'ya ait 4 takson izole etmişlerdir. Çalışmamızda da BG 11 katı ve sıvı besiyerlerinde *Cyanobacteria*'nın yanında *Chlorophyta* ve *Bacillariophyta* üyeleri de üreme göstermişlerdir. Rippka (1988) BG 11 besiyerinin nitrat konsantrasyonunun on kat fazla olmasının bazen çok iyi sonuçlar verdiğini ifade etmektedir. Bu sonuçlar ve bizim bulgularımız ökaryotik alglerin izolasyonunda ve kültür devamlılığında BG 11 besiyerinin uygun olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda dikkat çeken bir diğer besiyeri ise AA sıvı besiyeri olmuştur. Özellikle *Chlamydomonas* sp., *S. obliquus* gibi taksonların AA sıvı besiyerindeki üreme başarısı dikkat çekici olmuştur. Rippka (1988), AA besiyerinin deneysel çalışmalarda iyi büyüme oranı ve yüksek ürün eldesi nedeni ile uygun bir besiyeri olduğunu bildirmiş, ancak yüksek fosfat içeriğinden dolayı bazı *Cyanobacteria*'ların bu besiyerine tolerans gösteremediğini ifade etmiştir. Gerçekten de bu besiyerinde *Cyanobacteria*'lardan *Oscillatoria limnetica* dışında üreme gösteren taksonun olmaması bu durumu kanıtlar doğrultudadır. Ancak bulgularımız AA besiyerinin *Cyanobacteria* üyeleri kadar *Chlorophyta* üyeleri için de uygun bir besiyeri olduğunu kanıtlamaktadır.

Çalışmamızda dört farklı *Scenedesmus* taksonunun farklı katı ve sıvı besiyerlerinde üredikleri gözlenmiştir. Özellikle *S. obliquus*'un iki suşunun AA ve CHU sıvı besiyerlerindeki üremeleri karşılaştırılmış, her iki suşun da BG 11 sıvı besiyerinde aynı oranda üredikleri tespit edilmiştir. AA sıvı besiyerinde ise toprak suşunun üreme açısından daha başarılı olduğu görülmüştür.

Kültürpark havuzundan alınarak BG 11 sıvı besiyerine ekilen *Scenedesmus obliquus*'un, ikinci pasajda birinci pasaja oranla sayısında belirgin bir azalma olmuş (166 kat), ancak üçüncü pasajda tekrar artış göstermiştir. İkinci pasajda *S. obliquus* ile birlikte ortamda *Chlorella pyrenoidosa*'nın bulunduğu tespit edilmiş, ancak üçüncü pasajda bu türün ortamdaki yok olduğu belirlenmiştir. *S. obliquus*'un Kültürpark Havuzu örneğinde ikinci pasajda azalmasının sebebi olarak

Chlorella pyrenoidosa'nın ortamda bulunmasının ve türler arası rekabetin etkili olduğu düşüncesindeyiz. Gerçekten de Taub ve Dollar adlı araştırmacılar, aksenik *Daphnia* kültüründe besin olarak kullandıkları *Chlorella pyrenoidosa*'nın *Daphnia* için toksik olduğunu tespit etmişlerdir (Round 1984). Çalışmamızda elde edilen *Chlorella pyrenoidosa* suşunun toksik etkisinin olup olmadığı, araştırılması gereken bir konudur.

Bununla birlikte *Chlorella* türleri yüksek vitamin ve protein içeriklerinden dolayı ticari olarak birçok gelişmiş ülkede üretilmektedir (Ogbonna ve diğ. 1997). *Chlorella*'nın ticari kullanımının sebeplerinden bir diğeri ise kısa zamanda yüksek ürün elde edilmesindedir. Lee ve Low adlı araştırmacılar çalışmalarında *C. pyrenoidosa*'yı 3.64 g. L⁻¹.g⁻¹'de üretmeyi başarmışlardır (Borowitzka 1997).

Üreme gösteren diyatomelelerin ise BG 11 gibi içinde silis olmayan bir besiyerinde sadece ikinci pasajlarda üremeleri dikkat çekici olmuştur. Diyatomelelerin CHU ve Allen gibi yapısında silis bulunan besiyerlerinde de ikinci pasajda çoğaldıkları gözlenmiştir. Bu bulgu diyatomelelerin üremeleri için *Cyanophyta* ve *Chlorophyta*'ya oranla daha fazla süreye ihtiyaç duyduklarını ve daha zor ürediklerini göstermektedir.

Sonuç olarak aynı genusa ait farklı türlerin, hatta aynı türe ait farklı suşların farklı besiyerlerinde üredikleri göz önüne alındığında, izole edilmeye ve kütle kültürleri yapılmaya çalışılan türlerin mümkün olduğunca farklı katı ve sıvı besiyerlerine ekilmesinin başarıyı arttıracağı ortaya çıkmaktadır.

Farklı Besiyeri Ortamlarında Mikroalg Kültürü Üzerine Bir Araştırma

Kaynakça

- Allen M.M. 1968. Simple conditions for growth of unicellular blue-green algae on plates. *J. Phycol.* 4:1-4.
- Atıcı, T., O. Obalı, C. Akköz and A. Elmacı. 2001. Isolation and Identification of Halophytic Algae from Salty Soil Around Salt Lake of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* 4(3):298-300.
- Borowitzka, M.A. 1997. Microalgae for aquaculture: Opportunities and constraints. *Journal of Applied Phycology.* 9:393-401.
- Bourelly, P. 1966. *Les Algues D'eau Douce Initiation a la Systematique, Tome I. Les Algues Vertes.* 572p.
- Bourelly, P. 1968. *Les Algues D'eau Douce Initiation a la Systematique, Tome II. Les Algues Jaunes et Brunes, Chrysophycees, Phaeophycees, Xanthophycees et Diatomees.* 438p.
- Bourelly, P. 1970. *Les Algues D'eau Douce Initiation a la Systematique, Tome III. Les Algues Bleues et Rouges, Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines.* 512p.
- Cannell, R.J.P. 1990. *Algal Biotechnology. Applied Biochemistry and Biotechnology.* 85-105.
- Castenholz, R.W. 1988. *Culturing Methods for Cyanobacteria. Methods in Enzimology.* 167:68-93.
- Compere, P. 1974. *Algues de la Region du Lac Tchad II-Cyanophycees. Cah. O.R.S.T.O.M. ser. Hydrobiol.. vol. VIII. No ¼ : 165-198.*
- Çetinkaya Dönmez, G., A. Elmacı, O. Obalı, A. Öztürk and L. Çakmakçı. 1999. Isolation and Abundance of Unicellular Cyanobacteria from Mosquito Development Coast. *Tr. J. of Biology.* 23:451-456.
- Findlay, D.L. and H.J. Kling. 1979. *A Species List and Pictorial Reference to the Phytoplankton of Central and Northern Canada. Part I-II. 12th. Manuscript report from the Western Region.* 619p.
- Hustedt, F. 1930. *Bacillariophyta (Diatomeae) Die Suswasser Flora Mitteleuropas,* 10 Ed., A. Pascher, Germany. 468p.
- Janelt, G., P. Bolt, N. Gerbsch, R. Buchholz and M.G. Cho. 1997. The lamellar settler – a low- cost alternative for separating the microalga *Chlorella vulgaris* from a cultivation broth? *Appl Microbiol Biotechnol.* 48:6-10.
- Laliberte, G. and Joel de la Noue. 1993. Auto-, Hetero-, and Mixotrophic Growth of *Chlamydomonas humicola (Chlorophyceae)* on Acetate. *J. Phycol.* 29:612-620.

Ş. Dere, A. Elmact, D. Karacaoğlu, N. Dalkıran

- Li, R., M. Watanabe and M. M. Watanabe. 1997. Akinete Formation in Planktonic *Anabaena* spp. (Cyanobacteria) by Treatment with Low Temperature. *J. Phycol.* 33:576-584.
- Ogbonna J.C., H. Masui and H. Tanaka. 1997. Sequential heterotrophic/autotrophic cultivation – An Efficient Method of Producing *Chlorella* Biomass for Health Food and Animal Feed. *J. of Applied Phycology.* 9:359-366.
- Patrick, R. and C. Reimer. 1966. The Diatoms of the United States Exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. I. Pennsylvania. 688p.
- Patrick, R. and C. Reimer. 1975. The Diatoms of the United States Exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. II. Part I. Pennsylvania. 213p.
- Prescott, G.W. 1973. *Algae of the Western Great Lakes Area.* Fifth Printing, Iowa. 977p.
- Rippka, R. 1988. Isolation and Purification of *Cyanobacteria*. *Methods in Enzimology.* 167: 3-27.
- Round, F.E. 1984. *The Ecology of Algae.* Cambridge University Press. U.S.A. 653 p.
- Veldhuis, M.J.W., G.W. Kraay and K.R. Timmermans. 2001. Cell Death in Phytoplankton; Correlation Between Changes in Membrane Permeability, Photocynthetic Activitiy, Pigmentation and Growth. *Eur. J. Phycol.* 36(2):167-177.