

Türkiye Ege Bölgesi İklim Koşullarında Açık Hava Kültürleri İçin Uygun *Spirulina platensis* (Stiz.) Geitl, 1930 Suşunun Tespiti

Meltem Conk Dalay¹, Semra Cirik², Edis Kuru²

¹ Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Böl. Bornova, İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Böl. Bornova, İzmir, Türkiye

Abstract: *Determining the Most Available Spirulina platensis (Stiz.) Geitl, Strain for Outdoor Cultures in the Climatic Conditions of the Aegean Region of Turkey.* In this study, 3 different strains of *Spirulina platensis*, which has been used in food, medicine, and cosmetic industry is an algae grown commercially in the world, were; *S. platensis*-Tulear strain (Madagascar) Africa, *S. platensis*- Parachas variety (Peru) South America, *S. platensis*-M2 variety (Chad) Africa. These strains were cultured in outdoor tanks in the period of May and November 1998. Their growing terms till harvesting, resistance against passing to the mortality phase and contamination, their harvesting facilities have been compared. At the end of the study it was determined that M2 strain had shown the best growth and resistance. Although *Chlorella* was seen the most obvious organism which caused contamination in *Spirulina* cultures, it was determined that the M2 strain was the most resistant one against *Chlorella* contamination. In addition, when compared to others, M2 was the most thermotolerant strain and the one which would adapt best to the climatic conditions of the Aegean Region of Turkey. M2 was followed by the Parachas strain and Tulear was found to be the weakest.

Key words: *Spirulina platensis* strains, Aegean Region, outdoor cultures.

Özet: Bu çalışmada; gıda, ilaç, boya ve kozmetik sanayiinde kullanılan ve dünyada ticari olarak üretilen bir alg olan *Spirulina platensis*'in 3 farklı suşu kullanılmıştır. Bunlar; *S. platensis* -Tulear suşu (Madagaskar) Afrika, *S. platensis*- Parachas suşu (Peru) Güney Amerika, *S. platensis* M2 suşu (Chad) Afrika dır. Bu suşlar, Mayıs-Kasım 1998 ayları arasında açık hava havuzlarında kültüre alınmış ve hasat dönemine kadar büyümeleri, ölüm fazına geçişte gösterdikleri direnç, kontaminasyona karşı dayanıklılıkları ve hasat kolaylıkları bakımından karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda en iyi büyüme gösteren ve en dirençli suşun M2 suşu olduğu saptanmıştır. *Spirulina* kültürlerinde en fazla kontaminasyon oluşturan alg *Chlorella* olmakla birlikte M2 suşunun *Chlorella* kontaminasyonu bakımından da en dirençli suş olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *S. platensis* M2 suşunun diğerleri ile karşılaştırıldığında en termotolerant suş olduğu ve Türkiye- Ege Bölgesi iklim koşullarına diğer suşlara oranla daha iyi uyum sağladığı görülmüştür. M2 suşunu Parachas suşu takip etmiş, Tulear suşu ise en dayanıksız suş olarak bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: *Spirulina platensis* suşları, Ege bölgesi, Açık hava kültürleri.

Giriş

Spirulina, dünyada biyo ürünlerin ve sağlıklı gıdaların gündeme geldiği son yıllarda kullanıma girmiş olmakla birlikte çok eski yıllardan beri gıda olarak tüketilen bir mikro algdır. İspanyol tarihçi

Hernandez, 1513 de yazdığı kitabında Texcoco gölü kıyısında yaşayan Aztekler'in "tekuilat" adını verdikleri *Spirulina*'yı besin olarak kullandıklarını bildirmiştir (Ortega, 1972). 1940 yılında Dangerad, Çad Gölü'nün kuzey kıyısında yaşayan insanların gölden topladıkları

Spirulina algini yiyecek olarak kullandıklarını bildirmiştir. 1959 yılında Brandily, yaptığı gözlem ve araştırmalarında Kadjidi kabilesinin Çad gölünde çok yoğun bulunan *Spirulina* alginden elde ettikleri yeşilimsi unu yiyeceklerine kattıklarını ve bu nedenle diğer bölgelerde yaşayan yerlilere göre daha uzun boylu ve sağlıklı olduklarını bildirmiştir (Cirik, 1989). Bilimsel çalışmalar ise 1962 yılında Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü'nün yayınladığı çarpıcı bilgiden sonra oluşmuştur. Bültende araştırmacılar, laboratuvarlarında ürettikleri *Spirulina* da yaptıkları analizler sonucunda algde %60-70 oranında protein tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Sonraları NASA, uzay araştırmalarında kullanmak üzere besin tabletleri yapmak için konuyu sahiplenmiştir. Bu tarihten sonra çalışmalar, üretim kapasitesini artırma ve kullanım alanlarını geliştirme yolunda hız kazanmıştır (Fox, 1983).

1995 kayıtlarına göre dünyada alg üreten 276 ticari işletme vardır. Bunlardan 68'i *Spirulina* üretmektedir. Amerika'da Kalifornia bölgesindeki bir çiftlikte yılda 400 ton kuru *Spirulina* üretilmektedir (Seshadri ve Umesh, 1992).

Türkiye, iklim koşulları bakımından *Spirulina* kültürü için elverişli koşullara sahiptir (Conk-Dalay, 1997). Bu çalışma, Türkiye'de açık hava şartlarında *Spirulina* alginin yoğun kültürü üzerine yapılan ilk denemedir. Araştırmanın amacı, ticari öneme sahip olan ve dünyanın çeşitli yerlerinde üretimi yapılan suşlardan Ege bölgesi iklim koşulları için en elverişli suşu tespit etmektir.

Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan mikro alg, Cyanophyceae sınıfından, Oscillatoriales ordosundan, Oscillatoriaceae familyasına ait *Spirulina platensis*'dir. Bu algin değişik ortamlardan izole edilmiş, Türkiye koşullarına uygun olabilecek 3

farklı suşu kullanılmıştır. Bunlar; *S. platensis* - Tulear suşu (Madagaskar) Afrika, *S. platensis*- Parachas suşu (Peru) Güney Amerika, *S. platensis* M2 suşu (Chad) Afrika dır. Çalışmada kullanılan suşlar, saf kültür olarak Fransa'dan ACMA (Associaton pour Combatre la Malnutrition par Algoculture) laboratuvarından Dr. Ripley D. Fox'un koleksiyonundan temin edilmiştir. Ortam olarak *Spirulina*'nın sentetik kültür ortamı olan Zarrouk ortamı kullanılmıştır.

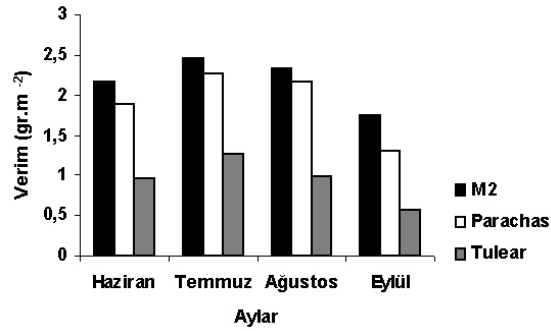
Çalışma, E. Ü. Su ürünleri fakültesi Urla ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Ön çalışma, 1997 yılında yapılmış, 1998 yılında ise tekrar edilmiştir. Çalışmada önce sera içinde 1x1 boyutlarında 80 cm. yüksekliğinde olan polyster tanklar kullanılmış burada yoğunlaştırılan kültürler, 2x2 m boyutlarında, 70 cm yüksekliğinde daha büyük polyster tanklara alınmıştır. Tankların iç yüzeyi, sıcaklığın artırılması amacı ile siyah naylonla kaplanmıştır. Tankların üzeri, sıcaklığın artırılması için şeffaf naylonla örtülmüştür. Çalışma boyunca günlük olarak sıcaklık, pH ve su yüksekliği ölçülmüş, buharlaşmadan kaynaklanan kayıplar ilave edilmiştir. Çalışma periyodu, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarını kapsamaktadır. 10 lt.'lik hacime kadar laboratuvar şartlarında çoğaltılmış 3 ayrı suşa ait saf kültürler, kültür ortamı ile dilue edilerek aynı hücre konsantrasyonuna getirilmiştir. Kültürlere 50 cm su yüksekliğine ve 800 lt su hacmine ulaşana kadar ortam ilavesi yapılmış, bu sürede suşların büyüme hızları izlenmiştir. Büyüme hızı (k) şu formülle hesaplanmıştır $k = 1/(t_1 - t_0) \cdot \log_2 (x_1/x_0)$ formüldeki t, zamanı x ise hücre sayısını ifade etmektedir.

Bulgular

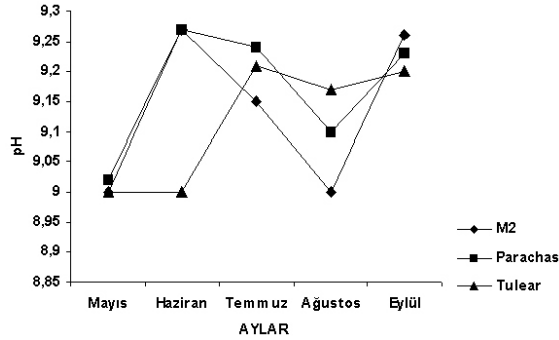
S. platensis kültürleri, Mayıs ayı sonuna kadar sera koşullarındaki tanklarda tutulmuş, daha sonra açık havada bulunan

tanklara alınmıştır. Kültürler, 6×10^6 filament l^{-1} konsantrasyonuna ulaştıktan sonra Haziran ayı başından itibaren günlük olarak hasat edilmeye başlamıştır. Hasat başlangıcına kadar ortam ilavesi yapılmıştır. Buna bağlı olarak biomas artışı da bu dönemde daha yüksek olarak

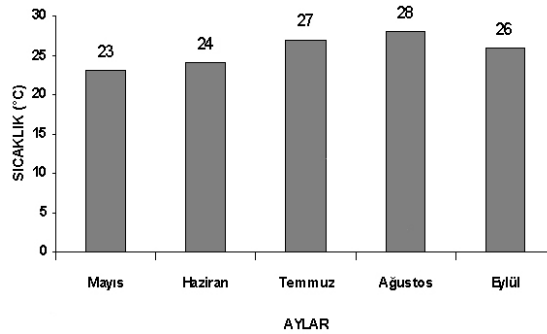
görülmektedir. 1'de üç farklı suşdan elde edilen verimin aylara göre dağılımı görülmektedir. Şekil 2 'de 3 farklı suşun kültür ortamlarındaki pH değerleri. Şekil 3'de ise aylara göre ortalama sıcaklık değişimleri görülmektedir.



Şekil 1. *S. platensis*'in 3 farklı suşundan elde edilen aylık verim.



Şekil 2. *S. platensis*'in 3 farklı suşun kültür ortamlarındaki pH değerleri.



Şekil 3. *S. platensis*'in 3 farklı suşunun kültür ortamlarında aylara göre ortalama sıcaklık değişimleri.

Büyümeyi ifade eden k değerleri bakımından; Chad gölü orijinli *S. platensis* M2 suşunda maksimum k değeri :2.40, minimum k değeri: 0.23 ve ortalama k değeri: 1.78 olarak bulunmuştur. Parachas gölü orijinli *S. platensis* suşunda maksimum k değeri: 2.05, minimum k değeri: -1.29 ve ortalama k değeri: 1.26 olarak bulunmuştur. Tulear gölü orijinli *S. platensis* suşunda ise maksimum k değeri :1.46, minimum k değeri: -1.23 ve ortalama k değeri, 0.67 olarak bulunmuştur.

Mayıs ayında kültürlere ortam artırması yapılmış ve hasata başlanmamıştır. Hasat için kültürlerin 6.10^6 filament lt^{-1} yoğunluğa ulaşması beklenmiş ve Haziran ayı başından itibaren tüm kültürler yaklaşık aynı yoğunluğa ulaştıktan sonra hasat yapılmıştır. Elde edilen verim, aylık ortalama verim, *S. platensis* M2 suşunda, $2.17 kg.m^{-2}$, *S. platensis* Parachas suşunda, $1.91 kg. m^{-2}$, *S. platensis* Tulear suşunda ise $0.93 kg/m^2$ olarak saptanmıştır. En yüksek verim, her üç suşda da Temmuz ayında elde edilmiş ve *S. platensis* M2 suşunda, $2.45 kg. m^{-2}$, *S. platensis* Parachas suşunda, $2.27 kg. m^{-2}$, *S. platensis* Tulear suşunda ise $1.25 kg. m^{-2}$ olarak saptanmıştır. Minimum verim ise tüm suşlarda Eylül ayında alınmış ve *S. platensis* M2 suşunda, $1.75 kg. m^{-2}$, *S. platensis* Parachas suşunda, $1.31 kg. m^{-2}$, *S. platensis* Tulear suşunda ise $0.56 kg. m^{-2}$ olarak saptanmıştır. Mayıs ayında kültür ortamında yüksek oranda nutrient olmasına rağmen sıcaklığın yeterli olmayışı ve gece-gündüz farkının belirgin olması, verimi düşüren en belirgin faktördür. Temmuz ayında sıcaklıkların artması ile verim en yüksek düzeye ulaşmıştır. Ağustos ayında ise sıcaklık yüksek olmakla birlikte ortamdaki besin maddesi Temmuz ayına oranla daha az olduğu için verim, Temmuz ayına oranla biraz daha düşmüştür. Eylül ayında ise hem havaların serinlemesi hem de besin maddesi azlığı nedeni ile verim en düşük

düzeyle ulaşmıştır.

Deney süresi boyunca *S. platensis* Parachas suşu, M2 suşuna yakın gelişim göstermiş olmakla birlikte Sıcaklıklarda düşüş olduğu ve gece-gündüz farklarının belirginleştiği Eylül ayında Parachas suşunda verimin düştüğü görülmektedir. *S. platensis* Tulear suşu ise diğer iki suş oranla daha az gelişim göstermiştir. Bu suşun kültürlerinde *Chlorella* algi kontaminasyonu olmuş, bu kontaminasyon, Temmuz ayında 25×10^4 hücre ml^{-1} , Ağustos ayında 3×10^6 hücre ml^{-1} iken Eylül ayında 15×10^6 hücre ml^{-1} ye yükselmiştir. *Chlorella* kontaminasyonu, Parachas suşu kültürlerinde de görülmüş fakat 1×10^5 hücre ml^{-1} in üzerine çıkmamıştır. M2 suşu kültürlerinde ise hiçbir *Chlorella* kontaminasyonuna rastlanmamıştır. Biomasın dış etkenlerle sarsılmasının en belirgin sonucu, Tular suşunda yüksek oranda, Parachas suşunda ise az miktarda görülen *Chlorella* kontaminasyonudur. Aynı besin tuzlarına ortak olan bir diğer algin ortamda üremesi, Tulear ve Parachas suşlarının özellikle Eylül ayında verimin düşmesinde kısmen etkili olmuştur.

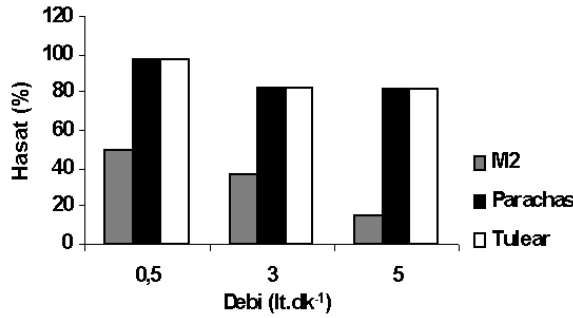
Hasat kolaylığı bakımından karşılaştırıldığında ise M2 suşu düz filament özelliği nedeni ile spiral filament özellikteki Parachas ve Tulear suşlarından daha zor hasat edilmektedir. Plankton bezinin göz aralıklarından daha kolay geçtiği için birbirine takılarak kolayca hasat olan spiral filamentler kadar hasat kolaylığı yoktur. Kültürün plankton bezinden geçme debisi arttıkça algin hasat oranı düşmektedir. Şekil 4'de $150 \mu m.$, Şekil 5'de ise $30 \mu m.$ lik plankton bezi ile $0.5 lt.dk.^{-1}$, $3 lt.dk.^{-1}$ ve $5 lt.dk.^{-1}$ debilerle *Spirulina* suşlarının süzülme oranları görülmektedir.

Tartışma ve Sonuç

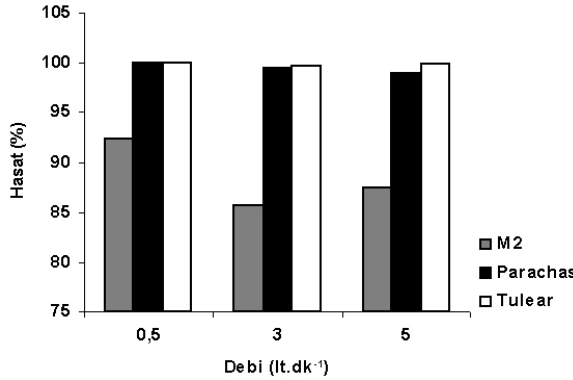
S. platensis türünün 3 farklı gölden izole edilmiş olan ve birbirinden farklı

özellikler gösteren 3 farklı suşu üretim kolaylıkları bakımından karşılaştırılacak olursa *S. platensis* M2 suşunun diğerlerine göre daha dayanıklı olduğu görülmektedir. Çad gölünden izole edilmiş bu suş, en eski izole edilmiş suş olup uzun yıllar kültüre alınması sonucu mutasyona

uğramış ve düzleşmiştir. Bununla birlikte kontaminasyona karşı dayanıklı güçlü bir populasyon oluşturması, sıcaklık değişikliklerine karşı toleranslı oluşu ve daha hızlı çoğalması, spiral yapıdaki Parachas ve Tulear suşlarına oranla avantajlı yönleridir.



Şekil 4. 150 µm'lik plankton bezi ile 0.5 Lt.dk⁻¹, 3 Lt.dk⁻¹ ve 5 Lt.dk⁻¹ debilerle dökülen kültürlerde *S. platensis* suşlarının süzülme oranları.



Şekil 5. 30 µm'lik plankton bezi ile 0.5 Lt dk⁻¹, 3lt dk⁻¹ ve 5 Lt dk⁻¹ debilerle dökülen kültürlerde *S. platensis* suşlarının süzülme oranları.

Bir algin kültüründe aranan kolaylıklar arasında kolay üretilmesi, sıcaklık değişimlerine toleranslı olması ve güçlü bir populasyon oluşturarak kontamine olmaması kadar kolay hasat edilebilmesi de önem taşır. *S. platensis* M2 suşunun spiral suşlarla karşılaştırıldığında dezavantajı, hasat zorluğudur. Spiral filamentler birbirine takılarak kolayca hasat olurken düz filamentler, “v”

şeklinde kıvrılarak deliklerden geçmektedir. 150 µm'lik plankton bezi, spiral suşlar için verimli bir hasat aracı olmakla birlikte M2 suşunun hasatında yetersiz olmuştur. 30 µm'lik plankton bezi küçük göz açıklığı nedeni ile suyu da tutmakta, plankton bezinde biriken suyun süzülmesi zaman almakta bu nedenle hızlı bir hasat sağlanamamaktadır. Ayrıca plankton bezi fiyatları, göz açıklığı ile doğru orantılıdır.

150 µm'lik göz açıklığına yakın birçok kumaş mevcuttur bu da hasat maliyetini düşürür.

Birbirinden farklı olumlu ve olumsuz yönleri olan *S. platensis* suşlarından M2 suşu hasat zorluğu nedeni ile tek başına yapılan üretimlerde sorun yaratabilir. Tulear suşu ise yavaş gelişmesi, kontaminasyon ve sıcaklık değişimlerine karşı hassasiyeti gibi sebeplerle uygun değildir. Parachas suşu, M2 suşuna yakın bir gelişim göstermenin yanında kolay hasat olması bakımından tercih edilebilir. Bununla birlikte elde edilen tüm bu bilgilerin ışığında Parachas ve M2 suşlarının karışık kültür şeklindeki üretiminin en olumlu sonucu verebileceği düşünülebilir. Böylece her iki suşun olumlu yönlerinden faydalanılabilir.

Kaynakça

- Cirik, S., 1989. Zengin Bir Bitkisel Gıda *Spirulina*. Tübitak Bilim ve Teknik dergisi, Sayı: Nisan, 1989, pp:19-20.
- Ortega, M., 1972. Study of the Edible Algae of the Velly of Mexico, Botanica Marina Vol. XV, p. 162-166.
- Seshadri, C.V., Umesh, V. 1993. Large Scale Production Systems, ETNA Nat. Symp. MCRC, pp:76-82 Madras-India.
- Fox, R.D., 1999. Spirulina Production & Potential. Sarl Edisud, La Calade, Rn 7, 3120, pp:232, France.
- Conk-Dalay, M.;1997. İzole edilmiş *Spirulina sp.* 'nin Kültür Ortamlarında yetiştirilmesi ve Besin Kalitesi Değişimleri Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü Doktora Tezi. pp:101 İzmir.