



Namık Kemal Üniversitesi
Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of Tekirdag Agricultural Faculty

An International Journal of all Subjects of Agriculture

Sahibi / Owner

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına
On Behalf of Namık Kemal University Agricultural Faculty

Prof.Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU
Dekan / Dean

Editörler Kurulu / Editorial Board

Başkan / Editor in Chief

Prof.Dr. Selçuk ALBUT
Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü
Department Biosystem Engineering, Agricultural Faculty
salbut@nku.edu.tr

Üyeler / Members

Prof.Dr. M. İhsan SOYSAL	Zootekni / Animal Science
Doç.Dr. İlker H. ÇELEN	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Servet VARIŞ	Bahçe Bitkileri / Horticulture
Prof.Dr. Aslı KORKUT	Peyzaj Mimarlığı / Landscape Architecture
Prof.Dr. Temel GENÇTAN	Tarla Bitkileri / Field Crops
Prof.Dr. Aydın ADILOĞLU	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition
Prof.Dr. Fatih KONUKCU	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Prof.Dr. Sezen ARAT	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Doç.Dr. Ömer AZABAĞAOĞLU	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics
Doç.Dr. Mustafa MİRİK	Bitki Koruma / Plant Protection
Doç.Dr. Ümit GEÇGEL	Gıda Mühendisliği / Food Engineering
Yrd.Doç.Dr. Devrim OSKAY	Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology
Yrd.Doç.Dr. M. Recai DURGUT	Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering
Yrd.Doç.Dr. Harun HURMA	Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

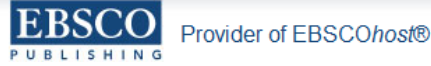
İndeksler / Indexing and abstracting



CABI tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in CABI



DOAJ tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in DOAJ



EBSCO tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in EBSCO



FAO AGRIS Veri Tabanında indekslenmektedir / Indexed by FAO AGRIS Database



INDEX COPERNICUS tarafından full-text olarak indekslenmektedir / Included in INDEX COPERNICUS



TUBİTAK-ULAKBİM Tarım, Veteriner ve Biyoloji Bilimleri Veri Tabanı (TVBBVT) Tarafından taranmaktadır / Indexed by TUBİTAK-ULAKBİM Agriculture, Veterinary and Biological Sciences Database

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi NKÜ Ziraat Fakültesi 59030 TEKİRDAĞ

E-mail: ziraatdergi@nku.edu.tr

Web adresi: <http://jotaf.nku.edu.tr>

Tel: +90 282 250 20 07

ISSN: 1302-7050

Danışmanlar Kurulu /Advisory Board

Bahçe Bitkileri / Horticulture

- Prof.Dr. Kazım ABAK** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Y.Sabit AĞAOĞLU Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Jim HANCOCK Michigan State Univ. USA
Prof.Dr. Mustafa PEKMEZCİ Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya

Bitki Koruma / Plant Protection

- Prof.Dr. Mithat DOĞANLAR** Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Hatay
Prof.Dr. Timur DÖKEN Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Aydın
Prof.Dr. Ivanka LECHAVA Agricultural Univ. Plovdiv-Bulgaria
Dr. Emil POCSAI Plant Protection Soil Cons. Service Velenca-Hungary

Gıda Mühendisliği / Food Engineering

- Prof.Dr. Yaşar HIŞIL** Ege Üniv. Mühendislik Fak. İzmir
Prof.Dr. Fevzi KELEŞ Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Atilla YETİŞEMİYEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Zhelyazko SIMOV University of Food Technologies Bulgaria

Tarımsal Biyoteknoloji / Agricultural Biotechnology

- Prof.Dr. Hakan TURHAN** Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Çanakkale
Prof.Dr. Khalid Mahmood KHAWAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Prof.Dr. Mehmet KURAN Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Samsun
Doç.Dr. Tuğrul GİRAY University of Puerto Rico. USA
Doç.Dr. Kemal KARABAĞ Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Doç.Dr. Mehmet Ali KAYIŞ Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya

Tarla Bitkileri / Field Crops

- Prof.Dr. Esvet AÇIKGÖZ** Uludağ Üniv.Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Özer KOLSARICI Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Dr. Nurettin TAHSİN Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria
Prof.Dr. Murat ÖZGEN Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara
Doç. Dr. Christina YANCHEVA Agric. Univ. Plovdiv Bulgaria

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

- Prof.Dr. Faruk EMEKSİZ** Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Hasan VURAL Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Bursa
Prof.Dr. Gamze SANER Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Dr. Alberto POMBO El Colegio de la Frontera Norte, Meksika

Tarım Makineleri / Agricultural Machinery

- Prof.Dr. Thefanis GEMTOS** Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Simon BLACKMORE The Royal Vet. & Agr. Univ. Denmark
Prof.Dr. Hamdi BİLGİN Ege Üniv. Ziraat Fak. İzmir
Prof.Dr. Ali İhsan ACAR Ankara Üniv. Ziraat Fak. Ankara

Tarımsal Yapılar ve Sulama / Farm Structures and Irrigation

- Prof.Dr. Ömer ANAPALI** Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum
Prof.Dr. Christos BABAJIMOPOULOS Aristotle Univ. Greece
Dr. Arie NADLER Ministry Agr. ARO Israel

Toprak / Soil Science

- Prof.Dr. Sait GEZGİN** Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Konya
Prof.Dr. Selim KAPUR Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Adana
Prof.Dr. Metin TURAN Atatürk Üniv.Ziraat Fak. Erzurum
Doç. Dr. Pasquale STEDUTO FAO Water Division Italy

Zootekni / Animal Science

- Prof.Dr. Andreas GEORGOIDUS** Aristotle Univ. Greece
Prof.Dr. Ignacy MISZTAL Breeding and Genetics University of Georgia USA
Prof.Dr. Kristaq KUME Center for Agricultural Technology Transfer Albania
Dr. Brian KINGHORN The Ins. of Genetics and Bioinf. Univ. of New England Australia
Prof.Dr. Ivan STANKOV Trakia Univ. Dept. Of Animal Sci. Bulgaria
Prof.Dr. Nihat ÖZEN Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Antalya
Prof.Dr. Jozsef RATKY Res. Ins. Animal Breed. and Nut. Hungary
Prof.Dr. Naci TÜZEMEN Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

M. Coşaner, T. Kiper, A. Korkut Mahalle Parklarının Peyzaj Tasarım ve Kullanım Kriterleri Açısından İrdelenmesi: İstanbul-Şişli Örneği Evaluation of Neighborhood Parks With Regard to Landscape Design and Using Criteria: Case of İstanbul- Şişli.....	1-18
S. Özyürek, R. Koçyiğit, N. Tüzemen Erzincan İlinde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri: Çayırılı İlçesi Örneği Structural Features of Dairy Farmers In the Erzincan: The Example of Çayırılı District.....	19-26
Z.T. Abacı, E. Sevindik, S. Selvi Ardahan'da Yetişen Bazı Erik (<i>Prunus x domestica</i> L) Genotiplerinde Toplam Fenolik İçerik, Toplam Antosiyanin ve Askorbik Asit İçeriğinin Belirlenmesi Determining Total Phenolics, Anthocyanin Content and Ascorbic Acid Content in Some Plum (<i>Prunus x domestica</i> L.) Genotypes Grown in Ardahan.....	27-32
H. Baytekin, C. Ö. Egesel, F. Kahrıman, M. Aktar, N. B. Tuncel Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Gliadin Bant Değişimlerine Göre Verim ve Kalite Özelliklerinin Biplot Analizi ile Değerlendirilmesi Investigating Yield and Quality Traits of Some Bread Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) Genotypes Based on Gliadin Band Variations using Biplot Analysis	33-44
E. Özşahin Tekirdağ İlinde CBS Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Erozyon Risk Değerlendirmesi Using GIS-Based RUSLE Model in Erosion Risk Assessment in Tekirdağ Province.....	45-56
G. Şişman Aydın, E. Tatlıdil The Effects of A Copper Mining On Environment Changes And Human Living With in The Concern Of EU Policy Bir Bakır Madeninin Çevre Değişiklikleri ve İnsan Yaşamı Üzerine Etkilerinin AB Politikası ile İlgisi	57-66
E. Torun, O. Akpınar Tüketicilerin Satın Alma Eğilimlerini Belirlemede Demografik Faktörlerin Etkisine Yönelik Bir Araştırma: İzmit Örneği A Research On The Effects Of Demographic Factors In Determining Consumer Buying Trends: İzmit Sample	67-74
H. A. Karaağaç, S. Aykanat, R. Gültekin, M. F. Baran Adana'da Ana Ürün Mısır Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi Determination of Energy Using Efficiency at Corn Production in Adana	75-81
G. Şişman Aydın, B. Büyükkışık Nütrient Pulslarının Türe Özgü Değişkenler Üzerine Etkileri: <i>Thalassiosira allenii</i> (Takano) Effects on The Species-Specific Variables Nutrient Pulses: <i>Thalassiosira allenii</i> (Takano)	82-90
R. D. Çay, F. Aşılıoğlu Ankara Kent İçi Yaya Bölgelerinde Yaya-Tasarım Etkileşimi Pedestrian-Design Interaction in Urban Pedestrian Zones in Ankara	91-99
F. Özen, F. Çoşkun Bitkisel Ekstrakt Kullanımının Tekirdağ Köftesinin Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi Effect of Herbal Extracts Addition on Microbial Composition and Sensory Properties of Tekirdag Meatballs.....	100-109
G. Keskin, D. Dönmez, F. Canik, N. Y. Yüksel, A. Z. Sancak Türkiye'de Bitkisel Ürünlerde Maliyet Hesabında ve Anket Uygulamalarında Teknik Elemanların Karşılaştıkları Sorunların Belirlenmesi Determining The Issues Confronted By Technical Staff Considering Cost-Calculation and Implementation of Surveys on Plant Products in Turkey	110-118

Nütrient Pulslarının Türe Özgü Değişkenler Üzerine Etkileri: *Thalassiosira allenii* (Takano)

G. Şişman Aydın

B. Büyükişık

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü Bornova, İzmir

Nütrient pulsları fitoplankton büyümesi ve hücre boyutlarının kontrolünde önemli bir faktördür. Nütrient pulsları, fitoplanktonların fizyolojik ve ekolojik özelliklerinin neredeyse tamamını etkileyen en temel özelliklerinden biri olan hücre boyutları ile etkileşim içindedir. Bu çalışmanın amacı, farklı nütrient pulslarının doğal deniz suyundan izole edilen bir deniz diatomunun mono spesifik kültürü üzerine etkilerini belirlemektir. Bu çalışmada, *Thalassiosira allenii* (Takano) türünün, büyüme hızı, hücre boyutları ve Chla kotası üzerinde 6 farklı nütrient puls periyodunun ((4, 8, 12, 24, 48, 96 h) etkilerini belirlemek için deneysel bir yaklaşım kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, nütrient pulslarının sıklığı arttırıldığında, hücrelerin Chl a kotası ($p < 0.05$) artış eğiliminde iken, hücre boyutları ve spesifik büyüme hızı önemli ölçüde azalmıştır ($p < 0.05$). Diatom kısa puls periyotlarına hücre boyutlarını azaltarak adapte olmuştur. Ancak tür, küçük hücre boyutu ve düşük nütrient depolama kapasitesi nedeniyle, yüksek nütrient pulslarında yarışma dışı kalacaktır.

Anahtar kelimeler: Nütrient pulsu, hücre boyutu, büyüme hızı, Chla, denizel diatom

Effects on The Species-Specific Variables Nutrient Pulses: *Thalassiosira allenii* (Takano)

Nutrient pulses are a major factor controlling phytoplankton growth and their cell sizes. Nutrient pulses has interactions with cell size of phytoplankton that is one of the most fundamental traits of affecting almost all aspects of their physiology and ecology.. The aim of this study is to establish the effects of different nutrient pulse periods on the mono specific culture of a marine diatom that was isolated from natural seawater. In the present study, it has been used a experimental approach to determine effects of nutrient pulses added at 6 different frequencies (4, 8, 12, 24, 48, 96 h), on the cell sizes, growth rates, and Chla quotas of *Thalassiosira allenii* (Takano). At the end of study, when nutrient pulses frequency was increased, while it tended to increase Chl a quota per cell ($p < 0.05$), the spesific growth rate and cell sizes decreased dramatically ($p < 0.05$). The diatom has adapted to short pulse period by reducing the cell size. However, because of the small size and low nutrient storage capacity of the species, will caused it's population out of competiton in high nutrient pulse periods.

Keywords:, nütrient pulse, cell size, growth rate, Chla, marine diatom,

Giriş

Hayatın başlangıcı ve devamı tüm canlılar için "rekabet" anlamına gelir. Besin kaynağı ve çevresel faktörler (ışık, sıcaklık gibi), rekabetin önemli iki unsurudur. Tatlı sularda olduğu gibi denizel ortamlarda da, besin ve çevresel faktörler, gelişim ve sürekliliği etkileyen en önemli etkenlerdir.

Denizel ortamda besin zincirinin ilk halkasını oluşturan en önemli unsur kuşkusuz fitoplanktonik organizmalardır. Fitoplanktonik organizmalar içinde yer alan diatomlar iyi bilinen bir grup olarak kabul edilmektedir ve birçok sucul ekosistem için fitoplanktonik organizmaların ana bileşenidir (Mann ve Evans, 2007; Officer ve Ryhter, 1990). Gordon ve Drum (1994), yeryüzünde 60.000 diatom türünün tanımlanmış

olduğunu ifade etmişlerdir. Diatom türlerinin pelajik ve bentik organizmalar için ana besin kaynağı olmalarının yanı sıra karbon ve silisyum döngüsü açısından küresel karbon fiksasyonunun yaklaşık %20-25 ni ve küresel primer üretimin %40 sağladıkları için ekolojik önemi büyüktür ve bazı türleri aşırı üreyerek doğada ekolojik problemlere neden olmaktadır (Officer & Ryhter, 1990; Field vd., 1998; Falkowski vd., 1998; Smetacek, 1999). Diatom ve dinoflagellat gibi 3400-4100 fitoplankton türü arasında, yaklaşık 300 türün red-tide organizması olduğu ifade edilmektedir (Smayda, 1997).

Cheatocecos, *Thalassiosira* ve *Coscinodiscus* cinsleri planktonik deniz diatomları arasında en büyük ve en geniş alana yayılan cinsleridir (Popovich & Gayoso, 1999). *Thalassiosira* genusunun ise dünya çapında dağılıma sahip, 100 den fazla türü bilinen, denizel fitoplanktonik cins

olduğu ifade edilmektedir (Hasle ve Fryxell, 1995). *Thalassiosira* türlerinin fitoplanktonik organizmalar içinde önemli bir yeri olduğu ve çoğunun bahar aylarında, ılıman iklimli kıyusal ekosistemlerde, dominant hale geçtiği belirtilmiştir (Haris, 1995; Muylaert ve Sabbe, 1996).

Okyanus, deniz ve akarsularda birbirinden farklı fiziksel prosesler sonucu nütrient pulslarının oluşmasına neden olur ve fitoplankton türlerinin bu nütrient puls ve salınımlarına verdiği cevap türden türe farklı olabilir (Spatharis ve Ark., 2008; Litchman ve Ark., 2009). Diğer taraftan, sanayileşmenin ve evsel nitelikli atık suların getirdiği kirlilik yükünün doğal deniz suyuna ve beraberinde fitoplankton kompozisyonuna ve tür boyutlarına olan etkileri uzun bir süredir incelenen bir konudur (Estrada ve ark., 1987; Officer ve Ryhter, 1990; Field ve ark., 1998; Finkel ve ark., 2005; Spatharis ve ark., 2007; Spatharis ve ark., 2008; Litchman ve ark., 2009). Evsel ve endüstriyel kaynaklı kirleticilere periyodik olarak maruz kalan sucul ortamdaki organizmaların gelişimleri ve türlerin büyüme stratejileri türden türe farklılık göstermektedir (Nuccio, 2003; Spatharis ve Ark., 2007). Kimi türler artan nütrient girişine adapte olamazken, kimi türler aşırı üreyebilirler (Spatharis ve Ark., 2007; Şişman Aydın, 2012).

Ayrıca, evsel nitelikli atık sular yüksek N, P içerikleri nedeniyle kıyusal ve tatlı su ekosistemleri için zengin bir kaynak oluşturmaktadır (Shelknanloymilan ve Ark., 2012). Bu açıdan karasal kaynaklı pulslu nütrient varlığı, diyatom baskınlığında önemli rol oynayabilir (Şişman Aydın ve Büyükişık, 2005; Spatharis ve Ark., 2007; Spatharis ve Ark., 2008).

Diyatomların üstlendikleri ekolojik rolleri dolayısıyla, bu mikroorganizmaların farklı nütrient pulslarındaki büyüme ve gelişimleri oldukça önemlidir. Vücut boyutları, organizmaların fizyolojisi ve ekolojisi gibi hemen hemen tüm yönlerini etkileyen en temel özelliklerinden biridir (Brown ve ark. 2004; Peters 1983). Diatom hücre boyutunu belirleyen ise, farklı besin sınırlamaları, fiziksel karışım sistemleri ve otlatma baskısı gibi çevrede bulunan çeşitli selektif kuvvetlerin sonucudur (Finkel ve Ark., 2005). Bu çerçevede, İzmir Körfezi'nden izole edilen potansiyel zararlı

denizel diyatom türü *Thalassiosira allenii* (Takano) türünün, farklı nütrient pulslarının hücre boyutları üzerine olan etkileri incelenmiştir.

Materyal Metot

Thalassiosira allenii (Takano) hücre çapı 5-15 µ arasında değişen sentrik küçük bir diatom türüdür. Nonnoplankton olarak sınıflandırılan bu tür "işgalci" olarak adlandırılır ve Türkiye'nin Kuzey Ege ve Doğu Karadeniz kıyıları boyunca dağılım gösteren potansiyel zararlı denizel diatom türüdür (Koray, 2004, Şişman Aydın vd., 2009).

T. allenii türü İzmir Körfezi İç Körfez Bölgesi'nden (38° 26' 36" kuzey, 27° 06' 24" doğu koordinatları), alınan yüzey deniz suyundan sonsuz seyrelme tekniği kullanılarak izole edilmiştir. Denemeler 40 watt'lık day-light flouresanslarla, 300 ftCd ışık şiddetinde, sürekli aydınlatma (24:0) ve kesikli kültür sisteminde gerçekleştirilmiştir. Deneme sıcaklığı Kasım 2003-Mart 2004 dönemi İzmir Körfezi deniz suyu sıcaklıkları ve türün optimum büyüme sıcaklığı göz önüne alınarak 11±0,5°C' ye ayarlanmıştır. Işık şiddeti Quantum Instruments Photometer1 ile ölçülmüş ve denemeler süresince sabit tutulmuştur.

Denemelerde kullanılan deniz suyu, yukarıda belirtilen koordinatlardan (0-0.5m) derinlikte yüzey suyundan alınmış ve 0.2µ'luk kartuş filtreden süzölmüş, 1 l'lik cam kaplarda (Guillard, 1975) a göre 121°C sıcaklıkta 1.5 atm 'de steril edilmiştir. *T. allenii* türünün izolasyon ve puls deneme çalışmalarında zenginleştirme ortamı olarak f/2 ortamı kullanılmış (Guillard, 1975), f/2 ortamı eklenen ana besleyici tuz, iz metal ve vitamin konsantrasyonları Tablo.1 de gösterilmiştir.

Hücre boyutlarının ölçümü ve hücre sayımı standart tek damla yöntemine göre Olympus model BH2 (40X-hücre sayımı,100X-hücre boyutları) araştırma mikroskobuyla yapılmıştır. Hücre boyutları için lam üzerinde dikdörtgenin köşeleri ve köşegenin merkezinde olmak üzere randomize seçilen 25 hücrenin boyutları ölçülmüş, hesaplamalarda aritmetik ortalama kullanılmıştır. Eşdeğer küre çapları (ESD) Edler (1979)' a göre hesaplanmıştır.

Tablo 1. Diyatom türleri için önerilen f/2 ortamı (Guillard 1975)

Table 1. f/2 Medium suggested for diatom species (Guillard 1975)

Miktar	Kimyasal Madde	Stok Solüsyon (g/L dH ₂ O)	Final Konsantrasyon
	Besleyici Tuzlar		
1 ml	NaNO ₃	75	8.83 x 10 ⁻⁴ M
1 ml	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	5	3.63 x 10 ⁻⁵ M
1 ml	Na ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O	30	1.07 x 10 ⁻⁴ M*
1 ml	f/2 iz metal solüsyonu	-	-
0.5 ml	f/2 vitamin solüsyonu	-	-
	Vitamin Solüsyonu		
1 ml	Vitamin B ₁₂ (cyanocobalamin)	1	1 x 10 ⁻¹⁰ M
10 ml	Biotin	0.1	2 x 10 ⁻⁹ M
200 mg	Thiamine HCl	-	3 x 10 ⁻⁷ M
	İz Metal Solüsyonu		
3.15 g	FeCl ₃ ·6H ₂ O	-	1 x 10 ⁻⁵ M
4.36 g	Na ₂ EDTA·2H ₂ O	-	1 x 10 ⁻⁵ M
1 ml	CuSO ₄ ·5H ₂ O	9.8	4 x 10 ⁻⁸ M
1 ml	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	6.3	3 x 10 ⁻⁸ M
1 ml	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	22	8 x 10 ⁻⁸ M
1 ml	CoCl ₂ ·6H ₂ O	10	5 x 10 ⁻⁸ M
1 ml	MnCl ₂ ·4H ₂ O	180	9 x 10 ⁻⁷ M

Denemelerde başlangıç hücre biyomassı 0.5 µgChl *a* l⁻¹ olacak şekilde, eksponensiyel fazdaki (4-5 günlük) stok kültürden ilave edilerek hazırlanmış, 6 farklı sıklıkta (4, 8, 12, 24, 48, 96 h) nütrient pulsularının (spesifik büyüme hızları için, kontrol grubu olarak başlangıç f/2 ortamı ilavesiyle 168 saatlik puls periyodu) etkileri araştırılmıştır. Türün büyümesi exponensiyel faz takip edilerek Chl *a* olarak, Turner 10-AU Fluorometre ile günde bir defa ölçülerek yapılmıştır. 6 farklı puls periyotlarındaki spesifik büyüme hızları (µ) (Guillard, 1973) kullanılarak hesaplanmıştır (Eşitlik 1). Yarı-doygunluk katsayılarının (K_s) belirlenmesinde hücre dışı nütrient kontrol modeli (Monod Denklemi) kullanılmıştır (Eşitlik 2) (Burmester, 1979). Yarı doyumluk katsayıları (K_s) ve maksimum spesifik büyüme hızı (µ_{max}) değerleri Statistica (advanced nonlinear-least square-Gauss-Newton estimation method) programı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\mu = 1 / (t_2 - t_1) * \log_2 (N_2 / N_1) \quad (1)$$

Denklemden, µ: Spesifik büyüme hızı, N₁: Üssel büyüme fazının başlangıcındaki Chl *a* değeri, µg/l, N₂: Üssel büyüme fazının sonundaki Chl *a* değeri, µg/l, t₁: N₁ değerinin tayin edildiği zaman dilimi, t₂: N₂ değerinin tayin edildiği zaman dilimi olarak ifade edilmiştir.

$$\mu = \mu_{max} * (P_s / (K_s + P_s)) \quad (2)$$

Eşitlikte, µ: Eşitlik 1 den elde edilen spesifik büyüme hızı, µ_{max}: Maksimum spesifik büyüme hızı, P_s: Puls periyodu, K_s: Yarı doyumluk katsayısı olarak sembolize edilmiştir. Benzer şekilde, hücre çapı (D), hücre uzunluğu (L), hücre alanı (A), hücre hacmi (V) ve eşdeğer küre çapı (ESD) parametrelerinin puls periyotlarına bağlı olarak Monod denklemi ile uyumluluğu sınanmıştır;

Chl = Chl_{max} * (P_s / (K_s + P_s)), Chl: ortalama Chl *a*, Chl_{max}: maksimum Chl *a* (µg/L)

D = D_{max} * (P_s / (K_s + P_s)), R: ortalama hücre çapı R_{max}: maksimum hücre çapı (µm)

L = L_{max} * (P_s / (K_s + P_s)), L: ortalama hücre uzunluğu, L_{max}, maksimum hücre uzunluğu(µm),

A = A_{max} * (P_s / (K_s + P_s)), A: ortalama hücre alanı, A_{max}: maksimum hücre alanı (µm²)

V = V_{max} * (P_s / (K_s + P_s)), V: ortalama hücre hacmi, V_{max}: maksimum hücre hacmi (µm³)

ESD = ESD_{max} * (P_s / (K_s + P_s)), ESD: ortalama eşdeğer küre çapı, ESD_{max}: maksimum ortalama eşdeğer küre çapı (µm)

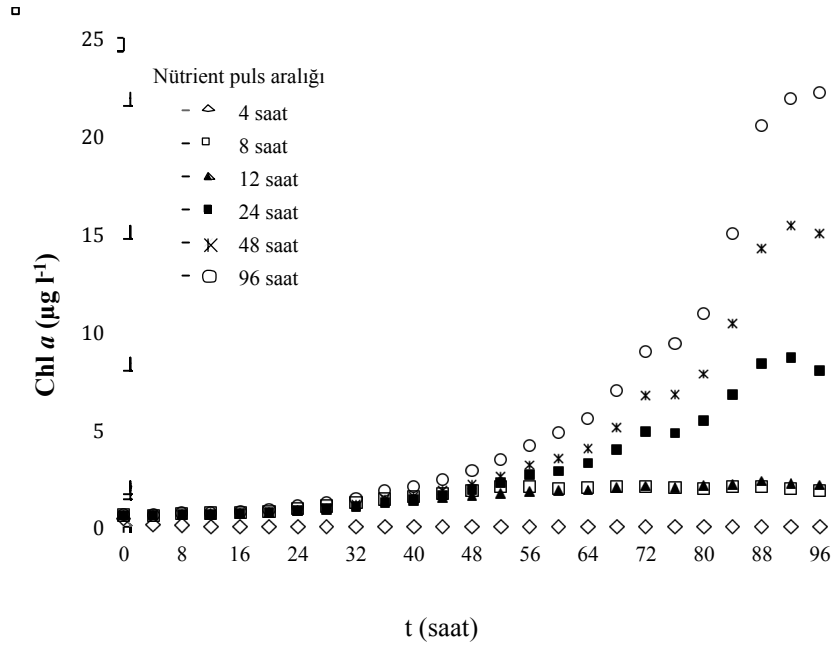
Bulgular ve Tartışma

Denizel diyatom *Thalassiosira allenii* (Takano) türünün, 6 farklı nütrient pulsundaki hücre

gelişimi üzerine yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar, eksponensiyel büyüme, spesifik büyüme hızı (μ), Chl a ($\mu\text{g l}^{-1}$) miktarlarının değişimi, nütrient pulslarının hücre boyutları üzerindeki etkileri çerçevesinde değerlendirilmiştir.

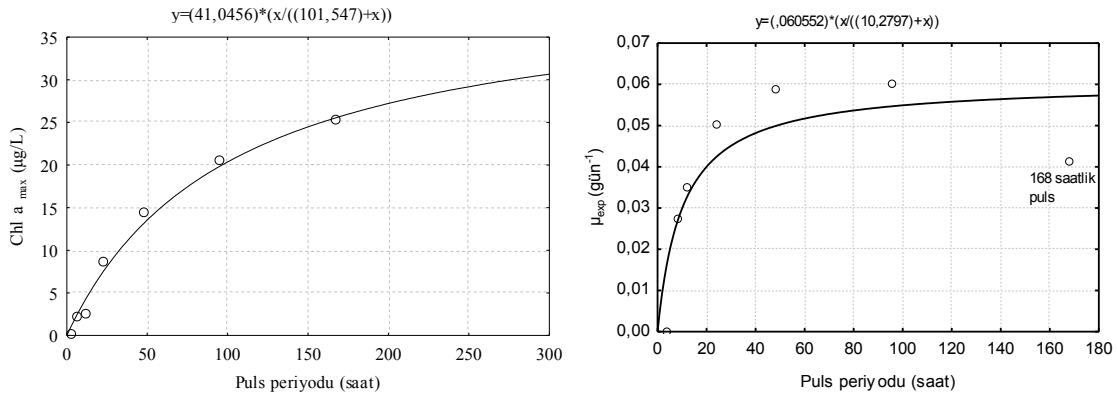
Yapılan denemeler sonucunda, *T. allenii* türünün 24 saat ve daha üzerindeki puls periyotlarında eksponensiyel büyüme fazına geçiş sürelerinin kısaldığı görülmektedir (Şekil 1). Maksimum Chl a miktarları ve puls periyotları arasındaki ilişki

Monod kinetiğiyle uyum içerisinde olduğu görülmüştür (Şekil 2 a). *T. allenii* türü için, deniz suyunun taşıyabileceği maksimum biyomas $41,05\mu\text{gChl a l}^{-1}$ ($p<0.05$) olarak bulunmuştur. Tür bu değere çok uzun nütrient puls periyotlarında erişebilmektedir. Diğer taraftan, maxChl a-puls periyodu yarı doygunluk sabiti $101,6 \text{ saat}^{-1}$ olarak bulunmuştur. 100 saatlik puls periyodundan daha sık gerçekleşecek nütrient pulsları, türün Chl a miktarını sınırlayacaktır ($p<0.05$).



Şekil.1. *T. allenii* türünün farklı nütrient pulslarına maruz bırakıldığında Chl a tabanlı büyüme eğrileri.

Figure.1. Chl a-based growth curves of *T.allenii* cells exposed to different nutrient pulses.



Şekil 2. Puls periyodu ile (a) maksimum Chl a ($\mu\text{g l}^{-1}$) ve (b) eksponensiyel büyüme hızı (μ_{exp}) ilişkisi

Figure 2. Relationship (a) Maximum Chl a ($\mu\text{g l}^{-1}$) and (b) exponential growth rate (μ_{exp}) with pulse period

4-96 saat aralığındaki puls periyotları incelendiğinde, türün maksimum çıkabileceği ekponensiyel büyüme hızı $0,08 \text{ gün}^{-1}$ ($p < 0.05$) ve puls periyodu yarı dougunluk katsayısı (K_p) 16 saat olarak bulunmuştur. Diğer taraftan, 96 saatten uzun puls periyodunda, türün ekponensiyel büyüme hızının düştüğü ve 24 saatten kısa puls periyotlarında ise büyüme hızını sınırladığı görülmüştür ($p < 0.05$) (Şekil.2b). 7 ve daha uzun puls periyotlarının ise bu tür için inhibe edici olduğu belirtilmektedir (Şişman Aydın ve ark., 2013; Şişman Aydın ve ark., 2014). Her ne kadar 168 saatlik puls periyodu büyüme hızını düşürüyor olsa da, puls periyodunun uzaması suyun içerdiği max Chl *a* konsantrasyonunu ve 4-96 saat aralığındaki puls periyotlarında büyüme hızını arttırmaktadır. (Şekil 2 a, b). Yüksek nütrient konsantrasyonlarını, büyüme hızı yüksek olan türler tercih eder (Klausmeier ve ark., 2004), çünkü büyüme hızının hücre boyutlarıyla negatif bir ilişkisi vardır (Banse, 1982). Benzer şekilde puls periyodu uzadıkça, *T. allenii* türü büyüme hızını arttırmıştır. Dolayısıyla küçük bir diatom olan bu tür uzun puls periyotlarında iyi bir yarışmacı olacaktır. Raimbault ve Gentilhomme (1990), denizel diatom *Phaeodactylum tricornutum* üzerinde kısa ve uzun dönem çalışmalarında nannomolar seviyede eklenen nitrat pulslarındaki büyüme hızlarını incelemişlerdir. Nitrat ortamda doymun olduğu zaman, nitrat alım hızı ve substrat miktarı eğrisi Micheal-Menten kinetiğinden doğrusal yada kısalmış bir forma dönüştüğü belirtilmiştir. Yüksek nitrat eklenmesiyle birlikte gözlemlenen doymun alımın 0.15 saat^{-1} hızında olduğu, bununla beraber artan nitrat pulslarında hücre yoğunluğunda düşüş gözlemlendiği belirtilmiştir.

Nütrient bağımlı büyüme ve nütrient alım ölçüsü fitoplanktonun hücre boyutlarını belirleyen önemli anahtar olarak kabul edilir (Litchman ve ark., 2009). Nütrientlerin ve nütrientlerin değişimlerinin (pulsu ya da sürekli) hücresel diatom türlerinin hücre boyutlarına etkisi olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Raven, 1998; Litchman ve ark., 2009).

Bu çalışmadan elde edilen verilerin en küçük kareler metoduyla yapılan istatistiksel hesaplanması sonucunda, hücre uzunluğu, hücre çapı, hücre alanı, hücre hacmi ve eşdeğer hücre çapı (ESD) puls periyoduna bağlı olarak değişmektedir ($p < 0.05$) ve Michaels Menten denklemiyle iyi uymaktadır (Şekil 3 a, b, c, d,e.). Diatomun ulaşabileceği maksimum hücre çapı 14μ ($p < 0.05$), $K_p \approx 1,9 \text{ saat}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Şekil.3a. da görüldüğü gibi,

tür puls periyodunun uzamasıyla beraber hücre çapını da büyütmektedir. Böylece iki periyot arasında kendine nütrient teminini arttırmaktadır.

T. allenii türünün sık puls periyotlarında, ortamda yeterli miktarda nütrient olması nedeniyle hücre çapı ve boyu küçülmektedir (Şekil 3a, b). Benzer şekilde, azot pulslarının sıklığı arttıkça, diatom türlerinin boyut dağılımlarının değiştiği gözlemlenmiştir (Litchman ve Ark., 2009). Doğal ya da özellikle antropojen aktiviler sonucu nütrient puls periyotlarının sık olduğu değişken kıyasal ve tatlısu sistemlerinde, büyük hücreli türler, yüksek depolama kapasitesine sahip olduklarından yarışmacı olarak daha avantajlıdır (Grover 1991; Stolte ve Riegman, 1996). Bu da, *T. allenii* türünün küçük boyutları ve buna bağlı nütrient depolama kapasitesinin az oluşu neticesinde, sık nütrient puls periyotlarında, yarışma dışı kalması gerektiğini göstermektedir.

Hücre çapının büyümesi aynı zaman da hücre yüzey alanının da artması demektir. Farklı puls periyotları için elde edilen hücrelerin birim yüzey alanları $1175,5-1611,75 \mu\text{m}^2 \text{ hücre}^{-1}$ aralığında değişmiştir (Şekil 3c). Monod kinetiğine göre, hücrelerin ulaşabilecekleri maksimum birim yüzey alanı $1702 \mu\text{m}^2 \text{ hücre}^{-1}$ ($p < 0.05$) olabilecek ve $3,6 (K_p)$ saatlik periyotlarının altında gerçekleşecek bir puls periyodu, *T. allenii* türünün birim yüzey alanını kısıtlayacaktır ($p < 0.05$).

Çevresel nütrientin kısıtlı olmadığı zamanlarda fitoplanktonların nütrient depolayabildikleri ve yoksunluk olduğu durumda, bunu iki ya da 5 jenerasyon boyunca kullanabildikleri bilinmektedir (Barnes ve Hughes, 1988; Svensen ve ark., 2002). Diğer taraftan, Litchman ve Ark. (2009) nütrient pulslarının sıklığı arttıkça, diatom türlerinin boyut dağılımlarının da değişebildiğini ifade etmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında, uzun nütrient puls periyotlarında hücre, yüzey alanını arttırarak difüzyonla nütrient teminini arttırarak benzer bir sonuç vermiştir (Şekil.3c).

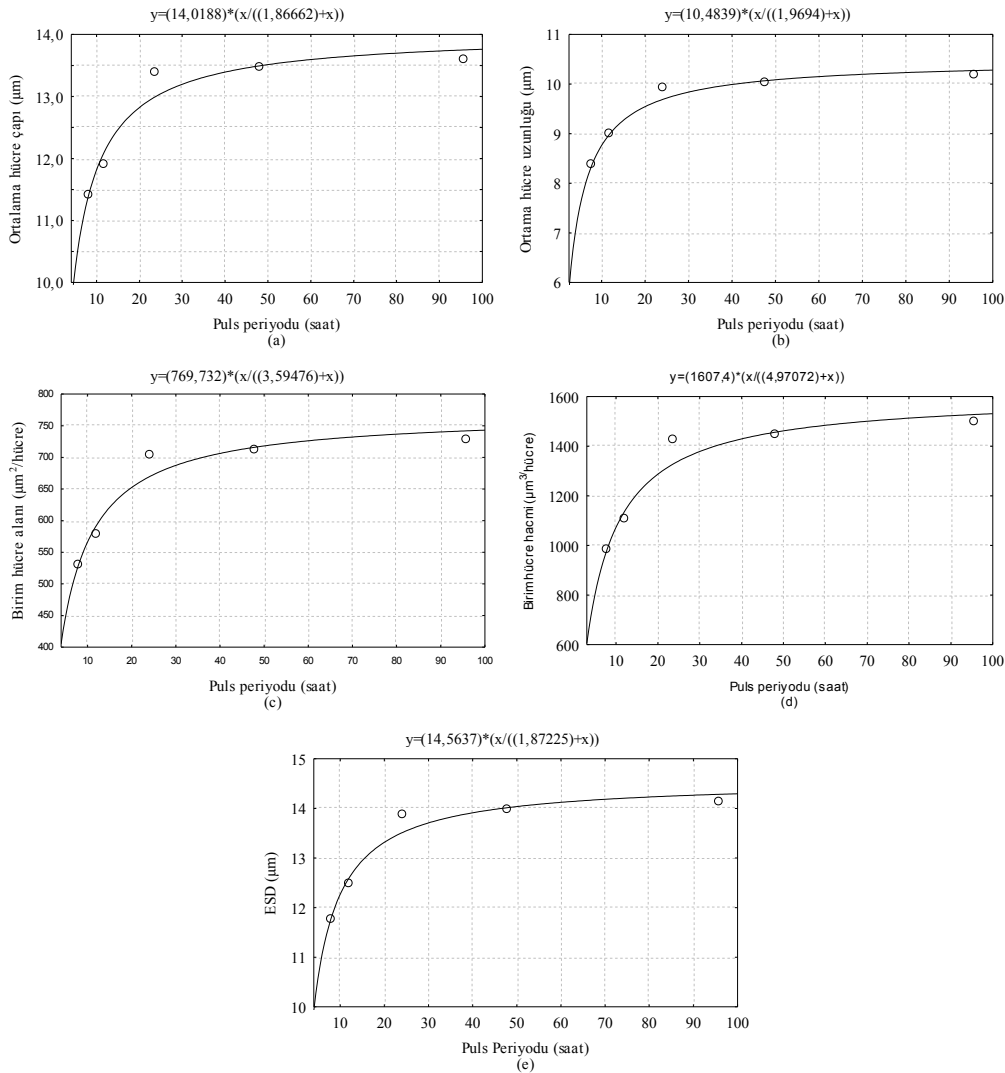
Puls periyodu ile hücre hacmi ilişkisi incelendiğinde (Şekil 3d), puls periyot aralığı arttıkça birim hücre hacmi önce doğrusal olarak artıp, sonra bir maksimum saturasyon değerine yaklaşmaktadır. Denemelerden elde edilen hücre ölçümlerinde; birim hücre hacimleri $851,9$ ile $1481 \mu\text{m}^3 \text{ hücre}^{-1}$ aralığında değişmiş, hücrelerin ulaşabileceği maksimum birim hücre hacmi $1635,4 \mu\text{m}^3 \text{ hücre}^{-1}$ ($p < 0.05$) olarak hesaplanmıştır. Hücre hacmini $6,8$ saatlik ($=K_p$) altındaki puls periyotları sınırlayacaktır ($p < 0.05$). Şekil 3e' de Edler (1979) a göre hesap-

lanan ESD'ları 11,76 ile 14,14 μm aralığında değişmiş, türün çıkabileceği maksimum ESD 14,56 μm olarak hesaplanmıştır. Yüksek puls periyotlarının ESD üzerinde sınırlayıcılığı tespit edilmiştir ($K_p=1,9$ saat). Yaklaşık yüksek nütrient konsantrasyonlarında ($f/2$) gerçekleşecek 1,9 saatlik puls periyodu, doğal ortam şartlarında rastlanması güçtür. Dolayısıyla *T. allenii* türü ESD çaplarını sınırlandırıp baskılayacak bir doğal puls kaynağıyla karşılaşmayacaktır.

Şekil 4 a ve b de görüleceği gibi, hücre alanı ve hücre hacmi büyüme hızını belirlemektedir. Birim hücre alanı ve birim hücre hacmi ile spesifik büyüme hızları arasındaki ilişki önemli olup

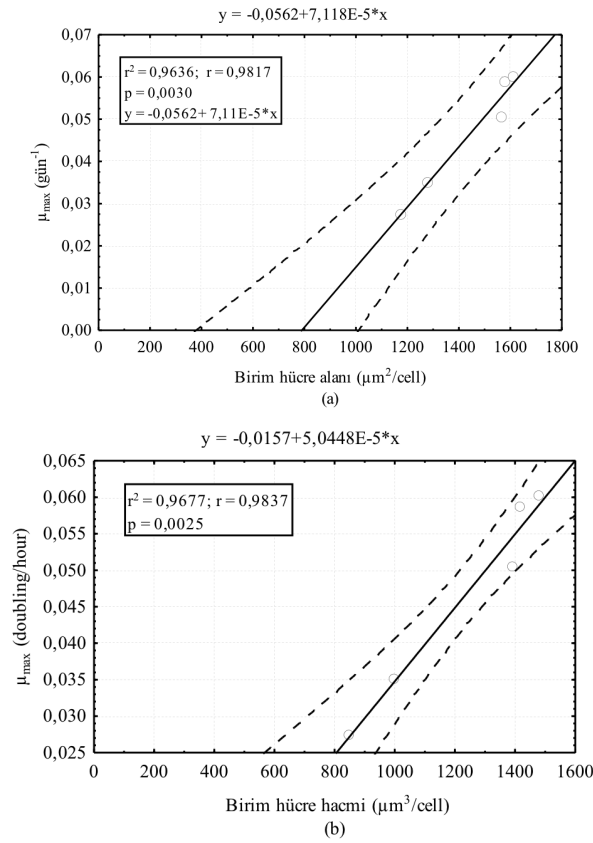
(sırasıyla $r=0,97$, $p<0,05$; $r=0,97$, $p<0,05$), hücrelerin değişen puls periyotlarına, hücre boyutlarını ve büyüme hızlarını ayarlayarak adapte olduğunu göstermektedir. Her iki grafiğinde lineer olması, türün dar bir boyut aralığını kapsamasından kaynaklanmakta olduğu düşünülebilir (Şişman Aydın ve ark., 2014).

T. allenii hücreleri puls periyodundaki değişime hücre içi Chl a miktarını ve yüzey alanını değiştirerek cevap vermektedir. Uzun puls periyotlarında Chl kotasını düşük tutmaktadır ki gelecek olan nütrient pulsuna kadar ortamdaki nütrient ile idare edebilsin.



Şekil 3. Puls periyotları ile sırasıyla hücre çapı (a), hücre uzunluğu (b), hücre alanı (c), hücre hacmi (d) ve eşdeğer küre çapı (ESD) arasındaki ilişki

Figure. 3. Relationship between the pulse periods and respectively cell diameter (a), the cell length (b), the cell area (c), cell volume (d) and the equivalent spherical diameter

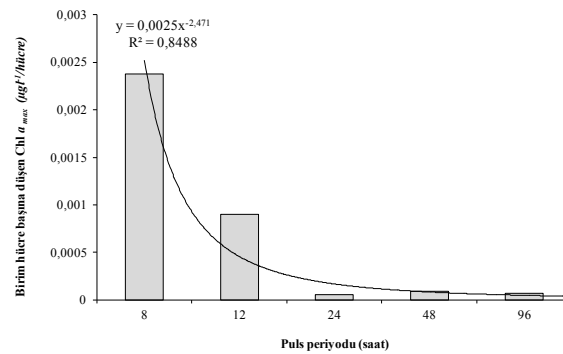


Şekil.4. Puls periyotlarına bağlı olarak spesifik büyüme hızı (μ_{max}) ile birim hücre alanı (a) birim hücre hacmi (b) arasındaki ilişki.

Figure. 4. Relationship between specific growth rate (μ_{max}) and the cell area per unit (a) the cell volume per unit (b) depending on pulse periods

Sınırlı nütrient varlığında, küçük hücre boyutları nütrient temininde daha etkili olabilir. Çünkü yüksek yüzey alanı/hacmi oranı nedeniyle nütrient sınırlı şartlarda avantaj sağlayabilir (Raven, 1998). Şekil 5 de görüleceği gibi puls periyodu sıklıkça hücre başına düşen Chl a miktarında artmaktadır.

Bir başka değişle, *T. allenii* türü, 12 satten sık nütrient pulslarında hücre boyutlarını azaltarak, Chl a kotasını artırma eğilime girmektedir ($p < 0.05$). 2 gün ve üstü puls periyotlarında hücre başına düşen Chl a miktarlarını sabit tutmaktadır.



Şekil 5. Birim hücre başına Chl a kotasının puls periyotları ile ilişkisi
Figure 5. Relationship between Chl a quota per cell and pulse periods

İncelenen türün soğuk sularda, düşük silikat kons. larında iyi gelişebilen (Şişman Aydın ve ark., 2014) ancak yüksek silikat konsantrasyonlarında larında büyümesi inhibe olan bir tür olduğu bilinmektedir. İzmir Körfezinde kış aylarında sıcaklık uygun iken yüksek silikat seviyeleri türün aşırı üremesini inhibe etmektedir (Şişman Aydın ve ark., 2013, Şişman Aydın ve ark., 2009). Yaz aylarında silikat seviyelerinin azalmasına rağmen sıcaklığın artması, türü baskı altında tutmaktadır. Bu nedenlerle İzmir Körfezinde *T.allenii* aşırı çoğalma gösterememektedir. Bununla beraber, İzmir körfezine deşarj edilen İzmir evsel arıtma tesisi çıkış suyunun yüksek fosfat içeriyor olması nedeniyle fosfatı seven (Şişman Aydın ve ark., 2014) bu türün, gelişen farklı nütrient pulslarında adapte olarak İzmir Körfezi'nde aşırı alg çoğalmasında rol alma riski mevcuttur. Fitoplankton türleri için mevsimsel farklılıklar, nütrient temini ve hücre yoğunluğu bakımından farklı cevaplar vermesi muhtemeldir (Estrada ve Ark, 1987; Svensen ve Ark., 2002). Dolayısıyla, *T. allenii* türünün farklı sıcaklıklardaki nütrient pulslarına vereceği cevaplar ileride araştırılmalıdır.

Sonuç

Yapılan bu çalışmanın sonucunda, deniz suyunun taşıyabileceği maksimum biomas 41,05 µgChl a l⁻¹ olup, *T.allenii* türü bu değere çok uzun nütrient

Kaynaklar

- Banse, K.1982. Cell volumes, maximal growth rates of unicellular algae and ciliates, and the role of ciliates in marine pelagial. *Limnol Oceanogr* 26:1059–1071.
- Barnes, R.S.K. and R.N. Hughes.1988. An introduction to marine ecology. Second edition. Oxford Blackwell Scientific Publications, London.
- Brown JH, J.F. Gillooly, A.P. Allen, V.M. Savage, G.B. West. 2004. Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology*. 85: 1771–1789.
- Edler, L. 1979. Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea. *Phytoplankton and chlorophyll*. In: The Baltic Marine Biologists Publ. 5: 1-38.
- Estrada, M., M. Alcaraz and C. Marrasé. 1987. Effects of turbulence on the composition of phytoplankton assemblages in marine microcosms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 38: 267-281.
- Falkowski P.G., R.T. Barber, V.V. Smetacek. 1998. Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production. *Science* 281: 200–207.
- Field C.B., M.J. Behrenfeld, J.T. Randerson, P.G. Falkowski. 1998. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science* 281: 237–240.

puls periyotlarında erişebilmektedir. 16 saatlik puls periyotları *T.allenii* türünü iyi bir yarışmacı yaparken, iki günden kısa puls periyotlarıyla sağlanan nütrient, exponensiyel büyüme hızını önemli ölçüde sınırlayacak ve türü puls periyodu kısaltıkça yarışma dışı kalacaktır. Nütrient puls periyotları ile hücre hacmi, hücre alanı, hücre boyu, ESD arasındaki bağıntı Monod kinetiğiyle iyi uyum göstermiştir. Hücre boyutları ile ekponensiyel büyüme hızlarının doğrusal bir ilişki içinde bulunmuş olması, türün uzun nütrient puls periyotlarında, nütrient kotasını arttırarak, nütrient yoksun şartlarda türün devamlılığını sağlayacaktır. Ancak, türün, küçük boyutları nedeniyle nutrient depolama kapasitesinin azlığı, uzun puls periyotlarında yarışma dışı kalacağını göstermektedir. Bu bağlamda, hücre hacmini saturasyona yakın değerlere görecek puls periyodu, evsel atık sular için tipik olan 12 saatlik puls periyotlarıdır. Diğer taraftan, bu periyotlarda seyreden evsel atıksu deşarjlarına benzer yüksek nütrient pulsları, *T. allenii* türünün büyüme hızlarını önemli ölçüde etkileyecektir. Bu nedenlerle İzmir Körfezinde *T.allenii* aşırı çoğalma gösterememektedir. Bununla beraber arıtma tesisi çıkış suyunun yüksek fosfat içeriyor olması nedeniyle *T.allenii* türünün, İzmir Körfezi için puls periyotlarına bağlı olarak aşırı çoğalma riski mevcuttur.

- Finkel ZV, M.E. Katz, J.D. Wright, O.M. Schofield, P.G. Falkowski. 2005. Climatically driven macroevolutionary patterns in the size of marine diatoms over the Cenozoic. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 102(25): 8927-32.
- Gordon, R. and Drum R.W., 1994. The chemical basis of diatom morphogenesis. *Int. Rev. Cytol.* 150: 243-372.
- Grover, J.P. 1991. Resource competition in a variable environment: Phytoplankton growing according to the variable-internal-stores model. *Am Nat* 138:811–835.
- Guillard, R.R.L. 1973. Division Rates. in: *Handbook of Phycological Methods-Culture Methods and Growth Measurements*. Cambridge University Press, Chapter 19, pp289-311.
- Guillard, R.R.L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. in: *Culture of marine invertebrate animals*. Smith WL, Chanley MH (eds.), Plenum Press, New York, pp. 26-60
- Haris, A.S.D., Medlin, L.K., Lewis, J. and Jones, K.J. 1995. *Thalassiosira* species (Bacillariophyceae) from a Scottish sea-loch. *Eur. J. Phycology*. Vol. 30. pp. 117-131.
- Hasle, G.R. and G.A. Fryxell. 1995. Taxonomy of Diatoms, Intergovernment Oceanographic Commission, UNESCO. pp 339-348.

- Klausmeier C.A., E. Litchman, T. Daufresne, S.A. Levin. 2004. Optimal nitrogen-to-phosphorus stoichiometry of phytoplankton. *Nature*. 429(6988): 171-4.
- Koray, T. 2004. Potentially toxic and harmful phytoplankton species along the coast of the Turkey Seas. In: Steidinger KA, Lansberg JH, Tomas CR, Vargo GA Editors. *Harmful Algae 2002*. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Inst. of Oceanography and IOC of UNESCO. pp. 335-337.
- Litchman E., C. A. Klausmeier, K. Yoshiyama. 2009. Contrasting size evolution in marine and freshwater diatoms. *Proc Natl Acad Sci*. 106(8): 2665–2670
- Mann D.G., Evans K.M. 2007. Molecular genetics and the neglected art of diatomics pp. 231–265. *Unravelling the algae – the past, present and future of algal molecular systematics*.(Ed): Brodie J., Lewis J.M., CRC Press, London
- Muylaert, K., K. Sabbe. 1996. The diatom genus *Thalassiosira* (Bacillariophyta) in the estuaries of the Schelde (Belgium/ The Netherlands) and the Elbe (Germany). *Bot. Mar.* 39:103-115.
- Nuccio C., C. Melillo, L. Massi, M. Innamorati. 2003. Phytoplankton abundance, community structure and diversity in the eutrophicated Orbetello lagoon (Tuscany) from 1995 to 2001, *Oceanologica Acta*. 26(1): 15-25,
- Officer, C.B., J.H. Ryther. 1990. The possible importance of silicon in marine eutrophication. *Marine Ecology Progress Series*. 3: 83-91.
- Peters R.H. 1983. *The ecological Implications of Body Size*. Cambridge, UK: Cambridge Univ Press. 329 pp
- Popovich C.A., A.M. Gayoso. 1999. Effect of irradiance and temperature on the growth rate of *Thalassiosira curviseriata* (Bacillariophyceae), a bloom diatom in Bahia Blanca estuary (Argentina). *Journal of Plankton Research*. 21(6): 1101-1110.
- Raimbault, P., V. Gentilhomme. 1990. Short- and long-term responses of the marine diatom *Phaeodactylum tricorutum* to stepwise additions of nitrate at nonnomolar levels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 135:161-176.
- Raven JA. 1998. The twelfth Tansley Lecture. Small is beautiful: The picophytoplankton. *Functional Ecol*. 12:503–513
- Shelknanloymilan, L., T. Atici, O. Obalı. 2012 Removal of nitrogen and phosphate by using *Chlorella vulgaris* on synthetic and organic materials waste water, *Biological Diversity and Conservation*, 5(2): 89-94
- Smayda, T.J. 1980. Phytoplankton species succession. In Moris I (ed.). *The Physiological ecology of phytoplankton*. University of California Press. Berkeley, pp. 493-570
- Smetacek V. Diatoms and the ocean carbon cycle. *Protist*. 1999;150:25–32
- Spatharis S., D. Mouillot, D. B. Danielidis, M. Karydis, T. D. Chi, G. Tsirtsis. 2008. Influence of terrestrial runoff on phytoplankton species richness-biomass relationships: A double stress hypothesis, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 362(1): Pages 55-62.
- Spatharis S., G. Tsirtsis, D. B. Danielidis, T. D. Chi, D. Mouillot. 2007. Effects of pulsed nutrient inputs on phytoplankton assemblage structure and blooms in an enclosed coastal area, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(3–4): 807-815
- Stolte W, R. Riegman. 1996. A model approach for size-selective competition of marine phytoplankton for fluctuating nitrate and ammonium. *J. Phycol* 32:732–740.
- Svensen C., J. C. Nejtgaard, J. K. Egge, P. Wassmann. 2002. Pulsing Versus Constant Supply Of Nutrients (N, P And Si): Effect On Phytoplankton, Mesozooplankton And Vertical Flux Of Biogenic Matter. *Sci. Mar.*, 66 (3): 189-203
- Şişman Aydın, G., Büyükkışık, B, 2005. Effects of nutrient loading frequency on the growth of harmful diatom *Thalassiosira allenii* Takano (Bacillariophyceae). 08-13 November 2005, X. European Ecological Congress, Kuşadası, İzmir
- Şişman Aydın, G., Büyükkışık, B., Kocataş, A. 2014. "Fosfat Ve Silikatin Zararlı Denizel Diatom Büyümesi Üzerine Etkisi: *Thalassiosira allenii* Takano (Bacillariophyceae)", *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 44-52.
- Şişman Aydın, G., Kocataş, A. and Büyükkışık, B. 2009. "Effects of light and temperature on the growth rate of potentially harmful marine diatom: *Thalassiosira allenii* Takano (Bacillariophyceae)", *African Journal of Biotechnology*, Vol.8 (19), 4983-4990.
- Şişman Aydın, G., Büyükkışık, B., Kocataş, A. 2013. Farklı Azot Kaynağının (NO₃ ve NH₄) Zararlı Denizel Diatomu *Thalassiosira allenii* Takano (Bacillariophyceae) Büyümesi Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt 10(3)*: 90-96.
- Şişman Aydın, G. 2012. Interval Nutrient Pulses Responses of Competitive Culture Experiment: *Chaetoceros sp.* *Thalassiosira allenii* (Takano), *Gomphosphaeria sp.*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 11: 799-802.
- Yamamoto T., G. Hatta. 2004. Pulsed nutrient supply as a factor inducing phytoplankton diversity. *Ecological Modelling*. 171(3): 247-270.