

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

UZUNÇAYIR BARAJ GÖLÜNDEN İZOLE EDİLEN *NAVICULA ACCOMODA*
(DİYATOME)'NİN BÜYÜME KOŞULLARININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Orhan TAN

Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Banu KUTLU
TUNCELİ – 2017

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZUNÇAYIR BARAJ GÖLÜNDEN İZOLE EDİLEN *NAVÍCULA ACCOMODA*
(DİYATOME)'NİN BÜYÜME KOŞULLARININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Orhan TAN
(Enstitü No:131106111)

Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Banu KUTLU

TUNCELİ – 2017

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZUNÇAYIR BARAJ GÖLÜNDEN İZOLE EDİLEN *NAVÍCULA ACCOMODA*
(DİYATOME)'NİN BÜYÜME KOŞULLARININ ARAŞTIRILMASI

Orhan TAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez / / 2016 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Doç. Dr. Banu KUTLU
(Munzur Üniversitesi)

Doç. Dr.
(..... Üniversitesi)

Doç. Dr.
(..... Üniversitesi)

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Numan YILDIRIM

Enstitü Müdürü

İmza ve Mühür

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLTUB015-10

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı "Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu"ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, tatlı su diyatomu *Navicula accomoda*'nın optimum büyüme kinetiği parametreleri ve sınırlayan nutrientin belirlenmesidir.

Araştırmada *Navicula accomoda* türü Uzunçayır Baraj Gölü'nden izole edilmiştir. Büyümesi sürekli- aydınlık periyotta ve kesikli kültür sisteminde; ışık, sıcaklık ve nutrientlerin etkileri incelenmiştir. Buna göre optimum sıcaklık 18°C ve ışık şiddeti 300 ftCd olarak bulunmuştur.

Her bir nutrient için hesaplanan μ_{max} ve Ks değerleri sırasıyla: fosfat için 3,36 çiftlenme/gün, 51,4 $\mu\text{g-at- NH}_4^+$ -N/L, nitrat için 2,94 çiftlenme/gün, 32,1 $\mu\text{g-at 1 NO}_3^-$ -N/Ltesi. Sınırlayıcı nutrient ise fosfat olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Diyatom, *Navicula accomoda*, Işık, Sıcaklık, Uzunçayır Baraj Gölü

ABSTRACT

Investigations On The Growth Conditions Of *Navicula Accomoda* (Diyatome) Isolated From Uzunçayir Dam Lake(Tunceli)

The aim of this study was to determine the parameters of growth kinetics limiting nutrient of the benthic diatom *Navicula accomoda*.

In this research, the impacts of light, temperature and nutrients on the growth of *Navicula accomoda* were investigated under continuous-light period and batch culture conditions. As a result, the optimum temperature and light intensities were found as 18 °C and 300 ftCd (saturasyon light), respectively.

The values calculated for each nutrient are: 3,36 doubling/day, 51,4 µg-at-NH₄ + -N /L for phosphate, 2,94 doubling/day for nitrate, 32,1 µg-at 1NO₃ -N /L. The limiting nutrient is found as phosphate.

Key Words: Diyatom, *Navicula accomoda*, light, temperature, Uzunçayir Dam Lake

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Banu KUTLU baőta olmak üzere, tez projesini destekleyen Tunceli Üniwersitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (Proje No: YLTUB015-10), tezimin her aőamasında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme, arkadaşlarıma tezime katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. İbrahim CENGİZLER'e ve Sayın Doç. Dr. Azime KÜÇÜKGÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Orhan TAN

TUNCELİ- 20

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLOLAR LİSTESİ	VII
RESİMLER LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür Bilgisi.....	2
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1. Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgiler.....	8
2.1.1. Navicula accomoda Türünün Tayini	10
2.2. İzolasyon Çalışmaları.....	10
2.3. Zenginleştirme Denemeleri.....	10
2.4. Optimal Şartların Belirlenmesi.....	12
2.5. Optimum Sıcaklığın Belirlenmesi.....	12
2.6. Optimal Işığın Belirlenmesi.....	13
2.7. Nutrientlerin Büyüme Hızı üzerine Etkilerinin İncelenmesi.....	14
3. BULGULAR	16
3.1. Optimal Işık ve Sıcaklık.....	16
3.2. Optimal Sıcaklık.....	26
3.3. Nutrientler.....	27
3.3.1. Fosfat.....	27
3.3.2. Nitrat.....	29
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	32
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Uzunçayır Baraj Gölü.....	8
Şekil 2.2. Substrat derişimlerine (S) karşılık ekponansiyel fazda spesifik büyüme hızı.....	15
Şekil 3.1. <i>Navicula accomoda</i> türünün 6°C sıcaklıktaki farklı ışık şiddetinde (200, 300,350, 380, 400, 500, 600 ftCd) büyüme eğrisi.....	17
Şekil 3.2. <i>Navicula accomoda</i> türünün 12°C sıcaklıktaki ışık şiddetinde (200, 300, 350, 380, 400, 500, 600 ftCd) büyüme eğrisi.....	19
Şekil 3.3. <i>Navicula accomoda</i> türünün 15 °C sıcaklıktaki ışık şiddetinde (200, 300, 350, 380, 400, 500, 600 ftCd) büyüme eğrisi.....	21
Şekil 3.4. <i>Navicula accomoda</i> türünün 18°C sıcaklıktaki ışık şiddetinde (200, 300, 350, 380, 400, 500, 600 ftCd) büyüme eğrisi.....	23
Şekil 3.5. <i>Navicula accomoda</i> türünün 20°C de 300, 350, 400 ftCd ışık şiddetinde büyüme eğrisi.....	24
Şekil 3.6. <i>Navicula ccomoda</i> türünün 25 °C 200, 300, 350, 400, 450 ftCd ışık şiddetinde büyüme eğrisi.....	25
Şekil 3.7. Işık şiddetlerine bağlı olarak büyüme hızında gözlenen değişimler (eğriler farklı sıcaklıklarda elde edilen verilerden istatistik olarak bulunmuştur).....	26
Şekil 3.8. <i>Navicula accomoda</i> 18°C de PO ₄ ³⁻ -P/L konsantrasyonlarında büyüme eğrisi.....	29
Şekil 3.9. <i>Navicula accomoda</i> 18 °C 'de N ₃ ⁻ -N/L konsantrasyonlarında büyüme eğrileri.....	31

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2. 1. Bristol Ortamı (*) besleyici tuzları.....	11
Tablo 2. 2. Vitamin Solusyonu (*)	12
Tablo 2.3. <i>Navicula accomoda</i> türünün farklı sıcaklık ve ışık şiddetlerinde elde edilen spesifik büyüme hızları (μ , çiftlenme/gün).....	35



RESİMLER LİSTESİ

Sayfa No

Resim 2.1. Navicula accomoda.....9



1. GİRİŞ

Su yaşamın temel maddesidir ve susuz bir yaşam devam ettirilemez. Fakat dünyada su kaynakları, çeşitli tehditler altında kullanılmaz hale gelmektedir. Bu bozulmalara karşın tedbir almak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak için gözlem ve yönetim çalışmaları oldukça önemlidir. Suların takip edilmesinde mevcut durumun tespit edilmesi amacıyla başlıca iki yöntem kullanılmaktadır. Biyoindikatörler kullanılarak yapılması birinci sırası alırken, diğeri ise fiziko-kimyasal yöntemler ile yapılandır. Biyoindikatörlerin kullanımı ile çevresel oratma meydana gelen değişimlerin canlılar üzerine etkilerini gösterdiğinden trofik durumun değerlendirmesinde çok önemlidir. Bu iki yöntemin birlikte kullanılarak, sonuçların birlikte araştırılması önerilen bir durumdur (Cox, 1991).

Yeryüzündeki toplam suyun %98'i okyanus, tortul kayaçlar ve buzullardan oluşur. Fakat günümüzde kullanılabilen tatlı su miktarı %2'lik değer ile oldukça sınırlıdır (Kuleli, 1989; Kocataş, 1994). Bundan dolayı tatlı sular düzenli olarak izlenmesi ve korunması gereken doğal kaynaklardır. Doğal tatlı su kaynaklarının ekolojik durumlarının tespiti, muhafazası ve iyi durumda olmayan kaynaklarının iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ancak, su kaynaklarının izlenmesi ve korunması konusunda çok önemli eksikler vardır (EEA, 2006).

Tek hücreli olan alg fitoplankton bitki özelliğini göstermektedir. Fitoplankton tek ya da birden fazla birey bir araya gelerek koloni meydana getirebilme özelliğindedir. Bunlar bitki özelliğinde olduğu için su içinde üst katmanda yer almaktadırlar. Ayrıca besin zincirinde birinci basamağı oluşturarak yüksek enerjisi diğeri canlılara ulaştırmaktadır. Fitoplankton karbon, sülfür gibi önemli elementleri dönüşümünde önemli bir payı bulunmaktadır.

Dünya Alg Kataloğu'na göre 3.000 tür içinden sınıflandırılan 11.000 ırk vardır (Kaomataga ve ark.,1989). Onaltı ülkeyi temsilen 40 kültür koleksiyonu bulunmaktadır Tanımlanmış alg türleri kültüre edilenden %10 daha fazladır. İç sularımızda yeşil ve mavi-yeşil algler fazlaca barınmaktadır.

Hücrelerinde klorofil barındıran, basit yapılı ya da çok hücreli yapı gösteren fitoplanktonlar mikron büyüklüğünde ancak su hareketleri ile pasif olarak hareket eden bitkisel canlılardır.

Fitoplanktonik organizmalar kendi besini yapma özelliğinden dolayı ototrof canlılardır. Besince zengin tuzlar ve iz elementlerin kullanımıyla organik madde sentezleyen karbondioksit klorofil ve karoten gibi fotosentetik pigmentleri içermesiyle fotosentez olayını yapar. Bazı fitoplanktonik organizmaların birkaçı (dinoflagellatlar) geçici olarak hetetrofiktir. Bunlar organik partikülleri çözünmüş organik maddelerden sentezlerler (osmotrophy). Büyüklük bazında planktonlar sınıflandırıldığında nanoplankton <20 µm ve mikroplankton 20-200 µm aralığında bulunmaktadır.

Fitoplanktonik alglerin morfolojisi farklılıklar arz eder. Tek hücreli formda oldukları gibi kolonial formda; iplikli yapıdan şeritsi formda hatta yapraksı ve ağaçsı yapılarda olabilirler. Soliter ve hareketli hücrelere sahip olup 1,2 yada 3,4 flagellatlıdır. Buna ilaveten, kontraktıl vakuolleri barındırırlar.

İç sularımız veya denizlerimizde diğer sucul canlıların beslenmesinde önemli olan fitoplanktonik canlılar, sucul ekosistemin ilk basamağını oluştururlar aynı zamanda akuatik ortamın verimliliğini belirlemede önemli rol üstlenmektedirler.

Bu çalışmanın amacı, tatlı su diyatomundan (Uzunçayır Baraj Göl'nden) alınan *Navicula accomoda*'nın optimum büyüme koşulları parametreleri ve sınırlayan nutrient değerinin belirlenmesidir. Bu bağlamda, sucul ekosistemin bir parçası olan fitoplanktonların biyoması klorofil -a içeriği yönünden Uzunçayır Baraj Gölü'nden alınan biyotoksinleri üreten fitoplankton türünün (*Navicula accomoda*) canlılar ve çevre üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla laboratuvar koşullarında fiziko-kimyasal analizlerini ve büyüme koşullarını araştırmak.

Bu çalışmada Tunceli ili Uzunçayır Baraj Göl'nde özellikle insan kaynaklı ve evsel atık sulardan kaynaklı kirleticilerden oluşabilecek fitoplankton populusyonundaki değişimin, artışın, büyüme hızının laboratuvar koşullarında yapılan deneyler sonucu özelde Tunceli iline genelde ekosisteme verdiği zararın mevcut durumu gözlemlenecektir.

1.1. Literatür Bilgisi

Yeryüzünde toplam net birincil üretim yılda yaklaşık 1.4×10^{14} kg kuru ağırlıktır ki bu miktarın en az %40'ı fitoplankton türleri tarafından meydana getirilir. Fitoplanktonun birincil üretimde bu denli büyük bir rolünün olması nedeniyle, bu alanda doğal ortam çalışmalarını destekleyici nitelikte laboratuvar çalışmalarına gereksinim vardır. Bu sebeple ileri teknoloji ürünü alet ve ekipmanın gelişmesi, fotosentez hızı, büyüme ve birincil üretim,

besleyici element alınımlarının kinetikleri ve hücre metabolizması ve biyokimyasal kompozisyon gibi çeşitli fizyolojik süreçlerin ölçümlerine yönelik olan araştırmaların önemini arttırmıştır (Rines ve Hargraves, 1988).

Fitoplankton toplulukları göl sularındaki fiziko- kimyasal değişimlere göre farklılık gösterirler. Göllerde, su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen gibi su kalite parametrelerindeki değişkenliklere bağlı olarak veya kirlilik nedeniyle bazı türlerde azalma meydana gelirken bazı türlerin sayısında artışlar meydana gelir. Örneğin; diatomlar kış ile ilkbaharda suda nitrat, fosfor ve silikat arttığından oldukça çoğalırlar. Bu durumun tam tersi yeşil alg ve desmidler ise yazın, fosfat ve nitrat azaldığı zaman artar (Tanyolaç, 2009). Bu yüzden göllerde trofik durumunun belirlenmesinde fitoplanktonların tür kompozisyonu ve sayısı dikkate değer bir göstergedir.

Biyolojik olarak fitoplankton topluluklarının veya diğer sucul organizmaların kullanılmasının tercih edilmesi çok eskilere dayanmaktadır. Saprobik ve trofik indikatör türler birçok çalışmaya konu olmuştur (Thunmark, 1945; Nygaard, 1949; Lepistö ve Rosenström, 1998). Birçok sayısal indisler geliştirilmiştir (Thunmark, 1945; Nygaard, 1949). 1941 ve 1945 yıllarında Pankin tarafından alg topluluklarının sınıflandırılması için kullanılan bazı yaklaşımlar da bağlayıcı bir kabul görmemiştir. Bu durum fitoplanktonların dinamik özellikleri, tatlı su ekosisteminin habitat çeşitliliği ve fitocoğrafik farklılıklardan kaynaklanmaktadır (Padisak ve ark., 2006). Fitoplankton toplulukları her yıl önemli değişimler göstermektedir. Mevsimsel süksasyon olarak kabul edilen rekabet bölgesi her yıl değişmektedir (Sommer, 1986) ve her bir türün çok sayıda nesli sucul ekosisteme katılmaktadır. Bu işlem rekabet baskısıyla ve eğer koşullarda değişme olmazsa bir veya birkaç türün baskın olduğu toplulukların seçimiyle sonuçlanır. Koşullardaki değişimler yüksek kompozisyonel çeşitliliğin oluşumuna yol açar (Scheffer ve ark., 2003). Fitoplanktonlar yeryüzündeki vejetasyonun %25'inden fazlasından meydana gelmektedir (Jeffrey ve Mantoura, 1997). Büyük bir kısmı klorofil içermelerinden ötürü ototrofik olan bu canlılar, ışıkta fotosentez vasıtasıyla karbondioksit ve inorganik maddelerden organik madde üretirler.

Yalnızca klorofil içerikli bitkiler tarafından gerçekleşen fotosentez olayı sucul ekosistemin birincil üreticileri konumundadır. Zooplanktonik canlılar ile başlayan döngü suda yaşayan diğer organizmaların beslenmesi ile direkt ya da indirek yoldan etkilenmesi bakımından önemlidir (Piner, 2001). Fitoplanktonik canlılar fotosentez ile kullandıkları güneş ışığını kimyasal enerjiye dönüştürürler ki burada klorofil pigmentleri aracılığıyla

sağlarlar. Fotosentetik pigmentler renklerini emdiği değil, yansıttığı ışığın dalga boyu ile alırlar. Fitoplanktonun, denizlerdeki fotosentezin %90'ını oluşturduğu söylenmektedir (Kennish, 2001).

Fitoplankton biyomasının hesaplanmasında başlıca kullanılan hesaplama yöntemi klorofil a analizidir. Bu yöntem en sık kullanılan yöntem olup bütün pigmentin tüm fotosentetik alg gruplarını barındırması ve ayrıca kısa zamanda analizin tamalamasından dolayı da avantajlıdır (Polat, 2002a). Denizlerimizde fitoplanktonun biyomas belirteci olarak klorofil a'nın kullanımı uzun zamandan beri ifade edilmektedir (Jeffrey ve Mantoura, 1997). Fitoplankton biyomasının belirlenmesi zor olup hücre hacmi ve karbon miktarı ile ilişkilendirilmelidir. Bundan dolayı klorofil a fitoplankton biyomasının bir belirtecidir ve sucul ekosistemin trofik yönden sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Klorofil a'nın belirlenmesiyle fitoplankton büyümesi, fitoplanktonu etkileyen çevresel etkenler hakkında da bilgi sahibi olmak mümkündür. Bu faktörler besleyici element miktarları gibi suyun kimyasal özellikleri olabileceği gibi, ışık ve sıcaklık gibi fiziksel özellikleri de olabilir (Kayaalp ve Polat, 2001).

Diyatomeler fitoplankton grupları arasında birincil üretimde çok önemli role sahiptir, okyanuslardaki akıntı (upwelling) bölgeleri ve kıta sahanlıkları gibi en verimli bölgelerdeki dominant rolleri bakımından diyatomelerin dünyadaki net birincil üretime %20–25 katkıda buldukları tahmininde bulunulmuştur (Hendey,1964).

7 farklı Antarktik diyatome (*Chaetoceros deflandrei*, *Corethron criophilum*, *Castracane* sp., *Synedra* sp., *Nitzschia kerguelensis*, *Nitzschia turgiduloides*, *Nitzschia cylindricus* ve *Stellarima microtrias*) üzerinde yapılan bir çalışmada örnekler 3 farklı sıcaklık şiddetine (0°C , 6°C ve $15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) ve sürekli ışık altında 4 farklı ışık şiddetine ($46 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, $72 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, $175 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve $220 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) maruz bırakılmıştır. Bu iki faktörün birlikte etkilerinin araştırılması sonucu, ışık ve sıcaklığın birlikte etkilerinin antarktik fitoplankton büyümesinde en önemli sınırlayıcı faktör olduğu belirlenmiştir. Işık şiddetinin $220 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ den $46 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e düşürülmesiyle büyümenin yaklaşık olarak %50 azaldığı görülmüştür (Fiala and Oriol 1990). Göl fitoplankton arasında silikat ve nitrat rekabetinde ışık şiddeti ve gün uzunluğunun etkileri incelenmiştir. Si: N oranlarının 16:1'den 124:12'ye kadar değiştiği, ışık şiddetlerinin ise 28- 225 $\mu\text{mol quantum m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında 3 farklı ışık dozunda çalışılan araştırmada diyatomelerin yüksek Si: N oranlarında dominant duruma geçtikleri;

düşük Si:N oranlarında ise flagellatların rekabette dominant olduğu görülmüştür (Sommer, 1994).

Diyatomların 185 yıl kadar önce fosil kayıtları bulunmuştur (Rothpletz, 1896; Gersonde ve Harwood, 1990; Drum ve Gordon, 2003; Kroth, 2007), karbonun, fosfatın ve silikonun biojeokimyasal döngüsünde ekolojik açıdan önemli bir role sahip (Bidle ve ark., 2002; Falciatore ve Bowler, 2002; Lopez ve ark., 2005). Diyatomlar buz ve toprağında içinde yer aldığı geniş bir habitat çeşitliliğinde yer alarak hem göl hem de tatlı sularda bol olarak rastlanmaktadır (Werner, 1977). Diyatomlar birçok sucül ekosistemler için fitoplanktonik organizmaların ana bileşenidir. Diyatom türlerinin tanımlanan sayısı 12000 (Werner, 1977; Gordon ve Drum, 1994; Norton ve ark., 1996) civarındadır; fakat toplam sayının çok daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Hücrelerinin çevresi silisten meydana gelen iki adet birbiri içine geçmeli hücre duvarından oluşmaktadır. Bu hücre duvarına Fristül denir. Çeperlerinin iç kısımlarında, amorf SiO₂ biriktirmeleri (nano boyuttaki SiO₂'nin çökmesi –biyominerilizasyon) bu canlıları eşsiz kılan özelliklerin başında gelir. Bu organizmalar öldüklerinde hücre içerikleri bozulmakta, ancak silisyum dioksitten oluşan kabukları göllerde ve okyanus tabanlarında uygun koşullarda uzun süren bir birikmenin ardından, Diatomit veya Kizelgur adı verilen silisli çökelleri meydana getirir. Diatomitler; günümüzde dinamit yapımı, ateşe dayanıklı tuğlaların yapılması gibi sanayinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Ayrıca silika kabukların dayanıklı yapısı, diyatomelerin önemini bir kat daha arttırmaktadır. Silika biyominerilizasyonu, nano boyutta malzeme üretiminde bilim adamları için önemli bir malzemedir. Diyatomeler ve silis çoğu kez terim olarak silisyum ile karışmaktadır. Silisyum bir elementtir. Silis ise silisyum dioksitin kısaltılmış ismidir (SiO₂) (Parlak şekilsiz ve hidratları kapsamaktadır). Silikat monosilicic asidin[Si(OH)₄] iyonize şeklidir.

Fristül, hücrenin tam ortasında veya ortasına yakın bir noktada hücrenin nükleonunun yer aldığı protoplazmik yapıyı sarar. Kloroplast hücrenin büyük bir kısmını kaplamaktadır ve genellikle 2 parietal plastid şeklinde olmasına karşın bazen de çok sayıda disk biçimindeki plastidlerdir. Depo ürünü krisolominarindir ve protoplazma içindeki vesiküllerde bulur.

İki toksik göl diyatome türünde ışık ve sıcaklık parametreleri üzerine yapılan bir çalışmada sıcaklık aralığı 4-18° C ve ışık şiddeti 10- 175 $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında çeşitli

değerlerde incelenmiştir. Sonuç olarak maksimum büyüme hızı için gerekli olan ışık şiddeti miktarı, sıcaklık arttıkça linear bir şekilde artmıştır (Harrison ve Digerfeldt, 1993). Alglerin izolasyonu kolay bir süreç değildir, çünkü çok küçük boyuttaki hücrelerle çalışmakta ve diğer türlerle birlikte yaşamaktadırlar.

Mikroalg kültüründe temel adımlar örnek toplanması, ortam hazırlanması, sterilizasyon, izolasyon ve kültüre alma şeklindedir (Sukatar, 2002). Mikroalg kültüründe başlangıç evresi, üssel büyüme evresi, yavaşlayan büyüme evresi, sabit evre ve ölüm evresi olmak üzere 5 büyüme evresi vardır (Lavens ve Sorgeloos, 1996).

Büyüme hızının saptanması amacıyla hücre artışını izlemek için yapılan günlük hücre sayımlarında Neubauer sayma kamarası kullanılmaktadır. Kültür yoğunluğunun artışına bağlı olarak bu kamaranın farklı boyut ve hacimlere sahip karelerinde bulunan hücreler sayılmaktadır (Gökpınar, 1982).

Diyatomeler hücre bölünmesini gerçekleştirebilmek için silisyuma ihtiyaç duyarlar. Doğal sularda diyatomelelerin kullanabilmesi için baskın olan silisyum formu monomerik silicic asittir (monosilicic asit, orthosilicic asit). Diyatome hücreleri tarafından tutulmuş olan silisyum monosilicic{Si(OH)₃O asidin iyonize formudur. Monosilicic asit diyatome hücreleri içine aktif olarak taşınır (Lee, 1999).

Centrales(=Biddulphiales), eşeyli üremesi oogami ile olan takımdır. Pennales ise eşeyli üremesi konjugasyonla olan takımdır. Centrales ordosunda eşeysiz üremede telafi olayı görülürken Pennales(=Bacillariales) ordosunda neslin küçülmesini önleyen telafi olayı görülmez. Bu ordoda telafi yalnız eşeyli üremede görülür (Andersen, 2005).

Diatomit (kizelgur), esas olarak diyatome kabuklarının birikmesi ile oluşmuş, SiO₂.n H₂O bileşimli, hafif ve kolay ayrışabilen bir kayadır. Volkanik hareketlerden etkilenen göllerde yaşayan diyatomeleler tek hücreli olup, mikron ölçüler, silis kabuklu, bir alg türüdür. Organizmanın ölmesiyle tortu haline gelip çöken ve yumuşak kısmı ise kuruyan bir canlıdır. Sonuç olarak silisli kabukların birikmesi ve taşlaşması ile diatomit yatakları oluşmaktadır (Temur, 1998; Breese, 1994).

Diyatome, büyüklüğü genel olarak, 2- 200µm arasında değişim göstermektedir (Uygun, 1976). Diyatomelemin sağlam olması ve saflığı sebebiyle en çok tüketildiği kullanım alanı filtrasyon işlemidir (Köktürk, 1997). Yapısal olarak geniş süzme yüzeyi sağlaması, yağ ve bazı mikroorganizmaları emem kapasitesi ve hacimli olması nedeniyle filtrasyon hızında artış sağlamaktadır. Filtrasyon işleminde en hızlı akış hızı elde etmek için kalsin

diyatom türü kullanılır (Karadeniz, 1996). Yüksek aralığa sahip olduğundan ağırlığının 3- 4 katına kadar su emebilir (Yılmaz ve ark. 1998).

Diyatome birçok uygulama da kullanılan (ses ve ısı izolasyonu, filtre malzemesi) ucuz bir malzemedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar üç boyutlu diyatome yapıların basit bir ısı işlem sonrasında ZrO₂, MgO ve TiO₂ seramik yapılara bozulmadan dönüştüğünü göstermektedir. Diyatomelerin potansiyel mühendislik uygulamaları şöyledir: metal film membranları, ilaç üretimi ve nano SiO₂ üretimi (Wee ve ark., 2005).

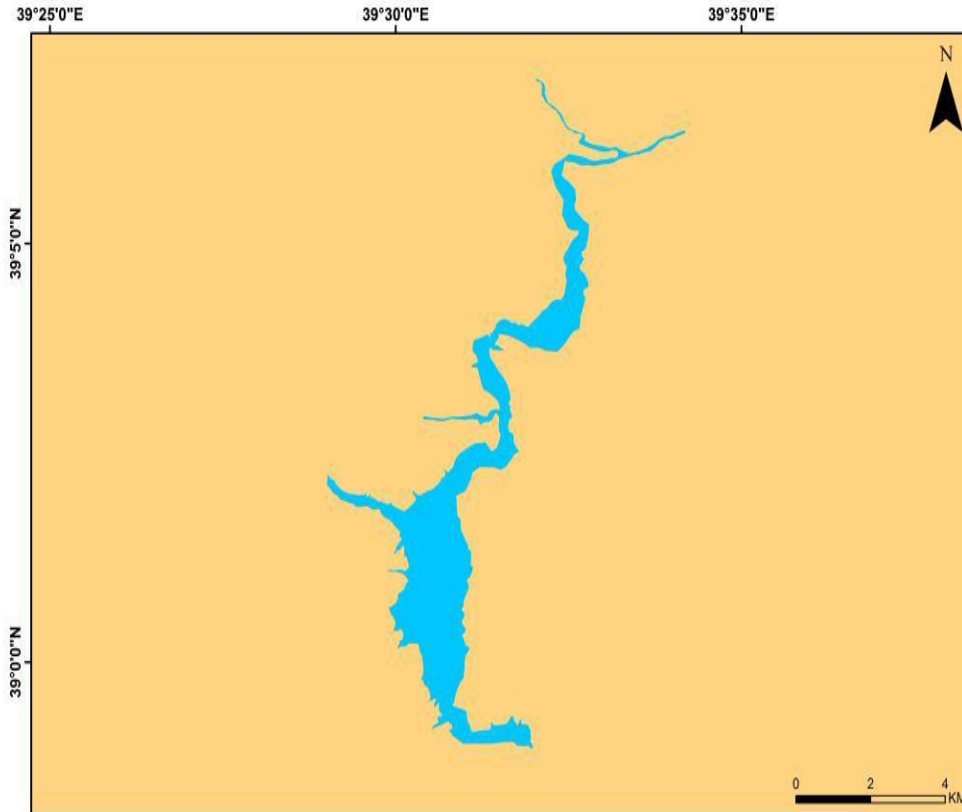


2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgiler

Araştırma alanı olarak seçilen Uzunçayır Barajı, Munzur ve Pülümür Çaylarının birleşme noktasının yaklaşık 25 km güneyinde 1996-2003 yılları arasında inşa edilmiş ve 2009 yılı Ekim ayında barajda su tutulmaya başlanmıştır. Göl, kar suları, kaynak suları ve dağlardan, özellikle yağışlı dönemlerde inen derelerle beslenir. (Şekil 1).

Kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 551.000 m^3 , akarsu yatağından yüksekliği 70 m, normal su kotunda göl hacmi 308 hm^3 , normal su kotunda gölalanı $13,43 \text{ km}^2$ 'dir.



Şekil 2.1. Uzunçayır Baraj Gölü

Mayıs 2015- Mayıs 2016 tarihleri arasında, Uzunçayır Baraj Gölü'nde (Tunceli) İzolasyon çalışmaları yapılmış ve izolasyon çalışmalarından *Navicula accomoda* türü izole edilmiştir.

Navicula accomoda mikro alginin büyüme kinetiklerini belirlemek üzere tek istasyondan nutrient analizleri, fiziko-kimyasal parametreler, biyolojik parametreler araştırılmıştır.

Uzunçayır Baraj Gölü'nde belirlenen istasyonlarda bulunan fitoplankton türlerini belirlemek (*Navicula accomoda*) ve teşhis etmek amacıyla örnek alma istasyonlarının yüzeyinden ağız çapı 30 cm göz açıklığı 55 µm olan Hydro-Bios marka plankton ağı kullanılarak örnekler alınmıştır

Taksonomik Durum

Araştırma bölgesinden elde türünün sistematik konumu aşağıda verildiği gibidir:

Kingdom	: Chromista
Divison	: Bacillariophyta
Classis	: Bacillariophyceae
Ordo	: Naviculales
Familia	: Naviculaceae
Genus	: Navicula
Tür	: <i>Navicula accomoda</i> Hustedt



Resim 2. 1. *Navicula accomoda*

2.1.1. *Navicula accomoda* Türünün Tayini

İzole edilen türden bir miktar alınıp örneğin üzerine 10% HCl, 30% H₂SO₄ ve KMnO₄ ilavesi yapılmış ve birkaç kez çalkalanarak 24 saat boyunca bekletilmiştir. Bu örneklerin üzerine min. 5 ml, max. 10 ml olacak şekilde Oksalik asit ilave edilmiştir. Bir süre bekletildikten sonra dibe çöken diatom früstülleri üzerindeki asitli su atılmış yerine distile su eklenerek 15 dakika süresince 3500 devir/dk'de santrifüj edilmiştir. Örnekten alınan birkaç damla materyal lam üzerine damlatılarak lamelle üzeri kapatılıp, daimi preparat haline getirilmiştir.

Olympus BX-21 araştırma mikroskobunda phase-contrast apochromate objektiflerle yapılan incelemelerle tayin edilmiştir.

2.2. İzolasyon Çalışmaları

Bu çalışmalar kapsamında deneme materyalimiz olan *Navicula accomoda* türü Uzunçayır baraj Gölü'nden alınmış göl suyundan sonsuz seyrelme tekniği kullanılarak izole edilmiştir. Aşılama işlemi yapılan steril tüplerde üreme gözlemleninceye kadar (sabit ışık ve sıcaklıkta) bekletilmiştir. Üreme gözlemlenmeye başladığında sırasıyla 100, 250 ml'lik erlenlere geçirilmiş ve daha sonra tüm denemelerde kullanılmak üzere 1lt'lik cam kaplarda kullanılmak üzere daha büyük hacimlerde kültür gerçekleştirilmiştir

2.3. Zenginleştirme Denemeleri

Nutrient zenginleştirme denemeleri kesikli kültür tekniği kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmalar, Uzunçayır baraj Gölü'nden fitoplankton tür izolasyonuna yönelik gerçekleştirilmiştir. İzole edilecek türün kontamine olmasını engellemek amacıyla ve mevcut laboratuvar imkânları göz önüne alınarak, kesikli kültür tekniğinde kullanılan havalandırma sistemi kullanılmamıştır. Zenginleştirme denemeleri aydınlık periyotta (L:D=24:0) gerçekleştirilmiştir.

Nutrient zenginleştirme çalışmalarında Uzunçayır Baraj Gölü bölgesinden, alınan yüzey göl suyu laboratuvara getirilmiştir. Zenginleştirme denemelerinde $\pm 2^{\circ}\text{C}$ duyarlılıklı sabit sıcaklık odası kullanılmıştır.

Sabit sıcaklık odası aydınlatılması 40 watt'lık day light fleuoresans lambalarla yapılmıştır. Hazırlanan kültür ortamları, 200-600 ftCd aralığındaki ışık şiddetinde aydınlık periyotta inkübe edilerek, eksponansiyel faz takip edilmiştir. Işık şiddeti Digital Light Meter Test 1330 Digital/Light meter Quantum Insurments Photometer ile ölçülmüştür ve denemeler süresince ışık şiddeti sabit tutulmuştur.

Denemelerde kullanılan göl suyu, Uzunçayır Baraj Gölü 'nden temin edilmiş ve laboratuarda 0,2 µ'luk kartuş filtreden süzölmüştür. Süzölmüş göl suyu, çalışmalar amacıyla uygun 1 lt'lik cam kaplara konulmadan önce cam kaplar 121°C sıcaklıkta 1.5 atm basınç altında otoklav kullanmak suretiyle sterilizasyonları yapılarak çalışmaya hazır hale getirilmiştir (Bristol, 1949).

Zenginleştirme çalışmaları Bristol solüsyonu ortamıyla yapılmıştır (Bold, 1949).

Araştırma sırasında kullanılan ortamların miktarı Tablo 2.1, 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2. 1. Bristol Ortamı (*) besleyici tuzları.

Miktar	Kimyasal Madde	Stok Çözeltisi
10 ml	NaNO ₃	10 g/L
10 ml	CaCl ₂ .2H ₂ O	1 g/L
10 ml	MgSO ₄ .7H ₂ O	3 g/L
10 ml	K ₂ HPO ₄	3 g/L
10 ml	KH ₂ PO ₄	7 g/L
10 ml	NaCL	1 g/L

*Bristol solution and medium; Bold 1949 filtrelenmiş ve sterilize edilmiş göl suyuna eklenip, 1 litreye tamamlanır.

Tablo 2. 2. Vitamin Solusyonu (*)

Miktar	Kimyasal Madde	Stok Çözeltisi
1 ml	Vitamin B12	1g/L dH ₂ O
10 ml	Biotin	0,1 g/L dH ₂ O
200 mg	Thiamine HCl	

*Guillard&Ryther 1962, Guillard 1975, 950 ml filtrelenmiş ve otoklav edilmiş göl suyuna eklenip, 1 litreye tamamlanır ve otoklav edilir.

2.4. Optimal Şartların Belirlenmesi

Bu çalışmada ışık şiddeti, sıcaklık ve nütrientlerdir birlikte etkilerinin incelenmesi ve optimum şartların belirlenmesi amacıyla her bir parametre için (ışık, sıcaklık ve nutrient) yarı doygunluk katsayıları (K_s, I_k, T_k) ışık saturasyon değerleri (K_S, I_K, K_L, K_T) hesaplanmıştır. Kültürün maruz bırakıldığı besleyici tuzların konsantrasyonları (substrat derişimi, S), ışık şiddetleri (I) ve deneme sıcaklıkları (T) sonucu gözlenen chl-a miktarı ile maruz bırakıldıkları zaman dilimlerinden elde edilen büyüme eğrisi grafikleri Excel (Windows) programı kullanılarak çizilmiştir.

2.5. Optimum Sıcaklığın Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan *Navicula accomoda* türünün optimal sıcaklığının belirlenmesi amacıyla, 7 ayrı sıcaklıkta çalışılmıştır (6°C, 12°C, 15°C, 18°C, 20°C, 25°C). Araştırma deneme sıcaklıkları, Uzunçayır Baraj Gölü'nün mevsimsel özellikleri göz önüne alınarak seçilmiştir.

Optimum sıcaklığın belirlenmesi ve optimum ışığın belirlenmesi eş zamanlı olarak yapılmıştır. Ölçümler günlük olarak Turner Design's 10-AU Flourometre ile yapılmış ve her bir sıcaklık için elde edilen büyüme grafiklerinde exponansiyel faz için (üstel) Eşitlik 1 (Guillard, 1973) kullanılarak spesifik büyüme hızları hesaplanmıştır.

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

μ : Spesifik büyüme hızı

N1: Üstel büyüme fazının başlangıcındaki Chl-a değeri $\mu\text{g/L}$ N2: Üstel büyüme fazının sonundaki chl-a değeri, $\mu\text{g/L}$

t1: N1 değerinin tayin edildiği zaman dilimi

t2: N2 değerinin tayin edildiği zaman dilimi, olarak ifade edilmiştir.

Elde edilen spesifik büyüme hızları ile sıcaklık arasında en küçük kareler yöntemi ile istatistiksel analiz yapılarak maksimum büyüme hızları ve yarı doyumluk katsayıları (Eşitlik 2) bulunmuştur.

2.6. Optimal Işığın Belirlenmesi

Navicula accomoda türü için optimal ışık şiddeti belirlenmesi amacıyla farklı ışık şiddetlerinde deneme gruplarıyla çalışılmıştır (25, 38, 45, 49, 52, 58, 65, 77, 90 ftCd). Çalışmalarda belirlenen ışık şiddeti ölçümleri Digital Lightmeter Tes 1330 kullanılarak ışık şiddeti lux cinsinden ölçülerek $\mu\text{mol/m}^2\text{s}$ 'e dönüştürülmüştür. Farklı ışık şiddeti elde edebilmek için su örnekleri, yapılan ışık ölçümlerine göre ışık kaynağından mesafelerinin ayarlanması ile düzenlenmiştir. Her bir ışık şiddeti için büyüme grafiklerinden hesaplanan spesifik büyüme hızları (μ_{exp}) kullanılarak (Eşitlik1) Monod denkleminin parametreleri μ_{max} ve KLT hesaplanmıştır. Fakat denemenin tüm ışık şiddetleri için Monod eğrisinin plato kısmında büyüme hızları elde edilmiştir. Bu nedenle KLT değerleri üzerinde hata büyüktür ve sadece μ_{max} değerleri verilmiştir. Doygunluk katsayıları (Eşitlik 3) hesaplanmıştır.

$$\mu = \mu_{\text{max}} * (I / (I_k + I))$$

Eşitlikte,

μ : Eşitlik 1'den elde edilen spesifik büyüme hızı

μ_{max} : Maksimum spesifik büyüme hızı

I: Işık Şiddeti

I_k : Yarı doyumluk katsayısı

olarak sembolize edilmiştir.

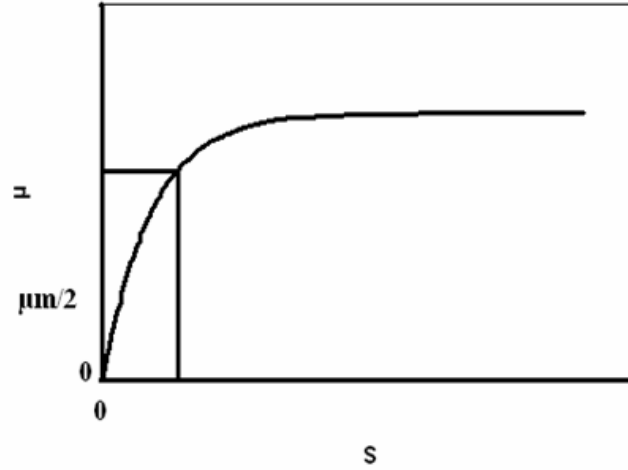
2.7. Nütrientlerin Büyüme Hızı üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Tunceli Uzunçayır Baraj Gölü 'nden alınan göl suyundan izole edilen ve kültürü yapılan *Navicula accomoda* türünün aynı sıcaklık ve aynı substrat kaynağından, substratın farklı derişimlerdeki spesifik büyüme hızının belirlenmesinde hücre dışı nütrient kontrol modeli (Monod Denklemi) kullanılmıştır (Burmester, 1979).

$$\mu = \mu_{\max} * S / (K_s + S)$$

Burada; S: Substrat derişimi, K_s Yarı doygunluk katsayısı veya maksimum spesifik büyüme hızının yarısına denk gelen büyüme hızına erişmek için gerekli nutrient konsantrasyonu olarak ifade edilmiştir. Diğer bir ifade ile türün nutrient gösterdiği affinite olarak da değerlendirilmiştir (Smayda, 1997).

Besleyici tuzların farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan (substrat derişimi, S) kültürün gözlemlenen chl-a miktarları Y koordinat eksenine; substrat konsantrasyonlarına maruz bırakılma sürelerine karşılık grafiğe geçirilerek büyüme eğrileri elde edilmiştir. Aynı substrat derişiminde gözlenen chl-a değerlerinden, logaritmik fazdaki büyüme eğrisi takip edilmek suretiyle, Eşitlik Şekil 4.2'den spesifik büyüme hızı değerleri (μ) hesaplanmıştır. Grafikte nütrient konsantrasyonuna karşı deneysel büyüme hızı değerlerinden çıkarılan temsili Monod eğrisi gösterilmektedir. Kültürün maruz bırakıldığı substrat konsantrasyonları x ekseninde ve bir önceki adımda hesaplanan spesifik büyüme hızları Y ekseninde gösterilerek en küçük kareler metodu ile Monod denklemi parametreleri, maksimum büyüme hızları ve yarı doygunluk sabitleri hesaplanmıştır.



Şekil 2. 2. Substrat derişimlerine (S) karşılık eksponansiyel fazda spesifik büyüme hızı

Yapılan işlemin temeli, kültürün maruz bırakıldığı besleyici tuzların konsantrasyonlarının (S) X koordinat eksenine; eğrinin parametreleri ile substrat derişimlerine karşılık gelen (S/μ) değerleri Y koordinat ekseninde işaretlenerek, eğrisel fonksiyonun lineer fonksiyona dönüştürülmesinden faydalanmak suretiyle elde edilen doğrunun apsisi kestiği noktadan Yarı-doygunluk katsayısının (K_s) hesaplanması teorisine dayanır (Guillard, 1973). Substrat derişimlerine karşılık gelen (S/μ) değerlerin lineer dönüşümü üstteki şekilde gösterilmiştir. Kültürün besleyici tuzlara maruz bırakılan konsantrasyonları (substrat derişimi, S) sonucu gözlemlenen chl-a miktarları ile maruz bırakılma sürelerinden elde edilen büyüme eğrisi grafikleri Ms Excel (Windows) programı kullanılarak çizilmiştir.

Navicula accomoda türü üzerindeki ışığın, sıcaklığın ve besleyici tuzların etkilerini araştırmak için sabit sıcaklık odası kurulmuştur. Bu çalışmada kurulan Sabit Sıcaklık Odası çalışma periyodu süresince $\pm 1^\circ\text{C}$ duyarlılık olacak şekilde ayarlanmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, *Navicula accomoda* türünün ışık şiddeti, sıcaklık ve nutrient konsantrasyonlarına göre hücre dışı nutrient kontrol modeli (MONOD) kullanılarak büyüme kinetikleri araştırılmıştır. Deneme sıcaklık aralığı 6°C,12°C 15°C,18°C, 20°C ve 25°C ve ışık şiddeti aralığı 200, 300, 350, 380, 400, 450, 500, 600, 700 ftCd'dir. Bu değerler arasında değişmiş ve büyüme *in vivo* chl-a değeri olarak ölçülmüştür. Elde edilen veriler tablo ve grafikler halinde verilmiştir.

3.1. Optimal Işık ve Sıcaklık

Navicula accomoda türünün kesikli kültür sisteminde 6°C sıcaklıkta 9 ayır ışık şiddetinde büyüme üzerine etkileri araştırılmıştır (Şekil.3.1). 6°C sıcaklık için tüm ışık şiddetleri için üstel büyüme fazına beklenenden daha çabuk geçmiştir. Bununla beraber chl-a değerleri 7. günün sonunda büyümeye devam ettiği görülmüştür. Bu sıcaklıkta 9 ayır ışık şiddetinde türün verdiği cevaplar şöyledir:

300 ftCd ışık şiddetinde *Navicula accomoda* türünün lag fazına girmediği gözlenmiştir. Eksponansiyel faza 1. günün sonunda ulaşmıştır. Büyümeye 7. günün sonuna kadar devam ettiği gözlenmiştir. Bu ışık şiddeti hesaplanan spesifik büyüme hızı 0.62 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

Işık şiddetinin 350 ftCd olduğunda da türün yine lag fazına girmediği gözlenmiştir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,01 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Burada açıkça görülen bir fark mevcuttur. 350 ftCd ışık şiddetinde chl-a 'nın üstel fazda ölçülen maksimum değeri 1,73µg/L'dir.

Hücreler 380 ftCd için, ilk günü lag fazında geçirmişlerdir. Üstel büyüme fazında 2. günün sonunda geçtiği görülmüştür. Bu ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,54 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu üstel fazda ölçülen en yüksek chl-a değeri 1,68 µg/L olarak bulunmuştur.

400 ftCd için üstel büyüme fazına 1. günün sonunda ulaşmış ve hücreler 10 katı bir büyüme göstermiştir. Bu ışık şiddeti altında hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,66 çiftlenme/gün ve üstel fazda ölçülen maksimum chl-a değeri 2,73 µg/L olarak ölçülmüştür.

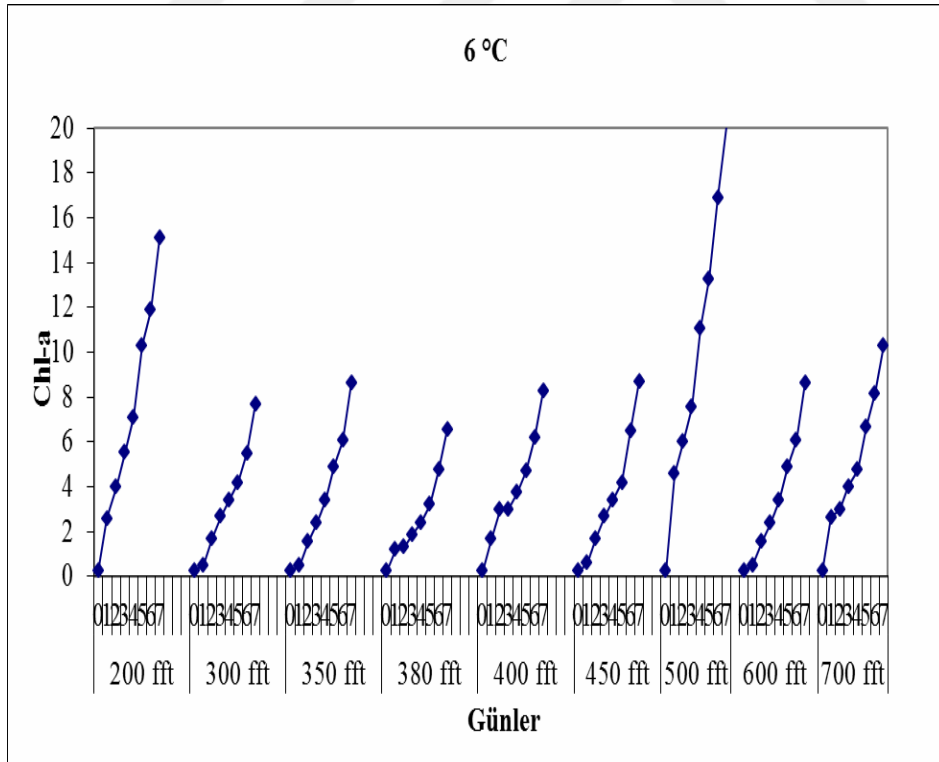
Bu sıcaklık için ışık şiddeti olan 450 ftCd için, lag fazına girmediği ve direk büyüme

fazına geçtiği gözlenmiştir. Bu ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,66 çiftlenme/gün'dür. Üstel fazda ölçülen chl-a değeri 2,73 $\mu\text{g/L}$ 'dir.

500 ftCd için üstel büyüme fazına 1. günün sonunda ulaşmış ve hücreler 10 katı bir büyüme göstermiştir. Bu ışık şiddeti altında hesaplanan spesifik büyüme hızı 11,66 çiftlenme/gün ve üstel fazda ölçülen maksimum chl-a değeri 0,423 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür.

Işık şiddetinin 600 ftCd olduğunda da türün yine lag fazına girmediği gözlenmiştir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 4,9 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Burada açıkça görülen bir fark mevcuttur. 600 ftCd ışık şiddetinde chl-a'nın üstel fazda ölçülen maksimum değeri 0,553 $\mu\text{g/L}$ 'dir.

Hücreler 700 ftCd için, ilk günü lag fazında geçirmişlerdir. Üstel büyüme fazında 2. günün sonunda geçtiği görülmüştür. Bu ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,54 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu üstel fazda ölçülen en yüksek chl-a değeri 1,68 $\mu\text{g/L}$ olarak bulunmuştur (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1. *Navicula accomoda* türünün 6°C sıcaklıktaki farklı ışık şiddetinde (200, 300, 350, 380, 400, 500, 600 ftCd) büyüme eğrisi

Navicula accomoda türünün kesikli kültür sisteminde 12°C sıcaklıkta 9 ayrı ışık şiddetinde büyüme üzerine etkileri incelenmiştir. 12°C sıcaklıkta türün lag fazına girmedeği ve üstel büyüme fazına geçişi gözlenmiştir. Bununla beraber her ışık şiddetinde türün yaşlanma süresinin 8. günde dâhil devam ettiği gözlenmiştir (Şekil 3.2).

200 ftCd'de hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,3 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Hücrelerin üstel büyüme fazı bulun ölçülen en yüksek chl-a değeri 0,38 µg/L'dir. Bu ışık şiddetinde hücrelerin lag faza girmedeği gözlenmiştir (Şekil 3.2)

12°C sıcaklık 300 ftCd ışık şiddetinde yapılan deneme sonucunda spesifik büyüme hızı 0.883 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu ışık şiddetinde hücrelerin lag faz 4,53 µg/l bulunmuştur.

350 ftCd ışık şiddetinden itibaren tüm ışık şiddetlerinde üstel büyüme fazı 7. günün sonunda tamamlanmıştır. Bu ışık şiddeti için eksponansiyel fazdaki maksimum chl-a değeri 4.38 µg/L olarak ölçülmüştür (Şekil.3.2).

380 µmol/ms için üstel büyüme fazının 1. günden 7. güne kadar devam ettiği görülmüştür. Bu ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı 4,81 çiftlenme/gün olarak hesaplanmıştır. Üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 4,38 µg/L olarak gözlemlenmiştir.

12°C'de 400 ftCd ışık şiddetinde yapılan denemenin sonunda hesaplanan spesifik büyüme hızı 1.07 çiftlenme/gün olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere 500 ve 600 ftCd ışık şiddetlerinde µ değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Bu ışık şiddetindeki üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 4,14 µg/L olarak ölçülmüştür. Her iki büyüme eğrisi incelendiğinde bu farkın çok fazla olmadığı görülmüştür.

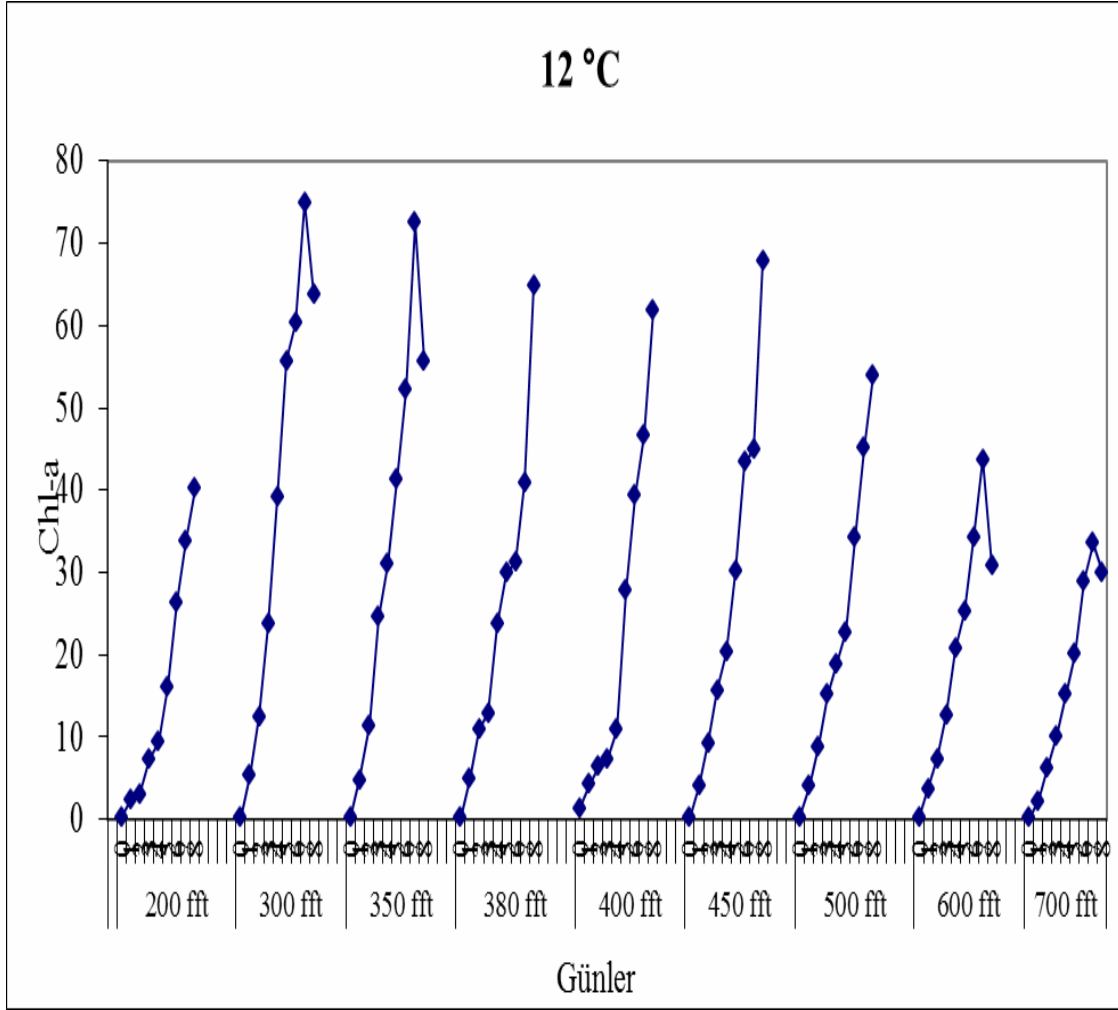
Navicula accomoda türü ile 450 ftCd ışık şiddetinde yapılan denemenin sonunda hesaplanan spesifik büyüme hızı 4,07 gün⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu ışık şiddetinde üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 68 µg/L olarak gözlenmiştir.

500 ftCd ışık şiddetinde yapılan denemenin sonucunda hesaplanan spesifik büyüme hızı 4.09 gün⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

600 ftCd ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 3,73 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Eksponansiyel fazda görülen maksimum chl-a değeri 4,01 µg/L'dir. Bu ışık şiddeti için bulunan µ değerinin diğer ışık şiddetlerinden çok farklı olmadığını söylemek mümkündür.

700 ftCd ışık şiddetinde ise, gerek spesifik büyüme hızları gerekse chl-a miktarı bakımından 200 ftCd ışık şiddetlerine benzemektedir. Bu ışık şiddeti için eksponansiyel

fazda ölçülen en yüksek chl-a miktarı 1,53 µg/L'dir.



Şekil 3. 2. *Navicula accomoda* türünün 12°C sıcaklıktaki ışık şiddetinde (200, 300, 350, 380, 400, 500, 600 ftCd) büyüme eğrisi

Navicula accomoda türünün 15°C yapılan denemelerinden elde edilen büyüme eğrilerini gösteren sonuçlar Şekil. 3.3' de gösterilmektedir.

Türün bu sıcaklıkta en düşük 200 ftCd ışık şiddetlerinde lag fazının 1. günün sonunda bittiği görülmektedir (Şekil. 3.3). Ekspansiyel fazda ölçülen en yüksek chl-a değeri 2,11 µg/L olarak gösterilmiştir. Bu ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 3,98 çiftlenme/gün bulunmuştur.

300 ftCd için elde edilen büyüme eğrisinde 1. günün sonuna kadar bir büyüme görülüş büyüme 7 gün boyunca devam etmektedir. Hücreler 3. günde tekrar bir artışa

geçmişler ve bu artış 6. günün sonuna kadar devam etmiştir. *Navicula accomoda* türünün 300 ftCd ışık şiddetinde üstel fazının 6. güne kadar uzadığı görülmüştür. Bu ışık şiddetinde üstel fazında ulaşılan maksimum chl-a değeri 46,1 µg/L olarak ölçülmüştür. 300 ft için hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,28 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

15°C sıcaklıkta 350 ftCd ışık şiddetinde lag fazın olmadığını ve üstel fazın 2. günün sonuna kadar devam ettiği görülmektedir. Bu ışık şiddetinde üstel büyüme fazının sonunda görülen maksimum chl-a değeri 13,4 µg/L olarak ölçülmüştür.

380 ftCd ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,94 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

Aynı sıcaklıkta 400 ftCd ışık şiddetinde, lag faz gözlenmemektedir. 2. günde üstel faz sonlanmıştır. Fakat 4. günden 5. güne kadar tekrar bir artış vardır. Bu ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,18 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Türün bu ışık şiddetinde üstel büyüme fazının sonunda ulaştığı maksimum chl-a değeri 58 µg/L olarak ölçülmüştür.

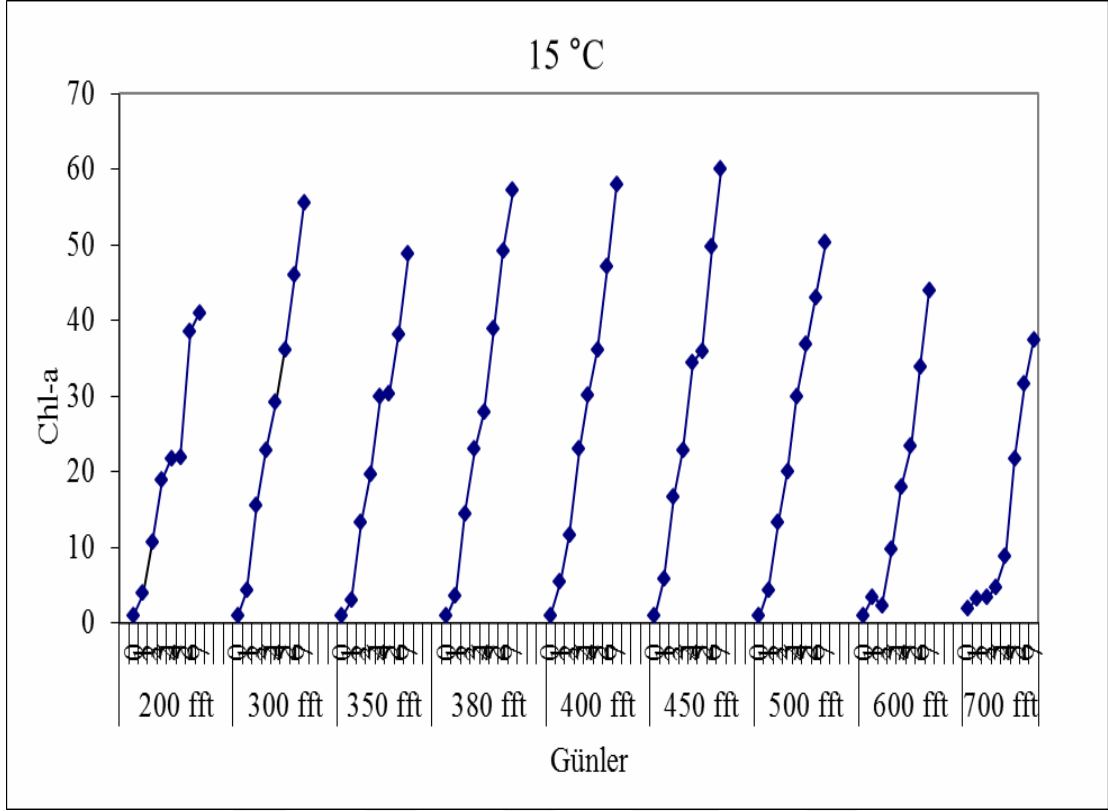
Bu sıcaklıkta 450 ftCd ışık şiddetinde lag faz gözlenmemektedir. Eksponansiyel faz 6. günün sonuna kadar devam etmiştir. Türün çoğalma periyodu boyunca maksimum chl-a değeri 60 µg/L olarak ölçülmüştür. Hesaplanan büyüme hızı ise 1,18 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

Aynı sıcaklıkta 500 ftCd ışık şiddetinde, lag faz gözlemlenmektedir; üstel büyüme fazı ise 6. günün sonunda tamamlanmıştır. Bu ışık şiddeti için büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 50,3 µg/L olarak ölçülmüştür. Bu ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,61 çiftlenme/gündür.

600 ftCd için hesaplanan büyüme hızı aynıdır. Bu ışık şiddeti için büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 44 µg/L olarak ölçülmüştür. Bu ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,04 çiftlenme/gündür.

15°C sıcaklık için denemesi yapılan diğer bir ışık şiddeti 700 ftCd. Bu ışık şiddetinde türün üstel büyüme fazı sonunda gözlenen en yüksek chl-a değeri 49,9 µg/L olarak ölçülmüştür. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,174 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

700 ftCd için, hücreler lag faza girmeden direk üstel faza geçmişlerdir. Bu ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı ise (μ) 1,31 çiftlenme/gün bulunmuştur.



Şekil 3. 3. *Navicula accomoda* türünün 15 °C sıcaklıktaki ışık şiddetinde (200, 300, 350, 380, 400, 500, 600 ftCd) büyüme eğrisi

Sıcaklık 18°C'ye çıkarıldığında türünün 9 farklı ışık şiddetinde verdiği cevaplar şekil 3.4.'de gösterilmiştir. 18°C sıcaklıkta türün büyüme fazına geçişi 1. günün sonunda başlamıştır.

Bu sıcaklıkta, deneme yapılan en düşük ışık şiddeti olan 200 ftCd'de üstel fazın 6. günün sonuna kadar devam ettiği görülmüştür. 25 ftCd ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı 0,92 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Hücrelerin üstel büyüme fazında ölçülen en yüksek chl-a değeri olan 48,2 µg/L'dir.

18°C sıcaklıkta 300 ftCd ışık şiddetinde yapılan deneme sonucunda spesifik büyüme hızı 1.04 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu ışık şiddetinde hücrelerin lag fazına girmediği ve üstel büyümede 3. günde bitmiştir. Hücrelerin lag fazına girmemeleri yaşam sürelerini kısaltmaktadır. Bu ışık şiddeti için eksponansiyel fazdaki maksimum chl-a 11,3 µg/L olarak ölçülmüştür (Şekil.3.4).

350 ftCd ışık şiddetinin büyüme eğrisine bakıldığında hücrelerin lag fazına

girmediği ve üstel fazın ilk günden başlayıp 4. güne kadar devam ettiği görölmüştür. Bu ışık şiddeti için spesifik büyüme hızı 1.17 çiftlenme/gün olarak hesaplanmıştır. Türün ekspanansiyel fazda ölçülen maksimum chl-a değeri 49,2 µg/L olarak gözlenmiştir.

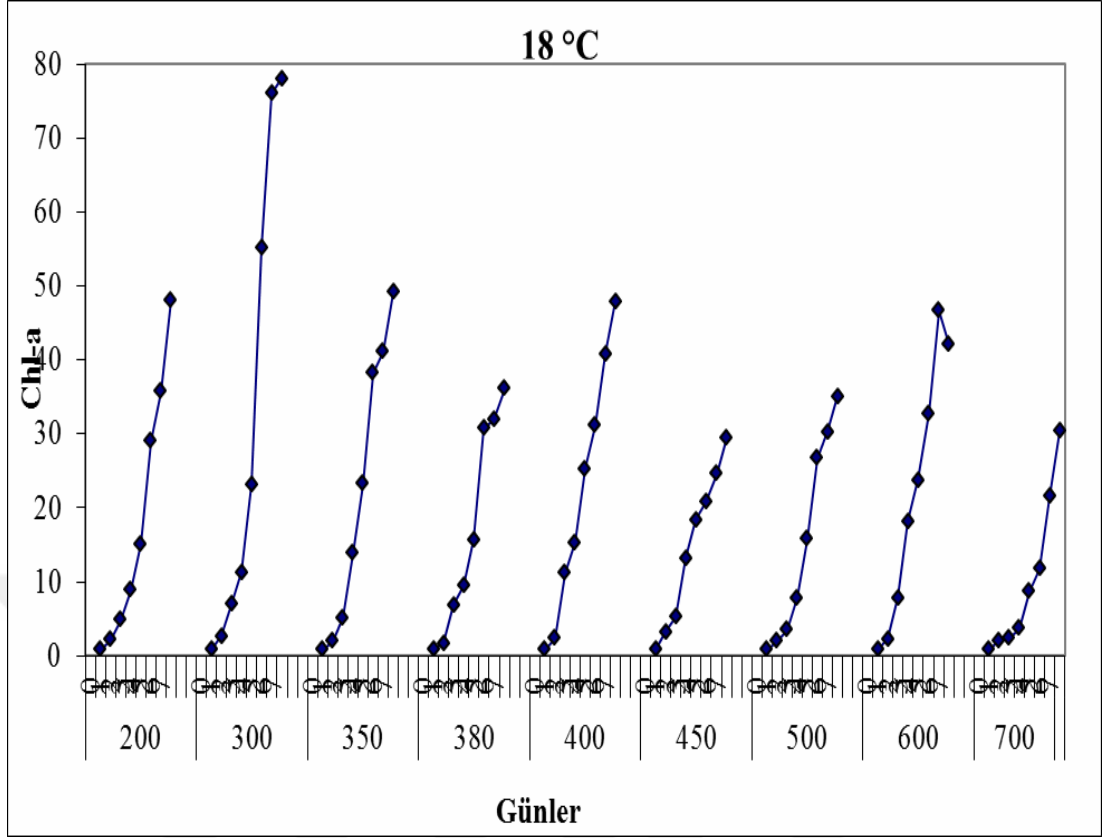
18°C 380 ftCd ışık şiddetinde yapılan denemelerin sonucunda hesaplanan spesifik büyüme hızı 1.04 çiftlenme/gün olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü üzere 380 ve 400 ftCd ışık şiddetlerine yakın değerler bulunmuştur. Fakat bu ışık şiddetinde ölçülen maksimum chl a değeri 36,2 µg/L olarak gözlemlenmiştir.

450 ftCd ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 1.32 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu ışık şiddeti için µ değeri diğer ışık şiddetlerinden daha büyük değere sahiptir. Ayrıca bu türün üstel fazda ölçülen maksimum chl-a değeri 29,4 µg/L olarak gözlenmiştir.

500 ftCd ışık şiddetinde ise, spesifik büyüme hızı 450 ftCd ışık şiddetinden daha küçük bir değer elde edilmiştir. Bu ışık şiddeti için üstel fazda ölçülen en yüksek chl a değeri miktarı 35,1µg/L'dir. 500 ftCd ışık şiddetinde µ değeri 0,99 çiftlenme/gündür.

Türün 600 ftCd ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı 1.48 çiftlenme/gündür. Görüldüğü üzere hücreler ilk günü lag fazında geçirmişlerdir. Üstel 1. günün sonunda başlamıştır. Bu ışık şiddetinde üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 47,1 µg/L olarak gözlemlenmiştir.

18°C 700 ftCd ışık şiddetinde yapılan denemenin sonunda hesaplanan spesifik büyüme hızı 1.23 çiftlenme/gün olarak hesaplanmıştır. Bu ışık şiddetinde üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 30,4µg/L dir.



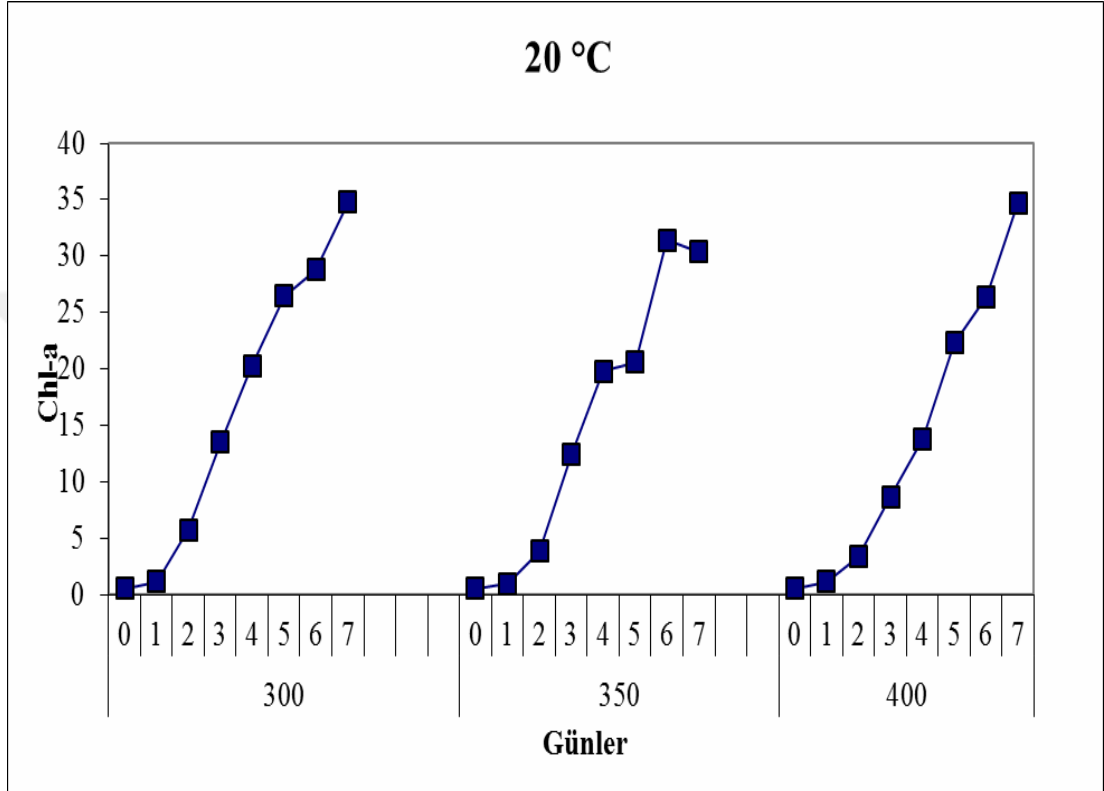
Şekil 3. 4 *Navicula accomoda* türünün 18°C sıcaklıktaki ışık şiddetinde (200, 300, 350, 380, 400, 500, 600) (ftCd) büyüme eğrisi

Sıcaklık 20°C' ye çıkarıldığında *Navicula accomoda* türünün 3 farklı ışık şiddetinde verdiği cevap Şekil. 3.5'de görülmektedir. 3 farklı ışık şiddetinde hücrelerin lag fazına girdiği görülmüştür.

20°C sıcaklıkta 300 ftCd ışık şiddetinde lag fazın 1. günün sonunda bittiği ve hemen üstel büyüme fazına başladığı gözlenmiştir. Üstel büyüme 4. günün sonunda bitmiştir. Bu ışık şiddetinde spesifik büyüme hızı μ 1.23 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. 300 ftCd ışık şiddeti için eksponansiyel fazda ölçülen chl-a miktarı 34.8 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Bu ışık şiddeti için eksponansiyel fazda ilerleyen büyüme 6. günün sonunda da devam ettiği görülmektedir (Şekil.3.5).

Türün 350 ftCd ışık şiddetinin lag fazının 1. günde bittiği ve üstel l faza 3. günde girdiği görülmüştür (Şekil.5.6). Çoğalma periyodu süresince chl-a düzeyinin maksimum değeri 31,4 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Bu ışık şiddetinde hesaplanan spesifik büyüme hızı 1.68 çiftlenme/gündür.

400 ftCd ışık şiddetinde lag fazına 0. günün sonunda bittiği üstel faza 1. günde başladığı gözlenmiştir. Bu ışık şiddetinde eksponansiyel fazdaki en yüksek chl-a değeri 34,7 µg/L olarak ölçülmüştür. Hesaplanan spesifik büyüme hızı da 1.08 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu sıcaklıktaki maksimum spesifik büyüme hızının değeridir.



Şekil 3. 5. *Navicula accomoda* türünün 20°C de 300, 350, 400 ftCd ışık şiddetinde büyüme eğrisi

Kesikli kültür sisteminde nütrient sınırlı şartları altında *Navicula accomoda* türünün en yüksek sıcaklık olan 25°C altında 6 ayı ışık şiddetinde büyümesi üzerine etkileri Şekil.3.6. da gösterilmiştir.

200 ftCd ışık şiddeti altında üstel fazın 4. güne kadar devam ettiği görülmüştür (Şekil.5.7). Hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,01 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu ışık şiddetinde eksponansiyel fazda ölçülen maksimum chl-a değeri 15,2 µg/L olarak bulunmuştur.

25°C 300 ftCd ışık şiddetinde, 0. günün sonunda lag fazın bittiği ve üstel büyümenin başladığı gözlenmiştir. Bu ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,65 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu ışık şiddetinde eksponansiyel fazda ölçülen

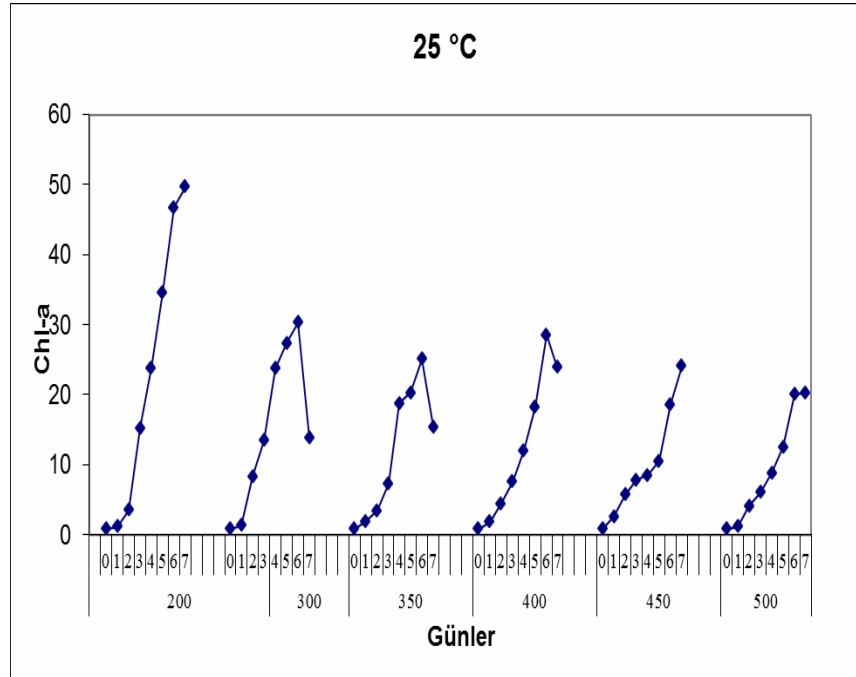
maksimum chl-a miktarı 8,3 $\mu\text{g/L}$ 'dir.

350 ftCd ışık şiddetinde, ilk günü hücreler lag fazında geçirmişlerdir. Üstel büyümenin lag fazından hemen sonra başlayıp 5. güne kadar devam etmiştir hesaplanan spesifik büyüme hızı 0.708 çiftlenme/gün ve bu eksponansiyel fazda ölçülen maksimum chl-a miktarı 28.3 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür.

400 ftCd ışık şiddetinde hücreler lag fazına girmeden üstel büyümeye geçmişlerdir. 6. günün sonunda eksponansiyel fazda hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,2 çiftlenme/gün eksponansiyel fazda maksimum chl-a değeri 1,93 $\mu\text{g/L}$ dir.

Türün 25°C sıcaklıkta 450 ftCd ışık şiddetinde üstel çoğalma periyodu süresince hesaplanan spesifik büyüme hızı 1.13 çiftlenme/gün ve türün eksponansiyel fazda en yüksek chl-a değeri 5,67 $\mu\text{g/L}$ 'dir. Bu ışık şiddetinde 6. günün sonunda dahil büyüme küçük artışlarla devam etmiştir.

Bu sıcaklıkta en yüksek ışık şiddeti olan 500 ftCd için lag fazın 1. günde bittiği ve üstel fazında 4. günde ulaştığı gözlemlenmiştir (Şekil.5.6). Bu ışık şiddeti için hesaplanan spesifik büyüme hızı μ 0.41 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu değere 25°C içinde en yüksek değerdir. Bu eksponansiyel fazda ölçülen maksimum chl-a miktarı 1,2 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür.

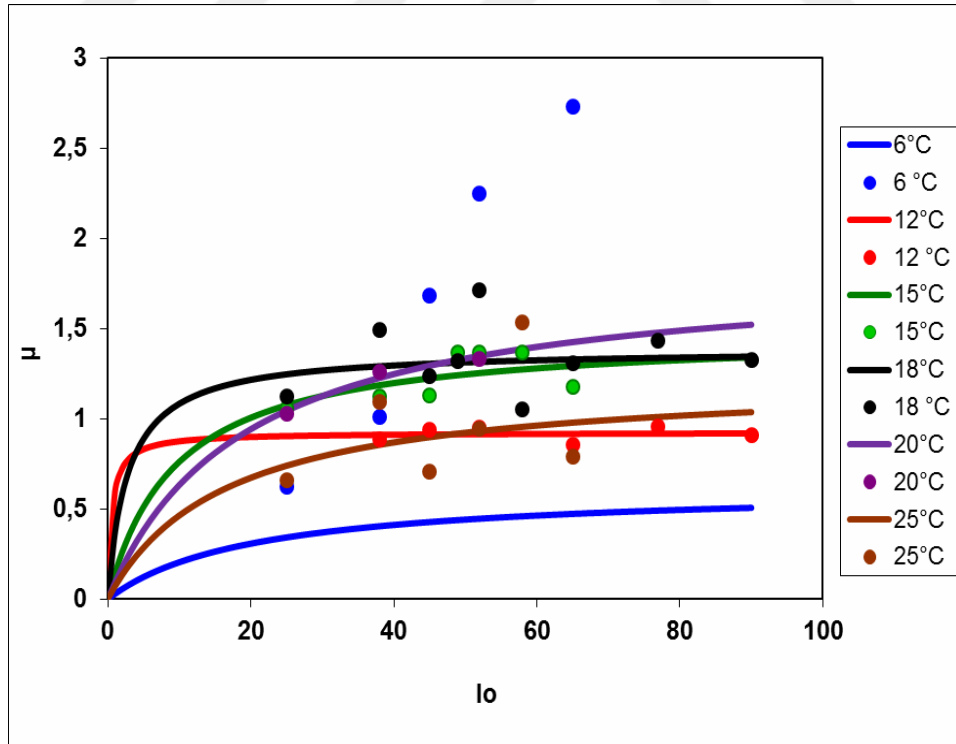


Şekil 3. 6. *Navicula ccomoda* türünün 25 °C (200, 300, 350, 400, 450) ftCd ışık şiddetinde büyüme eğrisi

3.2. Optimal Sıcaklık

Araştırmada kullanılan *Navicula accomoda* türünün optimal sıcaklığının belirlenmesi amacıyla, 7 ayrı sıcaklıkta çalışılmıştır (6°C, 12°C, 15°C, 18°C, 20°C, 25°C). Araştırma deneme sıcaklıkları, Uzunçayır Baraj gölünün sıcaklık değişimleri göz önüne alınmıştır.

Navicula accomoda türünün kesikli kültür sisteminde 6°C sıcaklıkta üstel büyüme fazına beklenenden daha çabuk geçmiştir. *Navicula accomoda* türünün kesikli kültür sisteminde 12°C sıcaklıkta türün lag fazına girmediği ve üstel büyüme fazına geçişi gözlenmiştir. Sıcaklık 18°C'ye çıkarıldığında *Navicula accomoda* türünün lag fazına 1. gün girdiği bunu takip eden günlerde ise üstel büyüme fazına girmiştir. 20°C'ye çıkarıldığında *Navicula accomoda* türünün hücreleri 1. gün lag fazına girdiği görülmüştür. Kesikli kültür sisteminde nutrient sınırlı şartları altında *Navicula accomoda* türünün en yüksek sıcaklık olan ışık şiddetinde Büyümesi üzerine etkileri incelendiğinde tüm sıcaklıklar gibi büyüme fazına beklenenden daha çabuk geçmiştir.



Şekil 3. 7. Işık şiddetlerine bağlı olarak büyüme hızında gözlenen değişimler (eğriler farklı sıcaklıklarda elde edilen verilerden istatistik olarak bulunmuştur)

3.3. Nütrientler

Algal büyüme üzerine etki eden bir diğer parametre kuşkusuz nütrientlerdir. Yıl boyunca *Navicula accomoda* türünün büyümesi üzerine sınırlayıcı etkiye sahip nütrientlerdir belirlenmesi amacıyla, Bristol solüsyonu ortamı esas alınmak suretiyle NO₃-N, PO₄-3-P çeşitli konsantrasyonlarına maruz bırakılarak çalışılmıştır.

3.3.1. Fosfat

Navicula accomoda türü çalışmamız kapsamında optimal sıcaklık (18°C) ve optimal ışık şiddeti (350ftCd) şartları altında P₃O₄-P'in farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Fosfat denemelerinde, doğal göl suyu P₃O₄-P'ı analizi spektrofotometrik yöntemle bulunmuş ve her bir denemenin final konsantrasyonları belirlenmiştir. 1,2,4,6,8,10,12,14,16,18 ve 20 ml P₃O₄-P/L olarak tespit edilmiştir. Denemelere maruz bırakılan konsantrasyonlardan elde edilen sonuçlar göre türün lag fazına geçmeden üstel büyüme fazına geçtiği görülmüştür. Türün hücrelerinin büyüme fazında maksimum ulaşabildikleri chl-a miktarında da gözle görülür bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Bu konsantrasyonda yapılan denemelerden elde edilen büyüme eğrileri Şekil.3.8'de gösterilmektedir.

Navicula accomoda türünün Bristol zenginleştirme ortamına en yüksek fosfat konsantrasyonu (1 ml P₃O₄-P/L) başlanmıştır. Bu konsantrasyona maruz bırakılan türün, lag fazının olmadığı ve hücrelerin hemen büyüme eğrilerine girdiği gözlemlenmiştir. Bundan dolayı, hücrelerin yaşam süresi kısalmıştır. Hücreler 3. günden sonra ölüm fazına girmiştir. Üstel faza 1. günde girmiş ve buradan hesaplanan spesifik büyüme hızı 0,47 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Hücrelerin üstel büyüme fazında maksimum chl-a konsantrasyonu 7,58 µg/L olarak ölçülmüştür.

Fosfat konsantrasyonu 2 ml P₃O₄-P /L düzeyinde olan denemede lag fazın olmadığı, hücrelerin hemen büyüme eğilimine girdiği ve üstel büyüme fazın 3. günde bittiği gözlenmiştir. Bu iki konsantrasyonun hücrelerinin büyüme eğrileri birbirine oldukça yakındır. Bu konsantrasyon için hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,36 çiftlenme/gün ve üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a değeri 7,26 µg/L'dır.

4 ml P₃O₄-P /L düzeyinde fosfat konsantrasyonuna maruz bırakıldığında diğer konsantrasyonlarda olduğu gibi lag faz olmamıştır ve tür 1. günde üstel büyüme fazına

girmiştir. Bu konsantrasyona maruz bırakılan hücrelerin üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a miktarı 51,4 µg/L'dir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 3,36 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

Fosfat konsantrasyonunun yaklaşık 6 ml kadar olan P₃O₄-P /L maruz bırakıldığında lag fazın olmadığı ve hücrelerin hemen üstel büyüme fazına geçtiği gözlenmiştir. Ayrıca, bu konsantrasyonda hesaplanan spesifik büyüme hızı değerine (1,47 çiftlenme/gün) hücreler 1. günde ulaşmıştır. Fakat hücrelerin hem yaşam süresi kısalmış hem de chl-a düzeyinde ilk günden belirgin bir artış olmuştur. Denemede üstel fazda maksimum chl-a konsantrasyonu 2,43 µg/L olarak ölçülmüştür.

8 ml P₃O₄-P/L düzeyinde olan denemenin büyüme eğrisine bakıldığında, lag fazın olmadığı ve üstel büyüme fazının kısaldığı yaşlanmanın daha erken başladığı gözlenmiştir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 0,588 çiftlenme/gün olarak bulunmuş bu konsantrasyonda ölçülen maksimum chl-a miktarı 44,8 µg/L'dir.

Fosfat konsantrasyonu 10 ml P₃O₄-P /L düzeyinde olan denemede lag faz olmuştur 1. günde hücreler belirgin bir artış yapmış ondan sonraki günlerde ise belirgin bir artış olmuştur. Hesaplanan eksponansiyel büyüme hızı 2,41 çiftlenme/gün ve hücrelerin üssel fazda ölçülen maksimum chl-a miktarı 4,46 µg/L'dir.

Navicula accomoda türünün 12 ml P₃O₄-P /L düzeyinde fosfat maruz bırakıldığında lag fazın olmadığı ve hücrelerin üstel büyüme fazına 1. günde ulaştığı görülmektedir (Şekil.3.8). Elde edilen büyüme hızı değeri 2,23 çiftlenme/gün'dür. Bu fazda ölçülen chl-a değeri 17,5 µg/L'dir.

14 ml P₃O₄-P /L düzeyinde fosfat konsantrasyonuna maruz bırakıldığında diğer konsantrasyondan farklı olarak ilk gün lag fazına girmiştir. Üstel büyüme fazına 2. günde ulaşmıştır. Ayrıca bu konsantrasyonda diğer fosfat konsantrasyonundan farklı olarak hücrelerin yaşam süresi 5. günde dahi artmaya devam etmektedir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 3,07 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu konsantrasyonda hücrelerin üstel büyüme fazında ölçülen maksimum chl-a miktarı 32,7 µg/L'dir.

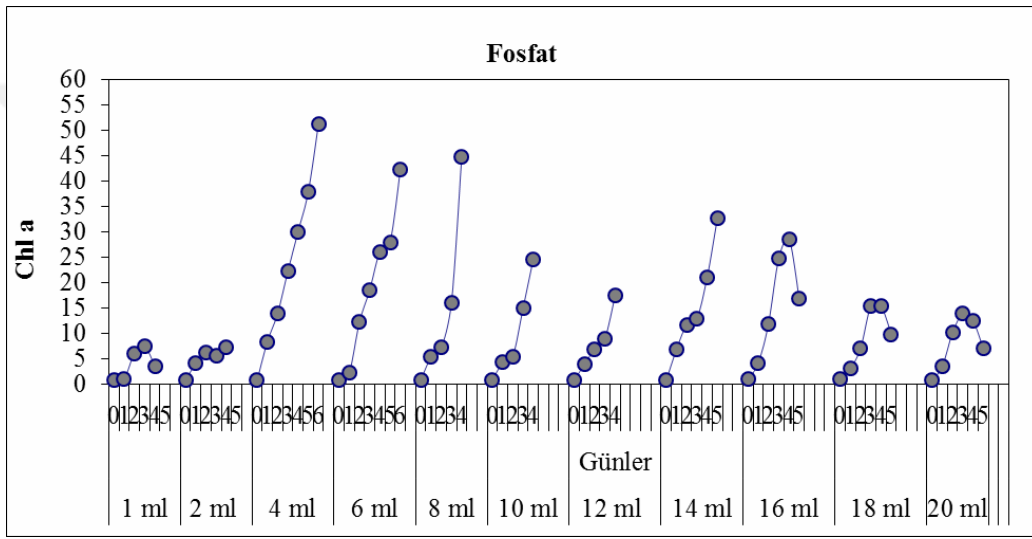
Fosfat konsantrasyonu 16 ml P₃O₄-P /L düzeyinde olduğunda denemenin büyüme eğrisine bakıldığında lag fazına girmediği direk 1. gün üstel faza geçtiği görülmektedir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,04 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu konsantrasyona maruz bırakılan hücrelerin üstel büyüme fazında maksimum chl-a değeri 28,7 µg/L ölçülmüştür.

Daha yüksek konsantrasyona geldikçe lag fazın olmadığı ve üstel büyüme fazına

hücrelerin 1. günde ulaştığı görülmüştür.

18 ml P₃O₄-P/L düzeyinde fosfat konsantrasyonuna maruz bırakılan denemede, eksponansiyel fazda ölçülen maksimum chl- a miktarı 6.22 µg/L olarak tespit edilmiştir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 0.563 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

En yüksek fosfat konsantrasyonunda yapılan denemede lag fazın 0. günde olduğu üstel büyüme fazında hücrelerin 1. günde ulaştığı Şekil.5.13'de görülmektedir. Eksponansiyel fazda maksimum chl-a miktarı 3,61 µg/L olarak ölçülmüştür. Hesaplanan spesifik büyüme hızı da 2,13 çiftlenme/gündür.



Şekil 3. 8. *Navicula accomoda* 18°C de P₃O₄-P /L konsantrasyonlarında büyüme eğrisi

3.3.2. Nitrat

Navicula accomoda türü için bristol ortamındaki nitrat azotunun miktarındaki değişiklikler yapılarak 11 ayrı konsantrasyon hazırlanmıştır.

Denemede bu 20 ml NO₃--N/L konsantrasyonlarda *Navicula accomoda* türünün büyüme eğrisi incelendiğinde lag fazın ortadan kalktığı ve hücrelerin üstel büyüme fazından sapmaları 1. günden sonra başlamıştır (Şekil.3.9). Bu konsantrasyonda büyüme eğrisinde ulaşılan maksimum chl-a miktarı 5,52 µg/L olarak gözlenmiş, üstel faz spesifik büyüme hızı 3,08 çiftlenme/gün olarak hesaplanmıştır.

Navicula accomoda türü 16 ml µmol NO₃⁻-N/L düzeyinde nitrata maruz

birakıldığında hücrelerin üstel büyüme fazına geçtikleri ve eksponansiyel fazın 7. günün sonuna kadar devam ettiği gözlemlenmiştir. (Şekil.3.9). Bu konsantrasyon için büyüme eğrisi incelendiğinde ölçülen maksimum chl-a miktarı 6,5 µg/L olarak bulunmuştur. Bu konsantrasyonda hesaplanan spesifik büyüme hızı 0,67 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

16 ml µmol NO₃⁻-N/L düzeyinde popülasyonu üstel büyüme fazına hemen geçtiği ve üstel fazın 5 güne kadar devam ettiği gözlenmiştir (Şekil 3.8). Büyüme eğrisinden maksimum chl-a konsantrasyonu da 12,4 µg/L'dir. Spesifik büyüme hızı 2,83 çiftlenme/gün olarak hesaplanmıştır

14 ml NO₃⁻-N/L için, hesaplanan büyüme hızı 1,53 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu konsantrasyonda da lag fazın olmadığı, popülasyonun üstel büyüme fazına hemen geçtiği gözlenmiştir. Ancak, üstel büyüme fazının kısaldığı ve 3. günde sonlandığı görülmüştür (Şekil3.9). Büyüme eğrisinden maksimum chl-a konsantrasyonunun 9,15 µg/L olduğu anlaşılmaktadır.

Daha düşük NO₃⁻-N/L konsantrasyonlarına doğru üstel büyüme fazının kısaldığı gözlenmiştir. Bu durum, 9,51 µmol NO₃⁻-N/L düzeyindeki nitrat konsantrasyonundan itibaren açıkça görülmektedir. Bu konsantrasyonda eksponansiyel fazda maksimum chl-a değeri 2,46 µg/L olarak ölçülmüştür. Büyüme eğrisinin üstel fazında 2. güne kadar devam ettiği hesaplanan spesifik büyüme hızı 1,93 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

10 ml NO₃⁻-N/L düzeyinde lag fazın ortadan kalktığı ve üstel büyüme fazında 1. günde bittiği gözlenmiştir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,94 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Büyüme eğrisinden ulaşılan maksimum chl-a değeri 32,8 µg/L olarak gözlenmiştir.

8 ml NO₃⁻-N/L düzeyinde diğer konsantrasyonlarda olduğu gibi, lag fazın olmadığı ancak üstel büyüme fazının 5. günde sonunda tamamlandığı gözlenmiştir. Hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,19 çiftlenme/gün olarak bulunmuş olup ulaşılan maksimum chl-a değeri 8,11 µg/L olarak gözlemlenmiştir.

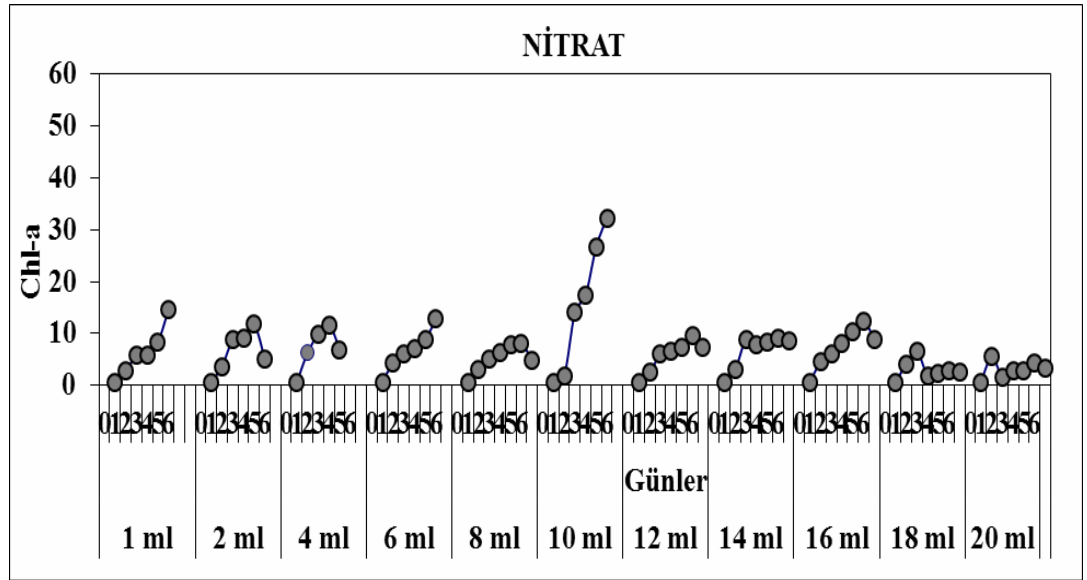
Nitrat denemelerinde çalışılan bir başka konsantrasyon 6 ml NO₃⁻-N/Ldir. Bu konsantrasyon için hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,755 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu konsantrasyonda lag fazın 1. günün sonunda bittiği üstel büyüme fazına 4. günde ulaştığı görülmektedir (Şekil 3.9). Bu konsantrasyonda hücrelerin büyüme fazında ölçülen chl-a miktarı 12,9 µg/L olarak gözlenmiştir. Büyüme fazından sapmalarda 4. günden sonra başlamıştır.

Denemesi yapılan bir başka nitrat konsantrasyonu olan 4 ml $\mu\text{mol NO}_3\text{-N/L}$ *Navicula accomoda* türünün büyüme eğrisine bakıldığında (Şekil 3.9) lag fazından hücrelerin büyüme fazına hemen geçtikleri gözlenmiştir. Ancak, üstel büyüme fazının kısaldığı ve günün bitiminde sonlandığı görülmektedir (Şekil 3.9). Bu konsantrasyon için hesaplanan spesifik büyüme hızı 3,27 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur. Bu konsantrasyon için ölçülen chl-a değeri ise 11,7 $\mu\text{g/L}$ 'dir.

Düşük konsantrasyonlara gelindikçe üstel büyüme fazının kısaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum 2 ml $\text{NO}_3\text{-N/L}$ düzeyindeki nitrat konsantrasyonundan itibaren açıkça görülmektedir. Bu konsantrasyonda eksponansiyel fazda chl-a değeri 11,25 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür. Bu konsantrasyonda lag fazın olmadığı ve üstel büyüme fazının 2. günün sonuna kadar devam ettiği Şekil 3. 8'de görülmektedir. hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,49 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

Denemesi yapılan diğer bir konsantrasyon 1ml $\text{NO}_3\text{-N/L}$ düzeyindeki nitrat için, hesaplanan spesifik büyüme hızı 2,08 çiftlenme/gün olarak bulunmuştur.

Bu konsantrasyonda da lag fazın olmadığı, hücrelerin büyüme fazına geçtikleri gözlenmiştir. Bu konsantrasyonda eksponansiyel fazda chl-a değeri 14,69 $\mu\text{g/L}$ 'dir.



Şekil 3. 9. *Navicula accomoda* 18 °C 'de $\text{NO}_3\text{-N/L}$ konsantrasyonlarında büyüme eğrileri

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bizim çalışmamızda, Bacillariophyceae sınıfına ait olan *Navicula accomoda* örneği doğal ortamdan toplanarak izole edilmiştir. Bu izolasyon tür çeşitli ışık şiddeti, sıcaklık ve nutrientlerden fosfat ve nitrat çeşitli konsantrasyonlarına maruz bırakılarak optimum büyümesi hesaplanmıştır. Tür bakteriler tarafından kontamine olmaması için kullanılan tüm malzemeler otoklav fırından 121°C 15-20 dakika sterilizasyon işleminden geçirilmiştir. Ayrıca ekim odası uv lambasıyla sterilize edilmiştir.

Algler suda yaşayan omurgasızlar, mantarlar, bakteriler, organik ve inorganik cansız materyaller (detritus) su içinde ya da dip çamurunda, taş, çamur yapay yüzeyler ile direkt olarak ilişkisi olan yaşam alanları bentik habitatı meydana getirir (Wetzel 1983, Hecky ve Hesslein, 1995). Bu algler akarsular ve göllerde ya da suda yere alan zeminde kısmında yer almaktadır. Ayrıca algler akarsu, göl ve sulak alanlardaki önemli birincil üreticileridir. Primer üretici olmalarının yanı sıra sucul ekosistemlerde kimyasal düzenleyiciler olarak da karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca suda yer alan birçok inorganik kimyasal maddeyi organik formlara dönüştürmesiyle sucul ekosistemler önemli katkıları vardır (Stevenson, 1996; Bellinger ve Sigeo, 2010). Alg grupları içerisinde önemli bir yere sahip olan diyatomeleler, alg grupları arasında en çok tür çeşitliliğine sahip organizmalardır. Dünya üzerinde yaklaşık 285 cins ve 10.000 – 12.000 arasında tür sayısının olduğu bilinmektedir. Sucul sistemlerdeki birincil üretiminde, karbon, silikon, azot ve fosfor gibi birçok elementin biyokimyasal döngülerinde rol oynayan tek hücreli basit koloniler veya zincir şekilde hücrelerden oluşmaktadır (Taylor ve ark., 2007). Diyatomeleler hem planktonik hemde bentik olarak tüm sularda bol miktarda bulunurlar (Akbulut ve Dügel, 2008).

Diyatomeleler ortamda meydana gelen değişikliklere karşı oldukça hızlı tepki vermelerinden dolayı biyoindikatör olarak kullanılmaktadır (Nogueira 2000, Yarushina ve ark., 2003). Sucul sistemlerde biyoindikatör olarak kullanılmasının üç temel nedeni vardır (Smol ve Stoermer, 2010).

1- Ortam koşulların değerlendirilmede temel bir canlı gurubu olmaları ve besin ağı, sudaki fiziksel ve kimyasal döngüler (sıcaklık, inorganik madde miktarı (karbon, fosfat, silika, demir, azot), organik karbon, organik azot, oksijen konsantrasyonu, pH, tuzluluk gibi) ile ilişki içerisinde olmaları (Eloranta ve ark., 2002, Duong ve ark., 2006, Smol ve

Stoermer, 2010).

2- Tür abundansı fazla olası nedeni ile bütün sucul grupların içinde bulunması (Nehirler, akarsular, göller, sulak alanlar, okyanuslar, haliçler ve hatta kısa ömürlü su habitatları (Poulıckova vd. 2004, Smol ve Stoermer, 2010).

3- Bentik makro omurgasızlarına ve balık göre çok daha kısa bir hayat döngülerine sahip olmaları (Smol ve Stoermer, 2010).

Bir çok diyatome türleri ekolojik tolerans ve isteklerinin bilinmesinden dolayı çok yaygın bir şekilde göllerin trofik statüsünü değerlendirmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca sucul sistemlerin fiziksel ve kimyasal değişimlerinin izlenmesinde ve takibinde yaygın olarak yararlanılmaktadır (Tropea ve ark., 2011, Cantonati ve ark., 2009).

Göl suyundan izole edilen *Navicula accomoda* türünü sıcaklıkla polinomiyal bir şekilde değişikliği incelenmiştir. 6°C ile 25°C arasında türün büyümeleri hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada ile sıcaklık bağımlılığı ifade etmek istatistik olarak mümkün olmaktadır. Ayrıca ideal büyüme sıcaklığın 18 °C olarak bulunmuştur. Literatürlerde *Skeletonema costatum* için Sakshaug, (1977) 1.90, Smayda, (1997) 2 ve *Asterionella japonica* için Sakshaug, (1977) 2.3 hesaplamışlardır ve bu değerler yapılan çalışmadaki diyatomlar için gösterilen değerlere yakındır. Lakin birinci denklemden bulunan μ_{max} değerleri 20°C üstündedir. Vollenweider, (1965)'in eşitliğindeki kareköklü 2. terim sıcaklık inhibisyonunu açıklamakla birlikte, doğruya yakın sonuçlar vermektedir. Büyüme hızı değerleri 20°C den sonra gözlenen değerlerden büyük ölçüde sapmıştır. Büyüme hızı ile sıcaklık arasındaki ilişkiden 10°C üzerindeki sıcaklıkta *Navicula accomoda* türünün göl suyu içerisinde iyi bir şekilde gelişebileceği anlaşılmaktadır. Biomas olarak 10°C üstündeki göl suyunun taşıma hacmi $\geq 100 \mu\text{g/L}$ olup 15°C'den yüksek sıcaklıklarda en fazla olabileceği anlaşılmaktadır. Seaburg et al., (1981) yaptıkları çalışmada türün 5-20°C arasındaki sıcaklıklarda yaşamına devam edeceğini ifade edip ve bundan dolayı stenoterm bir tür olarak dikkate değer görülmüşler ise de bizim çalışmamızda 6-25°C arasındaki sıcaklıkta büyümesi *Navicula accomoda* türünün euriterm bir tür olacağını düşündürmektedir. Seaburg et al. (1981); farklı habitatlardan izole ettikleri antarktik alglerinin 2-34°C aralığında büyüme için denendiğini, 75 $\mu\text{E/m}^2\text{s}$ sabit ışık şartlarında 5-24°C sıcaklıkları arasında *H. amphioxys* türünün büyümediğini raporlamışlardır. Aynı araştırmacılara göre, *H. amphioxys* sıcaklık büyüme tipi 5 olarak verilmekle birlikte bizim elde ettiğimiz veri sıcaklık-büyüme tipi 5 olarak (6–25 °C) bulunmuştur. Bu durum, söz konusu türün daha ılık sulara uyum sağlayacağını açıklamışlardır.

Işık şiddetlerine bağlı olarak büyüme hızında gözlenen değişimler bulunmuştur. Türe uygulanan tüm ışık şiddetleri saturasyon ışık şiddetinin üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle istatistik olarak yarı doygunluk sabitleri önemli derecede hata içermektedir. ($P < 0,05$). Bu yüzden sadece maksimum büyüme hızları ($p < 0,005$) verilmiştir. 6°C için μ_{max} parametresi en düşük değerdedir. Ara sıcaklıklarda 12, 15, 18, 20°C 'lerde artan bir şekilde μ_{max} değerleri gözlenmiştir. 15°C gözlenen μ_{max} değerinde ise önemli düşüş vardır. 300 ftCd değerine kadar ışık inhibisyonu gözlenmemiştir.

Göldeki nitrat azotu ve fosfat konsantrasyonu nehirden ve dışarıdan gelen miktara göre değişim göstermektedir. Ayrıca sucul ortamlarda, azot konsantrasyonunun artışıyla meydana gelen ötrofikasyon olayı oldukça önemlidir (Boran ve ark., 1998). Ancak gölde modelleme sonucunda, amonyak azotunda bir değişiklik olmadığı saptanmıştır (Liscum ve East, 2000). Fosfor; akarsu, göl ve denizlere gübreler ve diğer tarımsal girdiler, kanalizasyon suları, deterjanlar, tekstil ve besin sanayi atıkları gibi farklı kaynaklardan ulaşmaktadır (Atay ve Pulatsu, 2000). Oligotrofik sularda azot değeri düşük, ötrofik sularda ise oldukça yüksektir. Algal protoplazmada atom sayısına göre C:N:P oranı 106:16:1 şeklindedir. Lakin ağırlığa göre bu 42:7:1 oranındadır (O'Sullivan ve Reynolds, 2004). Fosfor bileşikleri önemli bitki besin maddeleridir. Baraj gölünde yüzey suyunda çözülmüş inorganik azot konsantrasyonu 0,308-0,47 $\mu\text{g/L}$ aralığında, 2,5-10 metre derinliklerde 0,19 mg/L ile 0,726 mg/L arasında olduğu belirlenmiş ve su sıcaklığı, klorofil- α ve organizma sayılarıyla ters orantılı olduğu ve yazın oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Fitoplanktonun yoğun olarak gelişme göstermesi için vazgeçilmez bir element olan azotun sulardaki normal değerleri 1,0-10,0 mg/L'dir (Cirik ve Cirik, 1991). Aynı zamanda, fitoplankton gelişimini sınırlayan konsantrasyon, büyüme ve gelişimin meydana gelmesi için yeteri kadar zaman varsa büyüme ve gelişimi destekleyebilir.

Navicula accomoda türü için sıcaklığa bağımlı büyüme denklemi eğrisi ve parametreleriyle hesaplanmıştır. Işık şiddeti için 200 ftCd \geq 'den büyük değerler denenmiştir. Sıcaklık ile μ_{max} artarken sadece 25°C 'de bir azalma gözlenmiştir. Optimum sıcaklık 18°C olarak bulunmuştur.

Nitrat için değişken ortam şartlarında türün depolama stratejisini (Smayda, 1997) kullanıyor olabildiğini gösterebilir (sediment yüzeyinde nitrifikasyonla oluşan nitratı kullanmak üzere). Diğer bir açıklama tarzı türün hayat evreleriyle ilgili olabilir. μ_{max} değerinin amonyuma göre daha düşük oluşu depolama sürecinde büyüme hızının maksimumuna erişemediğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak bizim çalışmamızda, sürekli aydınlık ortamında kesikli kültür sisteminde 9 farklı ışık şiddeti (200, 300, 350, 380, 400, 450, 500, 600, 700 ftCd) ve 6 ayrı sıcaklıkta (6, 12, 15, 18, 20, 25 °C) *Navicula accomoda* türünün büyüme koşulları üzerine etkileri ve optimum olarak bulunan 18 °C deki sıcaklık ve 300 ftCd ışık şiddetinde nutrientlerin (Nitrat ve Fosfat) türün büyüme koşulları üzerine etkileri araştırılmış ve türün maruz kaldığı ışık şiddetindeki spesifik büyüme hızları Tablo.2.3.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.3. *Navicula accomoda* türünün farklı sıcaklık ve ışık şiddetlerinde elde edilen spesifik büyüme hızları (μ , çiflenme/gün)

ISIK ŞİDDETİ(ftCd)	SICAKLIK(°C)			
	6 °C	12 °C	18 °C	25 °C
200 ftCd	3.37	3.32	1.32	1.27
300 ftCd	1.74	4.53	1.04	1.34
350 ftCd	1.68	4.38	1.17	1.84
380 ftCd	2.25	4.41	2.03	-
400 ftCd	2.73	1.80	2.24	1.36
450 ftCd	1.47	4.14	1.85	1.41
500 ftCd	4.19	4.15	1.15	1.05
600 ftCd	1.68	4.02	1.48	-
700 ftCd	3.41	1.53	1.23	-

KAYNAKLAR

- Akbulut, A., Dügel, M.,** 2008. Planktonic Diatom Assemblages And Their Relationship to Environmental Variables in Lakes of Salt Lake Basin (Central Anatolia-Turkey), *Fresenius Environmental Bulletin*. Vol: 17 (2): 154-164.
- Andersen, R.A.,** 2005. Algal Culturing techniques. Phycological society of america.
- Atay, D., Pulatsü S.,** 2000. Su kirlenmesi ve Kontrolü. Ankara üniversitesi Zirarat fakültesi.
- Bellinger, E.G., Sigeo, C.D.** 2010. Freshwater algae identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell s. 1-5.
- Bellinger, E.G., Sigeo D.C.,** 2010. Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators.
- Bidle, K. D., Manganello, M., Azam, M.,** 2002. Regulation Of Oceanic Silicon And carbon preservation by temperature control on bacterial activity. *Science* 298: 1980–1984.
- Bold, H.C.,** 1942. The cultivation of algae. *The botanical review*. Vol: III, No:2. pp.69-138.
- Boran, M., Kraçam, H., Kutlu, S.,** 1998. Detrejanların Tatlı Su Ortamında Biyolojik parçalanması, Doğu Anadolu bölgesi III. Su ürünleri Sempozyumu, Erzurum,521-525.
- Breese, R.O.Y.,** 1994. Diatomite, in Carr, D.D., and others, eds., *Industrial minerals and rocks* (6th ed.): Littleton, CO, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc., p. 397-412
- Burmester, D.F.,** 1979. The Unsteady continuous culture of phosphate-limited monochysis lutheri Dropp. Experimental and theoretical analysis, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol.39:167–189.
- Cirik, S., Cirik, S.,** 1991. Limnoloji. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:21., 164 s., İzmir.
- Cox, E.J.** 1991. What is the basis for using diatoms as monitors of river quality? In: *Use of Algae for Monitoring Rivers*, Whitton, B.A., Rott, E., Fredrich, G. (Editors), Universitat Innsbruck, 33-40.
- Drum, R.W., Gordon, R.,** 2003. Starrek replicators and diatom nanotechnology. *Trends in Biotechnology* 21(8):325–328.

Duong, T.T., Coste, M., Feurtet-Mazel, A., Dang, D.K., Gold, C., Park, Y.S., Boudou, A.

2006. Impact of urban pollution from the Hanoi area on benthic diatom communities collected from the Red, Nhue and Tolich rivers (Vietnam). *Hydrobiologia*, 563, 201–216.

EEA, 2006. Corine land cover [on line]. Copenhagen. www.eea.europa.eu/2006.

Eloranta, P., Soininen J. 2002. Ecological status of some Finish rivers evaluated using benthic diatom communities. *Journal of Applied Phycology*, 14, 1–7.

Falciatore, A., and Bowler, C., 2002. Revealing the molecular secrets of marine diatoms. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 53, 109-130

Fiala, M., and Oriol, L., 1990. Light-temperature interactions on the growth of Antarctic diatoms. *Polar Biol.* 10, 629-636.

Gersonde, R. and Harwood, D.M., 1990. Lower cretaceous diatoms from leg 113 site 963 Weddel Sea. Part 1, Vegetative Cells. In Barker, P.F., Kennet, J.P. et.al., (Eds) *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Vol. 113. Ocean Drilling Program, College station, Teexas.* pp. 403-25.

Gordon, R., and Drum, R.W., 1994. The chemical basis of diatom morphogenesis. *Int. Rev. Cytol.* 150:243-372

Gökpmar, Ş., 1982. Pennat deniz diatomu *Phaedactylum tricornutum Bohlin*'un farklı ortamlardaki kültürler üzerine gözlemler. Yüksek Lisans Tezi., İzmir.

Guillard, R.R.L and Rhyther, J.H., 1962. Studies of marine Planktonic diatoms I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* Cleve, *Can. J. Microbial*, 8:229-239.

Harrison, S. P., and Digerfeldt, G., 1993. European lakes as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators. *Quat. Sci. Rev.* 12:233–248. Sommer U., 1994. *Plantologic*, Springer Berlin, 274 pp.

Hendey, N.I., 1964. An introductory account of the smaller algae of British Coastalwaters. Post V Bacillariophyceae (Diatoms) Fishery Investigation Series IV 317 p.

Jeffrey, S.W., Mantoura, F.C., 1997. Development of pigment methods for Oceanography: SCOR-supported working groups and objectives. In: phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods, (eds. Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C., Wright, S.W.), 19-36.

Kayaalp, T., Polat, S., 2001. Tüm gözlemlen ve eksik gözlemlen regresyon modelinde Klorofil-a miktarının tahmini. *E.U. Su Ürünleri Dergisi*, 18(3-4): 529-535.

- Karadeniz, M.**, 1996. Cevher Zenginleştirme Tesis Artıkları-Çevreye Etkileri-Önlemler, MTA MAT Daire Başkanlığı, Ankara, 332 s.
- Kawaguchi, K.**, 1980. Microalgae production systems in Asia. In: Shelef, G., Soeder, C. J. (Eds.), *Algae Biomass Production and Use*. Elsevier/North Holland Biomedical Pres, Amsterdam; 25–33.
- Kennish, M., J.**, 2001. *Practical Hand book of marine Sciences*, Third Edition, CRC Pres, New York, 876 p.
- Kocataş, A.**, 1994. *Ekoloji ve Çevre Biyoloji*. Ege Üniversitesi Basımevi Bornova, İzmir.
- Köktürk, U.** 1997. Endüstriyel Hammaddeler. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınlan 205, İzmir, 64-68.
- Kroth, P.G.**, 2007. Genetic transformation: A tool to study protein targeting in diatoms. *Methods Mol Biol* 390:257–267
- Lavens, P and Sorgeloos, O.**, 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Vasa. Retrieved from.
- Lee, R.E.**, 1999. *Phcology*. Cambridge University 3 rd Edition.,
- Lepistö, L. ve Rosenström, U.** 1998. The most typical phytoplankton taxa in four lakes in Finland. *Hydrobiologia*, 369/370: 89-97.
- Liscum, Fred, and East, J.W.**, 2000. Estimated effects on water quality of Lake Houston from interbasin transfer of water from the Trinity River, Texas: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 00–4082, 50 p.
- Lopez, P.J., Gautier, C., Livage, J., Coradin, T.**, 2005. Mimicking biogenic silica nanostructures formation. *Curr. Nanosci.* 1: 73-83.
- Nogueira, M.G.**, 2000. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 431: 115–128.
- Nogueira, M.G.**, 2000. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 431: 115–128.
- Norton, T.A., Melkonian, M., Andersen, R.A.**, 1996. Algal biodiversity, *Phycologia* 35:353-65.

- Nygaard, G.** 1949. Hidrobiological studies on some Danish ponds and lakes. Part II: The Quotient hypothesis and some little known plankton organisms. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Skrifter*, 7:1-293.
- O' sullivan, P.E., Reynolds, CS.** 2004. The Lakes handbook Vo 1.Limnology and Limnetic Ecology Blackwell Publ. Mladen, MA, USA.
- Önen, M.,** 1990. Homa Dalyanı fiziko-kimyasal parametreleri ile makrobentik organizmaların dağılımının araştırılması (Doktora Tezi), E.Ü. Fen Bilimleri. Ens. Su Ürünleri ABD.
- Padisak, J., Grigorszky, I., Borics, G. ve Soroczki-Pinter, E.** 2006. Use of phytoplakton Assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directives: the assemblage index. *Hydrobiologia*, 1-14.
- Piner, M.P.,** 2001. Babadıl limanı Köyü (Silifke-Đcel) Fitoplanktonunda Mevsimsel Değişimlerin İncelenmesi. C.U. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 71 s.
- Polat, S.,** 2002a. Kuzeydoğu Akdeniz Kıyıları (Karatas-Adana) Fitoplanktonu Biyomas Tahmininde Hücre Hacimlerinin Kullanımı ve Mevsimsel Değişimlerin Diğer Yöntemlerle Birlikte Değerlendirilmesi, E.U., Su Ürünleri Dergisi 19(1/2); 147-155.
- Pouhckova, A., Duchoslav, M., Dokulil M.** 2004. Littoral diatom assemblages as bioindicators of lake trophicstatus: A case study from perialpine lakes in Austria.European Journal of hycology, 39, 143 – 152.
- Rines, J. E. B. and P. E. Hargraves.** 1988. The Chaetoceros Ehrenberg (Bacillariophyceae) flora of Narragansett Bay, Rhode Island, U.S.A. *Bibl. Phycol.* 79: 1–196.
- Rothpletz, A.,** 1896. Über die flyysch-fuco iden und eniqe andre fossilse algen, sowie uber liasische, Diatomeen Fubrend Horrenchwamme, *Z. Dsch, Geol. Ges.* 48:854-914.
- Sakshaug, E.,** 1977. Limiting nütrients and maximum growth rates for diatoms in Narragansett Bay, *J.exp. mar. biol. Ecol.*, 1977 vol:28 pp.109-23.
- Scheffer, M., Reinaldi, S., Huisman, J. ve Weissing, F.J.** 2003. Why plankton Communities have no equilibrium: solutions to the paradox. *Hydrobiologia*, 491: 9-18.
- Smayda, T.J.,** 1997, Harmful blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnon. Oceanogr.* Vol. 425 (5. part 29. pp.1137-1153.
- Sommer, U.** 1986. The periodicity of phytoplankton in Lake Constance (Bodensee) in Comparison to other deep lakes of central Europe. *Hydrobiologia*,138: 1-7.
- Stevenson, R. J.,**1996. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*, ed.R. J. Stevenson, M. Bothwell, and R. L. Lowe, San Diego, CA: Academic Press, pp. 3–30.

- Suakatar, A.**, 2002. Alg Kültür Yöntemleri. Ege üniversitesi Fen Fakültesi kitaplar Serisi, İzmir.
- Tanyolaç, J.** 2009. Limnoloji. Hatiboğlu Basımevi, 294, Ankara.
- Taylor, J.C., Harding, W.R., Archibald, C.G.M.**, 2007. A methods manual for collection, preparation and analysis of diatom sample, p; 4 – 7.
- Temur, S.**, 1998. Endüstriyel Hammaddeler, Selçuk Üniversitesi Yayını, 339 s, Konya
- Thunmark, S.** 1945. Zur Soziologie des Süßwasserplanktons. Eine methodisch ökologische Studie. *Folia Limnologica Scandinavica*, 3:1-66.
- Uygun, A.**, 1976. Geologie und Diyatomit - Vorkommen des Neogen - Beckens vorc Emmiler-Hırka (KayseriTürkei). Doktora Tezi, Bonn Üniversitesi, 137 s (unpublished).
- Wee, K.M., Tony, N., Rogers, N.T., Altan, B.Ş., Hamm, E.C.**, 2005. Engineering and Medical Applications of Diatoms. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 5(1):88-91.
- Werner, D.**, 1977. Silicate metabolism, in werner, d.(ed.), *The biology of Diatoms*, Botanical Monograph. Vol. 13. university of Calofornia Pres, Berkeley, pp.110–49.
- Wetzel, R.G.**,1983. *Limnology*, Michigan state university. USA.
- Yarushina, M.I., Guseva, V.P., Chebotina, M.Y.** 2003. Species composition and ecological characteristic of algae from the cooling reservoir of the Beloyarsk nuclear power plant. *Russian Journal of Ecology*, 34, 20–26.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Tunceli/Pertek'te doğan Orhan TAN ilk öğrenimini Elazığ'da tamamladı.2002-2006 yılları arasında Tunceli Anadolu Öğretmen Lisesi'nde lise tahsilini tamamladıktan sonra, yüksek öğrenimini 2008-2013 yılları arasında Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı.

Lise ve üniversite eğitimi süresinde 1 yıl İngilizce hazırlık eğitimi aldı ve yüksek öğrenimini %30 İngilizce ile tamamlayarak, 1 yıl asistan öğrenci olarak laboratuarda öğrenci işçi olarak çalıştı.

2013 Eylül ayında Tunceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimleri Ana Bilim Dal'ında yüksek lisans yapmaya hak kazandı.