

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

DENİZCİLİK

FİTOPLANKTON KÜLTÜRÜ

ANKARA 2008

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. FİTOPLANKTON KÜLTÜRÜ	3
1.1. Kültürü Yapılan Fitoplankton Türleri	4
1.2. Fitoplankton Kültür Ortamı Koşulları.....	7
1.2.1. Fiziksel Koşullar	7
1.2.2. Kimyasal Koşullar	7
1.2. Fitoplankton Kültür Yöntemleri.....	9
UYGULAMA FAALİYETİ	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	18
2. FİTOPLANKTON KÜLTÜR ORTAMINA BESİN TAKVİYESİ.....	18
2.1. Fitoplankton Kültüründe Büyüme	18
2.2. Fitoplankton Kültür Ortamının Zenginleştirilmesi İçin Kullanılan Maddeler	19
2.3. Fitoplankton Sayımı.....	20
2.4. Fitoplankton Kültürünün Hasadı ve Muhafazası	22
UYGULAMA FAALİYETİ	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
MODÜL DEĞERLENDİRME	26
CEVAP ANAHTARLARI.....	29
KAYNAKÇA.....	30

AÇIKLAMALAR

KOD	624B00035
ALAN	Denizcilik
DAL/MESLEK	Su Ürünleri Üretimi
MODÜLÜN ADI	Fitoplankton Kültürü
MODÜLÜN TANIMI	Fitoplankton kültürü hazırlayabilme, fitoplankton kültür ortamına besin takviyesi yapabilme, fitoplankton çoğaltıp hasadını yapabilme ile ilgili konuların verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	Biyolojik oşinografi modülünü almış olmak.
YETERLİK	Fitoplankton kültürü yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modülün sonunda uygun ortam sağlanması halinde, fitoplankton kültürü yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Fitoplankton kültürü hazırlayabileceksiniz.2. Fitoplankton kültür ortamına besin takviyesi yapabileceksiniz3. Fitoplankton hasadını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Eğitim gemisi veya laboratuvar, plankton toplama araçları, plankton laboratuvarı, mikroskop
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Öğrenme faaliyetlerinin sonunda kazandığınız bilgi ve becerileri, kendi kendinizi ölçerek değerlendirebileceksiniz. Modülün sonunda kazandığınız yeterliliği öğretmeniniz ölçerek sizi değerlendirebilecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Su ortamındaki besin zincirinin temelini, fotosentez yapabilen tek hücreli canlılar yani fitoplanktonik organizmalar oluşturmaktadır. Bu nedenle de yetiştiricilik çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Yetiştiriciliği amaçlanan su canlılarının bir çoğunun yavru (larval) dönemindeki besin zincirin ilk halkasını fitoplankton oluşturur. İkinci halkayı ise hayvansal plankton (zooplankton) oluşturur. Bir yetiştiricilik çalışmasında, üretimi amaçlanan canlının beslenmesinde ilk adımı oluşturan fitoplankton, eklembacaklı ve yumuşakçaların yetiştiriciliğinde doğrudan, çeşitli balık türlerinin larvalarının beslenmesinde kullanılan küçük yapılı hayvansal canlıların (Rotifer, Artemia gibi) beslenmesi yoluyla da dolaylı olarak kullanılmaktadır.

Bu nedenlerledir ki su ürünleri üretiminin ilk aşaması olan larva beslenmesinde fitoplanktonun önemi hem çok fazla hem de vazgeçilmezdir. Başka bir deyişle su ürünlerinin üretilmesinde başarının en önemli koşullarından biri de fitoplankton kültürünün istenilen düzeyde yapılmasıdır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyet ile gerekli ortam sağlandığında, fitoplankton kültür ortamını hazırlayabilecek, kültürü yapılan fitoplankton türlerini ayırt edebilecek, fitoplankton ekim yöntemlerini uygulayabilecek ve fitoplankton kültüründeki büyümeyi izleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Yakınıınızda bulunan akvaryum balıkları, çipura, levrek üretimhanelerine giderek buraların canlı yem ünitelerini gözlemleyerek;

- Üretilen canlı yemlerin çeşitlerini,
- Üretim nedenlerini,
- Bu canlı yemlerin üretim ortamlarını ve araç gereçlerini,

gözlemleyin ve gözlemlerinizi bir kompozisyon olarak yazınız.

1. FİTOPLANKTON KÜLTÜRÜ

Su ortamında besin molekülü (organik madde) yapan (sentezleyen) temel üreticiler fitoplanktondur. Fitoplankton karasal bitkilere göre daha karmaşık karbonlu moleküller oluşturur. Çeşitli kaynaklardan gelen besleyici elementleri (nutrientleri) bünyelerine alır ve bir ışık kaynağı yardımıyla ve fotosentez tepkimeleriyle bunları yaşamsal aktiviteleri için gerekli besin molekülleri halinde birleştirir.

Fitoplanktonik canlılar son derece zengin, karbonhidrat ve özellikle yağ asidi içeriğine sahiptir. Besin değeri yüksek olan bu canlılar su ortamında yaşayan diğer canlılar için en önemli besin kaynaklarıdır. Aynı zamanda balık ve omurgasız canlıların renklenmelerinde önemli rol oynar. Bu özelliklerinden dolayı 100 yılı aşkın zamandan bu yana fitoplankton üretilmesi ve su canlılarının yetiştiriciliğinde kullanılması için çalışmalar yoğun bir biçimde sürdürülmektedir.

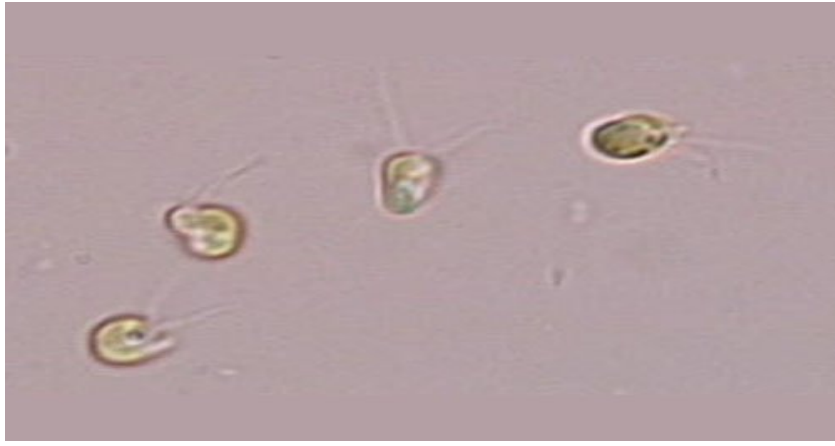
Fitoplanktonik hücreler doğal ortamından “Biyolojik Oşinografi” modülünde belirtilen yöntemlerle toplanır. Bunlar çeşitli şekillerde saflaştırılarak kültürleri yapılır. Bu işlemler bazı özel teknikler gerektirir. Fitoplankton kültüründe mikrobiyolojik yöntemler geçerlidir. Bu nedenle fitoplankton kültürü çalışmalarında dikkat, beceri ve sabır gereklidir.

Fitoplanktonik canlılar bitkisel özellikler taşır ve bu yüzden de fotosentez yapma özelliğine sahiptir. Bunlar ortamda bulunan karbondioksit, besleyici tuzlar ve çeşitli elementleri kullanarak, sahip oldukları klorofil maddesiyle güneş ışınlarını alarak fotosentez yapar. Bu olay sonucunda da organik besin moleküllerini oluşturur.

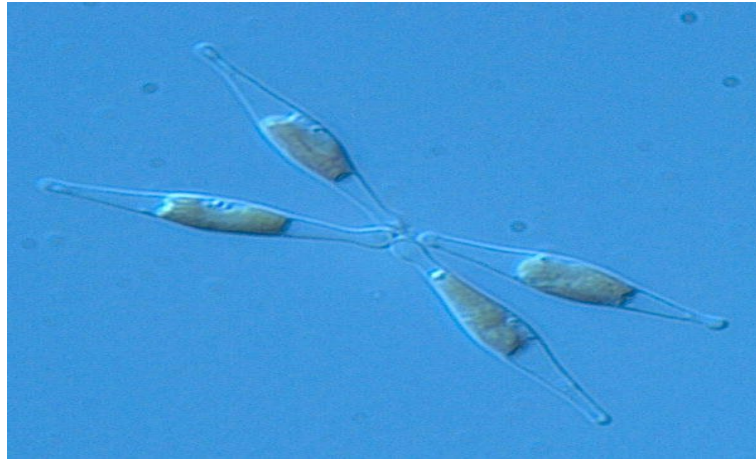
6 CO_2 (karbondioksit) + $12 \text{ H}_2\text{O}$ (su) + Işık enerjisi \rightarrow $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glikoz= besin molekülü) + 6 O_2 (oksijen) + $6\text{H}_2\text{O}$ (su)

1.1. Kültürü Yapılan Fitoplankton Türleri

Denizlerde fitoplankton türleri çok geniş bir yayılım göstermekle beraber, tümü yetiştiricilik amacıyla kullanılmamaktadır. Yetiştiricilikte kültür ortamına kolay adapte olan, besin içeriği yetiştirilecek balığın ihtiyaçlarına cevap verebilen, hastalıklara karşı dayanıklı türler tercih edilmektedir. Bu amaca uygun olan fitoplankton grupları ve bunlara ait türlerin genel özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir;



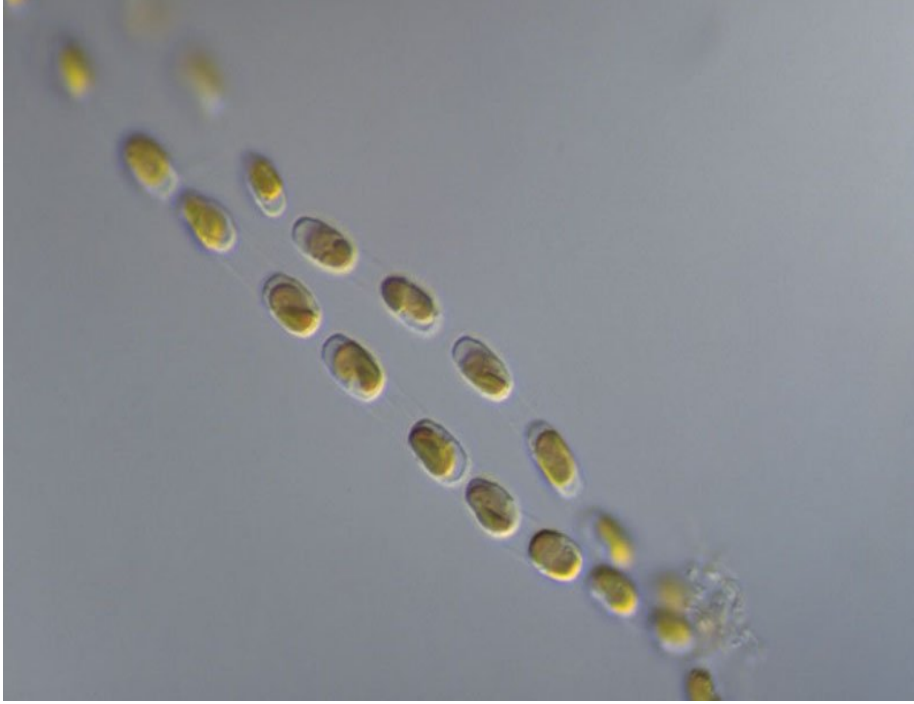
Şekil 1.1: *Isochrysis galbana*



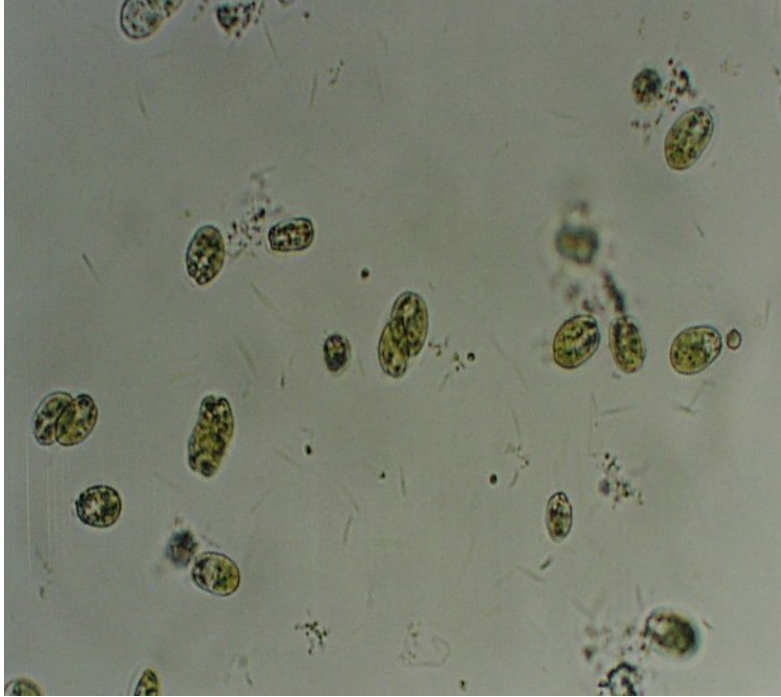
Şekil 1.2: *Phaeodactylum* sp.

SINIF	TÜR	RENK	KÜLTÜRD EKİ KONSANT RASYONU (hücre/ml)	HÜCRE BÜYÜKLÜĞÜ (mikron)
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	Sarı-kahve rengi	5-106	4-5
	<i>Skeletonema costatum</i>	Sarı-kahve rengi	3-106	5-8
	<i>Phaeodactylum tricornatum</i>	Sarı-kahve rengi	5-106	8
	<i>Nitzschia seriata</i>	Sarı-kahve rengi		80-140
Haptophyceae	<i>Isochrysis galbana</i>	Kahverengi	17-106	2-3
	<i>Pavlova lutheri</i> (Monochytis)	Kahverengi	15-106	
Prasinophyceae	<i>Tetraselmis suecica</i>	Yeşil	2-106	8-10
Chlorophyceae	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	Yeşil	2-106	8-10
	<i>Chlorella stigmatophora</i>	Yeşil	40-106	1-2
	<i>Nannochloris</i> sp.	Yeşil	40-106	1-2
Cyanophyceae	<i>Spirulina</i> sp.	Mavi-yeşil		
Dinophyceae	<i>Gymnodinium splendens</i>	Kahverengi	2-300	53

Tablo 1.1



Şekil 1.3: *Skeletonema costatum*



Şekil 1.4: *Tetraselmis suecica*

1.2. Fitoplankton Kültür Ortamı Koşulları

Laboratuvar koşulları altında yapılacak bir fitoplankton kültüründe başarılı olabilmek için öncelikle türlerin ihtiyaç duyduğu uygun koşulların bilinmesi gerekir. Gelişmeyi doğrudan etkileyen bu koşulları şöyle açıklayabiliriz.

1.2.1. Fiziksel Koşullar

- **Kültür Kapları:** Amaca uygun olarak değişik hacimlerde kaplar kullanılır. Stok kültürler için tüpler (18-20 cm çaplı) erlenmayerler (125-150 ml), aşı kültürleri için 2-5 litrelik erlenmayerler, daha yoğun üretim içinse 10-20 litrelik kaplar ve 100 litrelik naylon torbalar tanklar ve havuzlar kullanılır.
- **Işık:** Işık, kültür yoğunluğunda etkili olan en önemli faktördür. Aydınlatmada doğal ışık ya da 40-60 watt'lık florsan lambalar kullanılır. Kültür ortamı ortalama 1000 lüks'lük bir aydınlatmayla 12-18 saat aydınlatılmalıdır.
- **Sıcaklık:** Fitoplankton kültür ortamlarında genellikle 18-22 °C arasında sıcaklık uygulanır. Bu sıcaklık değerlerinin altında kültür büyümesi yavaşlar, üzerine çıkarsa da kültürün yoğunluk dengesini kontrol etmek zorlaşır. Bu amaçla kültürün yapıldığı ortamın (oda veya laboratuvar) sabit ve istenilen sıcaklıkta tutulması gerekir. Bunun içinde termostatlı bir ısıtma sistemi kullanılmalıdır.
- **Havalandırma Karıştırma:** Genelde kültür kaplarında fitoplankton hücrelerinin dibine çöktüğü gözlenir. Bunu önlemek için kültürün karıştırılması gerekir. Küçük hacimdeki kültürlerin elle çalkalanarak karıştırılması karışım için yeterli olabilir. Ancak büyük hacimli kültür ortamında karışım için ortama havalandırma konmalıdır. Kültür kaplarına hava bir kompresör yardımıyla verilir. Burada dikkat edilecek en önemli konu ortama verilen havanın filtre edilmesidir. Ayrıca ortama hava verilmesi, karışımı sağlamasının yanı sıra hücrelerin fotosentez yapmasında önemli bir unsur olan inorganik karbonun da ortama kazandırılmasını sağlar. Ayrıca sıcaklığın homojen dağılımında ve pH'nın düzenlenmesinde de havalandırmanın rolü vardır. Ortama hava ile birlikte % 1 oranında CO₂ (karbondioksit) verilmesi yararlıdır.

1.2.2. Kimyasal Koşullar

- **Sterilizasyon:** Tamamen steril şartları sağlamak ve rotifer, protozoa ve diğer alg türlerinin bulaşma (kontaminasyon) riskini minimum düzeye indirebilmek için kuluçkahane diğer bölümlerinden tamamen ayrı bir oda tahsis edilir. Bu alg stok odası, zemini klorlu su ile silinerek sterilize edilir. Alg kültüründen sorumlu eleman diğer kuluçkahane çalışmaları başlamadan önce stok kültür oluşturma çalışmalarını tamamlamalı ve daha sonra diğer çalışmalarla ilgilenmelidir. Laboratuvar içerisinde gereksiz malzemelerin tutulması ve ilgisi olmayan kişilerin bu bölüme girmeleri yasaklanmalıdır.

Üretilen alg türü için uygun büyüme şartlarını sağlayabilmek amacıyla stok kültür odasının sıcaklığı klima ile 18-22 °C arasında tutulur. Fotoperiyot veya gün uzunluğu, doğal gün ışığı tipi (2000-3000 lüks) florsan lambalar kullanılarak 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık olacak şekilde kontrol edilir.

Küçük ölçekli kültürlerde ve besiyerinin hazırlanmasında kullanılacak tüpler ve kaplar dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Aksi takdirde, bu kaplardan bulaşabilecek bileşikler alg kültürünün daha başlangıç safhalarında çökmesine yol açabilir. Bu safhada kullanılacak tüp ve diğer malzemelerin **borosilikat** camdan imal edilmiş olması tavsiye edilir.

Cam malzemeler bir gece boyunca fosfor içermeyen deterjanda tutulur, iyice fırçalanarak yıkanır ve daha herhangi bir deterjan kalıntısı kalmayacak şekilde iyice durulanır. Bu işlemden sonra malzemeler 0.1 N HCl'lik asit solüsyonunda yıkanır ve saf su ile durulanır. Daha sonra kurumak üzere tozsuz bir yere ağızları aşağı gelecek şekilde yerleştirilir veya etüvde kurutulur.

Arzu edilmeyen organizmaların kontaminasyonunu önlemek için, kültür kapları kullanılmadan önce otoklav veya etüv kullanılarak steril edilmelidir.

- **Otoklavda Sterilizasyon (2 atm basınç ve 121°C'de 15 dakika):** Steril edilecek materyaller alüminyum folyo veya gazete kağıdı benzeri materyalle sarılarak otoklav içerisine tüm yüzeye buhar ulaşacak şekilde yerleştirilir. Kimyasal kontaminasyondan sakınmak için otoklavın su haznesinde saf su kullanılmalıdır. Sterilizasyon işlemi sırasında oluşan yüksek basınç sonucu oluşabilecek patlamalardan kaçınmak için kapların ağızları tam olarak kapatılmamalı hafif bir hava akımı sağlayacak boşluk bırakılmalı veya pamuk gibi malzemelerin üzeri alüminyum folyo ile kapatılarak hava girişi sağlanmalıdır.
- **Etüvde Sterilizasyon (kuru ısı):** Kapların etüvden çıkarıldıktan sonra da iç kısımlarının steril kalmalarını sağlamak amacıyla boyun ve ağız kısımları alüminyum folyo ile kaplanır ve en az iki saat süre ile 160-180°C sıcaklık uygulanır.

Küçük hacimlerde geliştirilecek olan kültür için Walne veya f/2 stok solüsyonu formülüne göre saf kimyasallar kullanılarak bir besi ortamı (medyum) hazırlanır.

Stok kültür için kullanılacak deniz suyu, kullanılmadan birkaç ay önce fiberglas filtreden (Whatman GF/C) geçirilerek muhafaza kaplarında tutulur. Bu dinlendirilmiş deniz suyu daha sonra küçük hacimli kültür ortamlarına dağıtılır ve otoklavda steril edilir. Minarelerin çökmesini önlemek amacıyla deniz suyu ve besi ortamı ayrı ayrı steril edilir ve daha sonra steril şartlar altında karıştırılır.

Kültürün küçük hacimlerden büyük hacimlere çıkarılması safhasında olası bulaşma (kontaminasyon) riskini minimuma indirmek amacıyla test tüp kültürü dışında "parti kültür sistemi" adı verilen süreç kullanılır ve hiçbir zaman bir defadan fazla ekim yapılmaz.

- Filtrasyon: Deniz suyunun süzülmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Çeşitli yapı ve özellikteki filtreler yardımıyla ortama giren su içinde buluna parçacıklar ve kirleticiler sudan arındırılır.
- Radyasyon: Son yıllarda en çok kullanılan sterilizasyon yöntemidir. Bu amaçla dizayn edilmiş özel cihazlarla ortama giren su ve diğer tüm araç gereçler X ve UV (Ultraviyole - mor ötesi) ışınları yardımıyla sterile edilir.
- Mineral Tuzlar: Fitoplankton hücreleri, suda bulunan organik ve inorganik maddelerle beslenerek çoğalır. Bu maddeler şöyle sıralanabilir;

Makro elementler:	N, P, C, Ca, Mg, Na, K
Oligo elementler:	Fe, Mn
İz elementler:	Zn, Mo, Cu, Co
Vitaminler:	B1, B12, Biotin
- Karbon Gazı: Fitoplankton hücreleri fotosentez yapmak için ihtiyaç duydukları karbonu ortamdaki karbondioksit (CO₂)' ten almaktadır. Ancak bu yoğun kültürlerde mümkün değildir. Bu bakımdan hücrelerin büyüme ve gelişme için ihtiyaç duydukları karbon, %1 oranında ortama dışardan verilmelidir.
- pH: Fitoplankton kültüründe istenilen pH değerleri 7,5-8,0 arasındadır. Yoğun kültürlerde ortama tampon çözeltiler ilave edilerek pH dengelenir. Bu amaçla tris, **glycylglycine**, kullanılır.
- Tuzluluk: En uygun tuzluluk oranı ‰ 20-35 olarak söylenebilir. Eğer kullanılacak deniz suyu bu değerlerin üstünde ise ortama tatlı su ilavesi yapılarak tuzluluk oranı dengelenmelidir.

1.2. Fitoplankton Kültür Yöntemleri

- **Test Tüplerinde Alg Kültürü:** Yoğun fitoplankton kültürünün gelişimi test tüplerinde gerçekleştirilen kültürün kalitesine bağlı olduğundan, istikrarlı bir alg üretimi için saf stok kültür kullanılması özellikle tavsiye edilmektedir. Nitelikli ve saf alg stok kültürü, ya izolasyon teknikleri ile elde edilir ya da bilinen laboratuvardaki orijinal stok kültürden satın alınır. Bu izolasyon işlemi için, içerisinde 10 ml stok besi ortamı bulunan 20 kadar test tüpünün her birine steril pastör pipetle izole edilecek stok kültürden iki damla inokülasyon (ekim) yapılır. Stok kültürün saflığı, ortamın şeffaflığı, içerisinde topaklanmanın olmaması ve hızlı gelişme gibi parametrelere göre değerlendirilir. Ayrıca mikroskop altında incelenen örnekteki hücre büyüklüklerinin homojen olması da kültürle ilgili iyi bir göstergedir. Ekimi yapılan test tüplerindeki kültürler 200 ml'lik daha büyük hacimlere transfer edilmeden önce iki-üç hafta gelişmeleri sağlanır. Alg hücrelerinin test tüplerinin dip kısmında çökmesini engellemek için, her gün dikkatli bir şekilde çalkalanmalıdır. Stok kültürün seçiminden sonra, kalan diğer temiz stoklar 2-4°C'de üretim sezonundaki iş yoğunluğunu azaltmak amacıyla buzdolabında muhafaza edilir. Bu stoklar haftada bir kez

çalkalanır. Şayet stokun yüksek kondisyonu sürdürülebilirse, buzdolabında altı ay muhafaza edilebilir.



Resim 1.1: Kültür ortamının hazırlanması



Resim 1.2: Fitoplankton kültür odası

- **200 ml Hacimlerde Alg Kültürü :** 200 ml'lik erlen kültüründe havalandırma sistemine gereksinim yoktur. Daha önceden 200 ml'lik erlen içerisinde 150 ml sterile edilmiş kültür solüsyonuna (besi ortamı) iyi kondisyondaki tek bir test tüpü seçilerek ekim yapılır. Erlen içerisinde bulunan CO₂ alg gelişimini hızlandırır. Kültürün bu safhadaki gelişim süresi 4-7 gün arasında değişmektedir. Her sabah erlenin çalkalanması tavsiye edilmektedir.
- **5 l'lik Balonjoje Kültürü:** Bu kültür için kullanılacak ünite; 5 l'lik balonjoje, silikon tapa, havalandırma ve hava sağlayan cam borudan oluşmaktadır. Hava borusu 45 derecelik bir açıyla balonjoje kapağından çıkar. Kültür ortamının sirkülasyonu için kuvvetli havalandırmaya (6 l/dak.) ihtiyaç vardır. Dışarıdan hava ile gelebilecek herhangi bir kontaminasyon riskini asgari seviyeye indirmek için gelen hava pamuk ile filtre edilerek balonjojeye verilir. 200 ml'lik erlen içerisinde geliştirilen kültür, içerisinde otoklavda sterilize edilmiş kültür besi ortamı bulunan 5 l'lik balonjojeye aşılır. *Nannochloropsis sp.* yoğunluğu inokülasyondan 4-7 gün sonra 80-100x10⁶ hücre/ml'ye ulaşır. Bu yoğunluğa ulaşan kültür sera içerisinde bulunan 100 litrelik polikarbon tanklara aşılabilir.
- **Büyük Hacimlerde (100 l'den 1 m³'e) Alg Kültürü:** Alg kültürünün bu safhası kuluçkahanenin diğer bölümlerden bağımsız olarak kurulmuş olan sera içerisinde yürütülmektedir. Burada herhangi bir kontaminasyonu önlemek için, kullanılan malzemeler %12 aktif klor ihtiva eden 300 ppm çamaşır suyu ilave edilmiş suda bekletilerek dezenfekte edilir. *Nannochloropsis sp.* ve *Phaeodactylum sp.*, düşük konsantrasyonlardaki kloru karşı tolerans gösterebildiklerinden, klorlu suda bekletilen malzemeler musluk suyu ile durulanmadan direkt olarak kullanılabilir.

Sera içerisindeki tanklar polikarbon malzemeden yapılmış olup şeffaftır. 100-1000 litrelik polikarbon tanklar filtre edilmiş deniz suyuyla doldurulup, 300 ppm konsantrasyonunda çamaşır suyu ilave edilerek klor ile bir gece sterilizasyona tabi tutulur. Ertesi sabah, tanktaki su sodyum tiyosülfat solüsyonu ile birkaç dakika muamele edilerek klor nötralize edilir. Sterilizasyon süresince tank orta derecede havalandırılır. 100 ve 1000 litrelik kültür tankları için sırası ile 8 ve 22 l/dak havalandırma sağlanır.

Tanklara zirai gübre ve 100 l'lik kültür tanklarına 5 l'lik balonjojedeki alg inokülasyonu yapılır. 100 l'lik bir tanktaki fitoplanktonun tümü 1 m³'lük tankta ekilir. Kültürün bu safhasında ekimi yapılacak *Nannochloropsis sp.* yoğunluğu genel olarak 2-5x10⁶ hücre/ml arasındadır ve yaklaşık bir hafta içerisinde hedeflenen fitoplankton yoğunluğu olan 30-60x10⁶ hücre/ml'ye ulaşır.

Deniz suyunun dezenfeksiyonunda kullanılan çamaşır suyu (klorin), bunun nötralizasyonu ve *Nannochloropsis sp.* ve *Phaeodactylum sp.* kültürleri için kullanılacak gübre oranları Tablo 1'de özetlenmiştir.

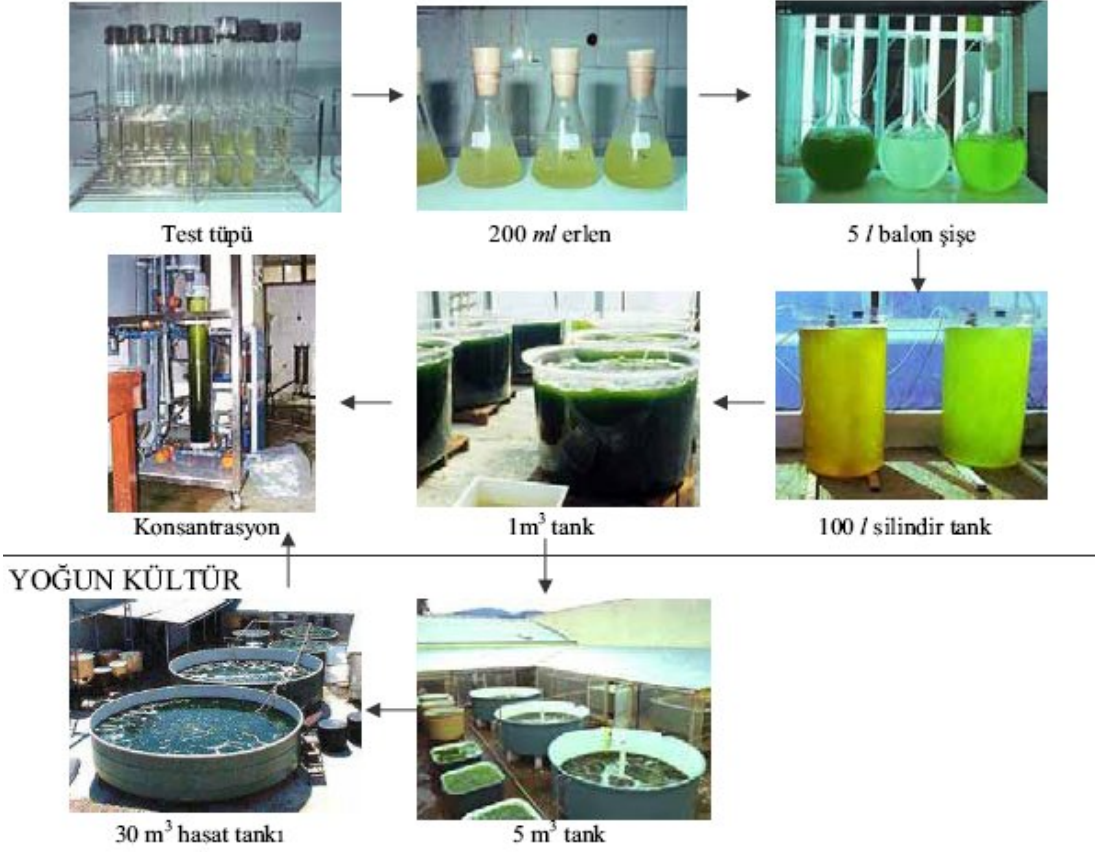
	Tank Kapasitesi			
	100 l	1 m ³	5 m ³	30 m ³
Başlangıç su hacmi (m ³)	100 l	900 l	2 m ³	10 m ³
Çamaşır suyu (12% sodyum hipo-klorit) (ml)	20 ml	180 ml	400 ml	2 l
10% Sodyum tiyosülfat solüsyonu (ml)	2 ml	18 ml	40 ml	200 ml
Uygulama sıklığı	Bir kez		Her üç günde bir	

Tablo 1.2: *Nannochloropsis sp.* ve *Phaeodactylum sp.* kültüründe kullanılan kimyasallar ve kullanım miktarları



Resim 1.3: Fitoplankton kültür sistemi

Stok Kültürden Yoğun (Kitlese) Kültüre Geçiş



Resim 1.4: Fitoplankton kültürünün işlem basamakları

- **Yoğun (Kitlese) Alg Kültürü:** Yoğun alg üretimi, bina dışına yerleştirilen 5-30 m³ hacme sahip fiberglass tanklarda yapılmaktadır. Fitoplankton gelişimini hızlandırmak için tanklar güneş ışınlarını direkt alabilecek şekilde yönleri doğudan batıya doğru olarak yerleştirilmelidir. Tanklar rotifer ve diğer protozoaların kuvvetli rüzgar veya diğer herhangi bir şekilde bulaşma riski göz önüne alınarak yerleştirilmelidir.

Tankların temizlenip doldurulabilmesi için filtre edilmiş deniz suyu ve musluk suyuna kolayca ulaşılabilir. Tanktaki alg hücrelerini iyice karıştırarak süspansiyon halinde tutmak amacıyla kuvvetli bir havalandırma yapılır. Bu amaçla, tankın tabanına tank duvarından 30 cm uzaklıkta 1.5 cm çapında bir hortum dairesel olarak monte edilir. Hortum üzerinde 10 cm aralıklarla 1 mm çapında havalandırma delikleri açılır. Ayrıca, daha iyi sirkülasyon sağlayabilmek için tankın merkezine doğru bir ya da iki havalandırma taşı yerleştirilir.

1 ve 5 m³ tanklarda yetiştirilen kültür sırasıyla 5 ve 30 m³ tanklara aşılır. *Nannochloropsis sp.* kültüründe tankın başlangıçtaki su derinliği ayarlanırken ekimi yapılacak algin yoğunluğu ve hacmi göz önüne alınmalıdır. Ekim yapıldıktan sonra tankın yoğunluğu 5-10x10⁶ hücre/ml arasında ayarlanır ve hücre yoğunluğu 20x10⁶ hücre/ml ulaştığında tanka dezenfekte edilmiş deniz suyu ilave edilerek tankın yoğunluğu 10x10⁶ hücre/ml düşürülür.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kültür çalışması için uygun biyolojik oşinografi modülünde belirtilen yöntemlerle yeteri kadar fitoplankton toplayınız.➤ Topladığınız fitoplanktonu size verilecek tayin anahtarı ve şekillere göre mikroskop altında sınıflandırınız.➤ Tek tek ayırdığınız fitoplankton türlerini ayrı test tüplerine alınız.➤ Kültür ortamının fiziksel ve kimyasal koşullarını yukarıda belirtilen şekilde düzenleyiniz.➤ Kültürde kullanacağınız kapları ve malzemeleri sterilize ediniz.➤ Test tüplerinde çoğaltılan fitoplanktonu 200 ml'lik erlenmayere alınız ve burada gelişmesini sağlayınız.➤ 4-7 gün sonra 5 litrelik balonjojeye geçiriniz.➤ 4-7 gün sonra 100 litre ile 1 m³ hacimlerdeki üretim kaplarına aşılama yapınız.➤ Ortalama 7 gün sonra 5-30 m³ kaplarda yoğun üretime geçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız gereçlerin tümü oldukça hassas yapıdadır. Bu yüzden taşıma esnasında ve kullanırken çok dikkatli olunuz.➤ Hijyen kurallarına dikkat ediniz.➤ Gerekli emniyet tedbirlerini alınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki ifadelerin doğru veya yanlış olduğunu belirterek, öğrenme faaliyetinde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

	ÖLÇME SORULARI	DOĞRU	YANLIŞ
1.	Denizlerde fitoplankton türleri çok geniş bir dağılım göstermekle beraber, tümü yetiştiricilik amacıyla kullanılmamaktadır.		
2.	Phaeodactylum tricornatum türü yeşil algdir.		
3.	Işık, fitoplankton kültür yoğunluğunda etkili olan en önemli faktördür.		
4.	Fitoplankton kültür ortamlarında genellikle 18-22 °C arasında sıcaklık uygulanır.		
5.	Arzu edilmeyen organizmaların bulaşmasını önlemek için, kültür kapları kullanılmadan önce otoklav veya etüv kullanılarak steril edilmesine gerek yoktur.		
6.	Çeşitli yapı ve özellikteki filtreler yardımıyla ortama giren su içinde bulunan parçacıklar ve kirleticiler sudan arındırılır.		
7.	Fitoplankton kültüründe istenilen pH değerleri 4-5 arasındadır.		
8.	En uygun tuzluluk oranı ‰ 20- 35 olarak söylenebilir. Eğer kullanılacak deniz suyu bu değerlerin üstünde ise ortama tatlı su ilavesi yapılarak tuzluluk oranı dengelenmelidir.		
9.	Ekimi yapılan test tüplerindeki kültürler 200 ml'lik daha büyük hacimlere transfer edilmeden önce iki üç hafta gelişmeleri sağlanır.		
10.	Yoğun alg üretimi, bina dışına yerleştirilen 5-30 m ³ hacme sahip fiberglas tanklarda yapılmaktadır.		

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarınızı karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise uygulamalı teste geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

B. UYGULAMALI TEST

Atölyenizdeki fitoplankton ünitesine giderek yukarıdaki faaliyetleri yapınız.

Yaptığınız uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
➤ Kültür çalışması için uygun biyolojik oşinografi modülünde belirtilen yöntemlerle yeteri kadar fitoplankton topladınız mı?		
➤ Topladığınız fitoplanktonu size verilecek tayin anahtarı ve şekillere göre mikroskop altında sınıflandırdınız mı?		
➤ Tek tek ayırdığınız fitoplankton türlerini ayrı test tüplerine aldınız mı?		
➤ Kültür ortamının fiziksel ve kimyasal koşullarını yukarıda belirtilen şekilde düzenlediniz mi?		
➤ Kültürde kullanacağınız kapları ve malzemeleri sterilize ediniz.		
➤ Test tüplerinde çoğaltılan fitoplanktonu 200 ml'lik erlenmayere alınız ve burada gelişmesini sağladınız mı?		
➤ 4-7 gün sonra 5 litrelik balonjojeye geçirdiniz mi?		
➤ 4-7 gün sonra 100 litre ile 1 m ³ hacimlerdeki üretim kaplarına aşılama yaptınız mı?		
➤ Ortalama 7 gün sonra 5-30 m ³ kaplarda yoğun üretime geçtiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyet ile gerekli ortam sağlandığında, fitoplankton kültüründeki büyümeyi izleyebilecek, fitoplankton yoğunluğunu tespit edecek, ortamda renk kontrolü yapabilecek ve fitoplankton kültür ortamının zenginleştirilmesi için kullanılan maddeleri ortama ekleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Yakınıınızda bulunan akvaryum balıkları, çipura, levrek üretim hanelerine giderek buraların canlı yem ünitelerini gözlemleyerek;

- Üretilen canlı yemlerin çeşitlerini,
- Üretim nedenlerini,
- Bu canlı yemlerin üretim ortamlarını ve araç gereçlerini,

gözlemleyin ve gözlemlerinizi bir kompozisyon olarak yazınız.

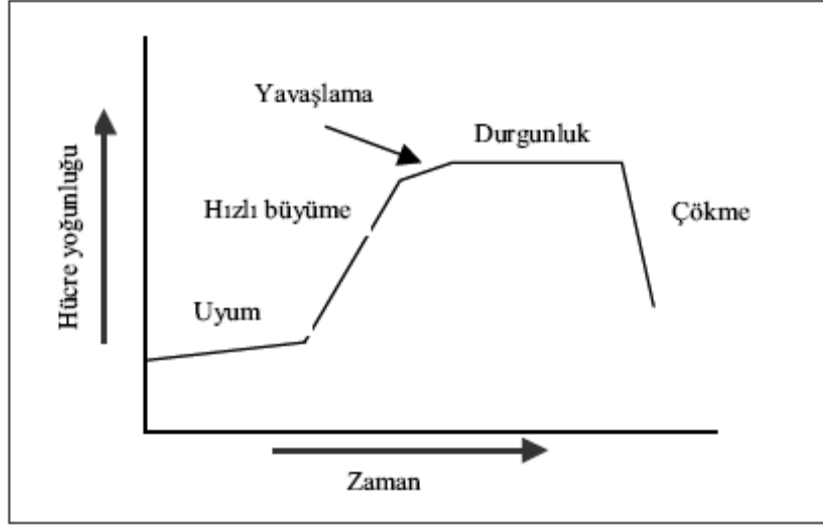
2. FİTOPLANKTON KÜLTÜR ORTAMINA BESİN TAKVİYESİ

2.1. Fitoplankton Kültüründe Büyüme

Fitoplanktonun karakteristik gelişme safhaları beş ayrı aşamada gerçekleşir: Uyum veya adaptasyon safhası, hızlı gelişme safhası, gelişmenin yavaşlama safhası, duraklama safhası ve çökme safhası

- **Uyum Safhası:** Ekimi yapılan alg hücreleri ortama uyum aşamasında olduğundan gelişmenin nispeten yavaş olduğu safhadır.
- **Hızlı Gelişme Safhası:** Hücreler düzenli ve sürekli olarak sabit bir oranda bölünmeye başlamaktadır. Bu aşamada gelişme oranı maksimum seviyededir.
- **Yavaş Gelişme Safhası:** Bu aşama hızlı çoğalma ve durgunluk safhaları arasındaki gelişmenin yavaşladığı safhadır. Bu safha diğer kültür tankına ekim yapılma zamanı olarak tavsiye edilmektedir.
- **Duraklama Safhası:** Hücrelerin çoğalma ve yok olma oranlarının eşit olduğu bu evrede, hücre sayısında herhangi bir değişim olmamaktadır.
- **Çökme Safhası:** Bu safhada hücre sayısı ani olarak azalmaya başlar. Bu safhadaki fitoplankton, larva veya rotifer kültürü için kullanılmamalıdır.
- Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsünde yapılan bir çalışmada *Nannochloropsis sp.* ve *Phaeodactylum sp.* türlerinin stok kültürleri

Japonya'dan getirilmiş ve *Dunaliella* spp., *Chlorella* spp., *Chaetoceros* sp. ve *Skeletonema costatum* türleri Türkiye sularından izole edilerek stok kültür oluşturulmuştur. Yapılan denemeler sonucu yoğun üretimde kullanılacak aday tür olarak *Nannochloropsis* sp. ve *Phaeodactylum* sp. seçilmiştir. Rotiferin küçük ölçekli hacimlerde üretim safhasında beslenmesi amacıyla *Tetraselmis* sp. kültürü de yapılmaktadır. Optimum sıcaklıklarda (20 °C ve 12.5 °C) *Nannochloropsis* sp. ve *Phaeodactylum* sp. türlerinin yoğunluğu ekimden (inokülasyon) bir hafta sonra sırasıyla 20×10^6 ve 2×10^6 hücre/ml'ye ulaşır.



Şekil 2.1: Fitoplankton kültüründe büyüme grafiği

2.2. Fitoplankton Kültür Ortamının Zenginleştirilmesi İçin Kullanılan Maddeler

Fitoplankton hücrelerinin ihtiyaç duydukları elementleri şöyle sıralayabiliriz:

- **Azot:** Hücrede aminoasitlerin dolayısıyla proteinlerin yapısında yer aldığı için kaçınılmaz bir elementtir.
- **Fosfor:** Fitoplankton hücrelerinde ATP, nukleik asit ve fosfolipidlerin yapısında yer aldığından önemli bir elementtir
- **Karbon:** Karbon içeren organik bileşiklerin kuru ağırlığının yaklaşık % 50 karbon elementidir. Bu nedenle de fitoplankton hücreleri fotosentez esnasında karbona ihtiyaç duyar. Bu karbon CO₂'den sağlanır.
- **Kalsiyum:** Büyümeyi sağlayan önemli bir elementtir. Hücre zarı ve hücre çeperinin yapısında rol oynar.
- **Magnezyum (Mg):** enzimlerin oluşmasında rol oynar. Hücre bölünmesinde etkin rol oynar.
- **Sodyum (Na) ve Potasyum (K) :** büyümeyi doğrudan etkiler.

- **Demir (Fe) ve Mangan (Mn):** demir eksikliği fotosentez hızını etkiler. Mangan fazlalığında gelişmeyi yavaşlatır.
- **Vitaminler:** Suda eriyen üç tür vitamin çok önemlidir. Bu vitaminler B₁₂, B₁ ve Biotindir.

Fitoplankton kültüründe bu temel besin elementlerini içeren besin ortamları (zenginleştirici sıvı karışımlar) hazırlanarak ortama belirli oranlarda verilmelidir

Yoğun üretim tanklarında, verilecek olan gübrenin oranı ve veriliş sıklığı kültürün gelişimini kontrol ettiğinden, Tablo 2’de de görüldüğü gibi standart gübrenin üçte biri, üç günde bir olmak üzere tanklara verilir.

	Tank Kapasitesi			
	100 l	1 m ³	5 m ³	30 m ³
Başlangıç su hacmi (m ³)	100 l	900 l	2 m ³	10 m ³
Çamaşır suyu (12% sodyum hipo-klorit) (ml)	20 ml	180 ml	400 ml	2 l
10% Sodyum tiyosülfat solüsyonu (ml)	2 ml	18 ml	40 ml	200 ml
Inokülasyon (ekim) (m ³)	5 l	100 l	1 m ³	5 m ³
21-0-0 Amonyum sülfat (g)	10 g	100 g	100 g	500 g
42-44-0 Amonyum fosfat (g)	0.8 g	8 g	8 g	40 g
46-0-0 Üre (g)	10 g	10 g	10 g	50 g
Fe-EDTA (g)	0.5 g	5 g	5 g	15 g
Gübreleme sıklığı	Bir kez		Her üç günde bir	

Tablo 2.1: Fitoplankton üretim tanklarında gübreleme

2.3. Fitoplankton Sayımı

İdeal şartlarda büyüme ve kontaminasyonun izlenmesi amacıyla her kültür partisinin hücre yoğunluğu günlük olarak ölçülmelidir.

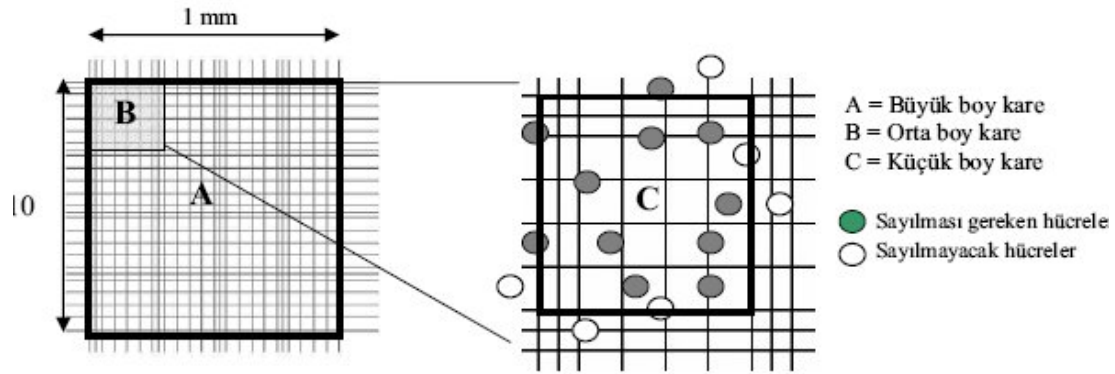
Fitoplanktonun hücre sayımı biyolojik mikroskop altında sayım kamarası (hemasitometre) kullanılarak yapılır. Sayım kamarası ortasında kalın dikdörtgen veya H şeklinde sayılacak fitoplankton hücrelerinin yerleştirileceği dairesel girintiler içerir. Kamaranın tipine göre derinliği 0.1 mm olan bir odacık oluşturan bir veya iki sayım alanı bulunur.

Sayım amacıyla her bir kültür tankından alınan üçer örnek iyice karıştırılır. Pastör pipet kullanılarak örnekten bir damla sayım kamarasındaki odacığa tespit edilir. Örneğin sayım odacığın yerleştirilmesinde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Sayım kamarası temizlenir ve % 90 alkol içerisine konur. Kesinlikle toz ve yağdan arındırılmalıdır.
- Lamel sayım kamarasının ölçümlendirilmiş (cetvelli) kısmına yerleştirilir.

- Sayım kamarası ile lamel arasında Newton halkası (gökkuşuğu renginde) oluşuncaya kadar lamel sıkı bir şekilde bastırılıp hafifçe döndürülür.
- Bir damla örnek (lamelin karşılıklı kenarlarına kadar yayılacak miktarda) lamelin üstüne damlatılarak sayım odacığının içerisine girmesi sağlanır.
- Örnek taşmaya sebep olacak kadar fazla veya sayım odacığını tam doldurmayacak kadar az olmamalıdır.
- Petri kutusunun içerisine örneğin buharlaşmasını önlemek için bir parça ıslak kağıt yerleştirilir. Sayım kamarası petri içerisine konarak hücrelerin çökmesi için 5 dakika bekletilir.

Fitoplankton sayımında yaygın olarak, ölçümlendirme ve ebatlarına göre üç tip kamara kullanılmaktadır. Thoma tip sayım kamarasında en büyük karenin ebatları 1 mm x 1 mm'dir. Burker-Turk tipinde 3 mm x 3mm ve Neubauer tipinde ise 4 mm x 4 mm'dir.



Şekil 2.2: Thoma tipi sayım kamarasının yapısı

Bu sayım odacığı büyük, orta ve küçük karelere sahiptir (Şekil A, B ve C). Büyük karenin alanı (Şekil A) 1mm x 1mm'dir. Büyük bir karede genellikle 16 veya 25 orta büyüklükte kare (Şekil B) bulunurken, orta büyüklükte bir karede 25 adet küçük kareye (Şekil C) sahiptir. Rastgele 5 tane orta (B) büyüklükte kare seçilerek, bu karelerde kalın çizgilerle çevrelenmiş olan alan içerisinde kalan tüm hücreler mikroskop altında 200 - 400 kez büyütülerek sayılır (Şekil). Eğer kültürün hücre yoğunluğu düşük ise büyük kare (A) içerisindeki tüm hücreler sayılır. Sayımı yapılan kareyi çevreleyen üst ve sol kenar çizgisine dokunan hücreler sayılırken, alt ve sağ kenar çizgisine dokunanlar sayılmaz. Kültürün hücre yoğunluğu aşağıdaki şekilde hesaplanır:

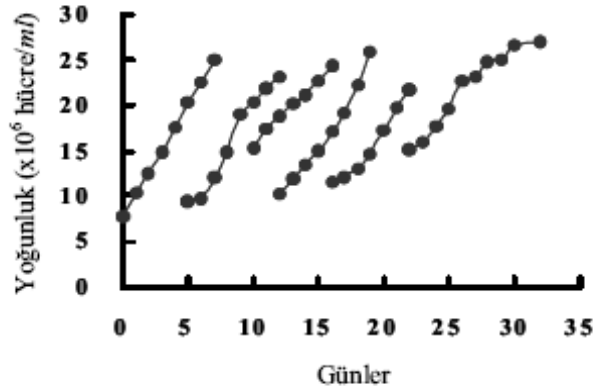
- Orta büyüklükteki 5 karede sayılan toplam hücre sayısı:
 $N1 + N2 + N3 + N4 + N5$
- Orta büyüklükteki karedeki ortalama hücre sayısı:
 $(N1 + \dots + N5) / 5$
- Büyük kareler (A) 16 orta boy kare (B) içeriyorsa, Sayım kamarasındaki toplam hücre sayısı;
 $(N1 + \dots + N5) / 5 \times 16$
Sayım kamarasının hacmi;

$$1 \times 1 \times 0.1 \text{ (mm)} = 0.1 \text{ mm}^3$$

- $1 \text{ ml} = 10 \times 10 \times 10 \text{ (mm)} = 1,000 \text{ mm}^3$
- Buna göre fitoplankton hücre yoğunluğu (hücre/ml) aşağıdaki şekilde hesaplanabilir
 $(N1+\dots+N5)/5 \times 16 \times (1,000/0.1) = (N1+\dots+N5)/5 \times 16 \times 10,000$
- Şayet büyük kare (A) 25 orta boy kare (B) içeriyorsa, Sayım kamarasındaki toplam hücre sayısı (hücre/ml);
 $(N1+\dots+N5)/5 \times 25 \times 10,000$
- Eğer büyük karenin tümü sayılırsa (A);
Fitoplanktonun yoğunluğu (hücre/ml) = $N \times 10,000$

2.4. Fitoplankton Kültürünün Hasadı ve Muhafazası

Hedeflenen yoğunluğa ulaşan alg kültür, rotifer beslemede veya muhafaza amacıyla konsantre edilmeden önce sıcaklığı kontrol edilebilen tanklara transfer edilir. Alg kültürünün bir tanktan diğerine nakli spiral hortum takılmış olan dalgıç pompalarla yapılmaktadır. Bu işlem sırasında hortumun ucuna yerleştirilen 45 mikronluk plankton kepeşi ile alg filtre edilir.



Şekil 2.3

Larva üretim sezonunda iş gücü kullanımını azaltmak, üretim sezonu dışında kültürün sürekliliğini sağlamak ve yoğun üretim esnasında acil kaynak olarak kullanılmak üzere hasat edilen planktonun bir kısmı veya tamamı polietilen içi oyuk fiberglas zar 1 mikron (ağız açıklığı) konsantre makinesi ile konsantre hale getirilmektedir. Konsantre edilen alg sıvı halde veya dondurularak muhafaza edilmektedir. Bu kültür bir yıldan daha fazla bir süre kalitesinde önemli bir değişim olmadan muhafaza edilebilir. Konsantre alg kuvvetli bir havalandırma sağlanan plastik kaplara stoklanır ve buzdolabında 1-3°C'de muhafaza edilir. Bununla beraber, konsantre edilen alg plastik poşetlere nakledilerek -30°C'nin altında derin dondurucuda lipid içeriğini koruyabilmesi için muhafaza edilir. Konsantre edilen Nannochloropsis'in yoğunluğu 5-6x10⁹ hücre/ml ve Phaeodactylum ise 0.4-0.5x10⁹ hücre/ml civarında olabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Fitoplankton kültüründeki gelişim aşamalarını gözleyiniz➤ Kültür ortamına, yukarıda belirtilen zenginleştirici besin karışımlardan uygun zaman aralıklarında ekleyiniz.➤ Her gün düzenli olarak birim hacimdeki fitoplankton miktarını mikroskop altında sayınız.➤ Hedeflenen yoğunluğa ulaşıldığı zaman 45 mikronluk plankton bezi ile üretilen fitoplanktonu süzünüz.➤ Elde ettiğiniz fitoplanktonu uygun koşullarda saklayınız ya da taze olarak zooplankton tanklarına besin olarak veriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanacağınız gereçlerin tümü oldukça hassas yapıdadır. Bu yüzden taşıma esnasında ve kullanırken çok dikkatli olunuz.➤ Hijyen kurallarına dikkat ediniz.➤ Gerekli emniyet tedbirlerini alınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki ifadelerin doğru veya yanlış olduğunu belirterek, öğrenme faaliyetinde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

	ÖLÇME SORULARI	DOĞRU	YANLIŞ
1.	Fitoplanktonun karakteristik gelişme safhaları sekiz ayrı aşamada gerçekleşir.		
2.	Hızlı gelişme safhası, hücreler düzenli ve sürekli olarak sabit bir oranda bölünmeye başlamaktadır. Bu aşamada gelişme oranı maksimum seviyededir.		
3.	İdeal şartlarda büyüme ve kontaminasyonun izlenmesi amacıyla her kültür partisinin hücre yoğunluğu günlük olarak ölçülmelidir.		
4.	Sayım kamarası temizlenir ve % 10'luk alkol içerisine konur.		
5.	Thoma tip sayım kamarasında en büyük karenin ebatları 1 mm x 1 mm'dir.		
6.	Burker-Turk tipinde 3 mm x 3mm ve Neubauer tipinde ise 4 mm x 4 mm'dir.		
7.	Azot, hücrede aminoasitlerin dolayısıyla da proteinlerin yapısında yer aldığı için kaçınılmaz bir elementtir.		
8.	Fitoplankton hücreleri fotosentez esnasında karbona ihtiyaç duymaz.		
9.	Fitoplankton kültüründe bu temel besin elementlerini içeren besin ortamları (zenginleştirici sıvı karışımlar) hazırlanarak ortama belirli oranlarda verilmelidir.		
10.	Alg kültürünün bir tanktan diğerine nakli spiral hortum takılmış olan dalgıç pompalarla yapılmaktadır.		

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarınızı karşılaştırınız, cevaplarınız doğru ise uygulamalı teste geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.

B. UYGULAMALI TEST

Atölyenizdeki fitoplankton ünitesine giderek yukarıdaki faaliyetleri yapınız.

Yaptığınız uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendirin.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
➤ Fitoplankton kültüründeki gelişim aşamalarını gözlediniz mi?		
➤ Kültür ortamına, yukarıda belirtilen zenginleştirici besin karışımlardan uygun zaman aralıklarında eklediniz mi?		
➤ Her gün düzenli olarak birim hacimdeki fitoplankton miktarını mikroskop altında saydınız mı?		
➤ Hedeflenen yoğunluğa ulaşıldığı zaman 45 mikronluk plankton bezi ile üretilen fitoplanktonu süzdünüz mü?		
➤ Elde ettiğiniz fitoplanktonu uygun koşullarda saklayıp ya da taze olarak zooplankton tanklarına besin olarak verdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

A. OBJEKTİF TESTLER

Aşağıdaki ifadelerin doğru veya yanlış olduğunu belirterek, modülde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

	ÖLÇME SORULARI	Doğru	Yanlış
1.	Denizlerde fitoplankton türleri çok geniş olmakla beraber, tümü yetiştiricilik amacıyla kullanılmamaktadır.		
2.	Phaeodactylum tricornatum türünün rengi yeşildir.		
3.	Işık, fitoplankton kültür yoğunluğunda etkili olan en önemli faktördür.		
4.	Fitoplankton kültür ortamlarında genellikle 18-22 °C arasında sıcaklık uygulanır.		
5.	Arzu edilmeyen organizmaların bulaşmasını önlemek için, kültür kapları kullanılmadan önce otoklav veya etüv kullanılarak steril edilmesine gerek yoktur.		
6.	Çeşitli yapı ve özellikteki filtreler yardımıyla ortama giren su içinde bulunan parçacıklar ve kirleticiler sudan arındırılır.		
7.	Fitoplankton kültüründe istenilen pH değerleri 4-5 arasındadır.		
8.	En uygun tuzluluk oranı ‰ 20- 35 olarak söylenebilir. Eğer kullanılacak deniz suyu bu değerlerin üstünde ise ortama tatlı su ilavesi yapılarak tuzluluk oranı dengelenmelidir.		
9.	Ekimi yapılan test tüplerindeki kültürler 200 ml'lik daha büyük hacimlere transfer edilmeden önce iki-üç hafta gelişmeleri sağlanır.		
10.	Yoğun alg üretimi, bina dışına yerleştirilen 5-30 m ³ hacme sahip fiberglas tanklarda yapılmaktadır.		
11.	Fitoplanktonun karakteristik gelişme safhaları sekiz ayrı aşamada gerçekleşir		
12.	Hızlı gelişme safhası, hücreler düzenli ve sürekli olarak sabit bir oranda bölünmeye başlamaktadır. Bu aşamada gelişme oranı maksimum seviyededir.		
13.	İdeal şartlarda büyüme ve kontaminasyonun izlenmesi amacıyla her kültür partisinin hücre yoğunluğu günlük olarak ölçülmelidir.		

14.	Sayım kamarası temizlenir ve % 10'luk alkol içerisine konur.		
15.	Thoma tip sayım kamarasında en büyük karenin ebatları 1 mm x 1 mm'dir.		
16.	Burker-Turk tipinde 3 mm x 3mm ve Neubauer tipinde ise 4 mm x 4 mm'dir.		
17.	Azot, hücrede aminoasitlerin dolayısıyla da proteinlerin yapısında yer aldığı için kaçınılmaz bir elementtir.		
18.	Fitoplankton hücreleri, fotosentez esnasında karbona ihtiyaç duymazlar.		
19.	Fitoplankton kültüründe bu temel besin elementlerini içeren besin ortamları (zenginleştirici sıvı karışımlar) hazırlanarak ortama belirli oranlarda verilmelidir.		
20.	Alg kültürünün bir tanktan diğerine nakli spiral hortum takılmış olan dalgıç pompalarla yapılmaktadır.		

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarınızı karşılaştırmış, yanlış cevap verdikleriniz için modülün ilgili faaliyetine dönerek konuyu tekrar ediniz. Cevaplarınız doğru ise performans testine geçiniz.

B. PERFORMANS TESTİ (Yeterlik testi)

Atölyenizdeki fitoplankton ünitesine giderek yukarıdaki faaliyetleri yapınız.

Yaptığımız uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendirin.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
➤ Kültür çalışması için uygun biyolojik oşinografi modülünde belirtilen yöntemlerle yeteri kadar fitoplankton topladınız mı?		
➤ Topladığımız fitoplanktonu size verilecek tayin anahtarı ve şekillere göre mikroskop altında sınıflandırdınız mı?		
➤ Tek tek ayırdığımız fitoplankton türlerini ayrı test tüplerine aldınız mı?		
➤ Kültür ortamının fiziksel ve kimyasal koşullarını yukarıda belirtilen şekilde düzenlediniz mi?		
➤ Kültürde kullanacağınız kapları ve malzemeleri sterilize ettiniz mi?		
➤ Test tüplerinde çoğaltılan fitoplanktonu 200 ml'lik erlenmayere alınız ve burada gelişmesini sağladınız mı?		
➤ 4-7 gün sonra 5 litrelik balon jöjeye geçirdiniz mi?		
➤ 4-7 gün sonra 100 litre ile 1 m ³ hacimlerdeki üretim kaplarına aşılama yaptınız mı?		
➤ Ortalama 7 gün sonra 5-30 m ³ kaplarda yoğun üretime geçtiniz mi?		
➤ Fitoplankton kültüründeki gelişim aşamalarını gözlediniz mi?		
➤ Kültür ortamına, yukarıda belirtilen zenginleştirici besin karışımlardan uygun zaman aralıklarında eklediniz mi?		
➤ Her gün düzenli olarak birim hacimdeki fitoplankton miktarını mikroskop altında saydınız mı?		
➤ Hedeflenen yoğunluğa ulaşıldığı zaman 45 mikronluk plankton bezi ile üretilen fitoplanktonu süzdünüz mü?		
➤ Elde ettiğiniz fitoplanktonu uygun koşullarda saklayıp ya da taze olarak zooplankton tanklarına besin olarak verdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir kere daha gözden geçiriniz. Hayır olarak cevap verdiğiniz sorularda modülün ilgili faaliyetine dönerek konuyu tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki modüle geçmek için ilgili kişiler ile iletişim kurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	Y	D	D	Y	D	Y	D	D	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	D	D	Y	D	D	D	Y	D	D

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	Y	D	D	Y	D	Y	D	D	D	Y	D	D	Y	D	D	D	Y	D	D

KAYNAKÇA

- ŞENSOY K, **Plankton Kültürü Ders Notları**.
- ÖZEL İ., **Planktonoloji**, E. Ü. Su Ür. Fak. Yay., 1998.
- CİRİK S., Ş. GÖKPINAR, **Plankton Bilgisi**, E. Ü. Su Ür. Fak. Yay., 1993.