

**ALGLERDEN TEK HÜCRE PROTEİNİ  
ÜRETİMİNDE VİNASIN SUBSTRAT OLARAK  
KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

Lokman ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

1996 - TOKAT

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALGLERDEN TEK HÜCRE PROTEİNİ  
ÜRETİMİNDE VİNASİN SUBSTRAT OLARAK  
KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Lokman ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez, 02.10.1996 tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı ve Soyadı

İmza

Başkan : Prof. Dr. Zekeriya ALTUNER

Üye : Yrd.Doç.Dr.Necmettin YILMAZ

Üye : Yrd.Doç.Dr.Kemal YILDIZ

ONAY:

Bu tez, 10.1.9/ 199.6. tarih ve 12/08 sayılı Enstitü Yönetim Kurulu tarafından belirlenen jüri üyelerince kabul edilmiştir.

3.11.1996  
Enstitü Müdürü v.  
Doc. Dr. Alper DURAK

İ

## ÖZET

### ALGLERDEN TEK HÜCRE PROTEİNİ ÜRETİMİNDE VİNASIN SUBSTRAT OLARAK KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILIMASI

Lokman ÖZTÜRK

Gaziosmanpaşa Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi  
1996, 29 sayfa

Danışman: Prof.Dr. Zekeriya ALTUNER

Jüri: Prof.Dr. Zekeriya ALTUNER

Jüri: Yrd.Doç.Dr.Necmettin YILMAZ

Jüri: Yrd.Doç.Dr.Kemal YILDIZ

Çalışmalarımızda farklı konsantrasyonlardaki vinasın (% 1; % 2; % 2,5; % 3; % 5; % 10) *Chlorella sp* Bejerinck ve *Tetraselmis suecica*'nın G.M. Smith gelişme, fotosentetik pigment içeriği, biyomas ve protein miktarları üzerine etkisi araştırıldı.

Kesikli kültürle üretilen *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica* için maksimum hücre yoğunluğu (% 2 ve % 2,5'luk vinas konsantrasyonlarında)  $14,6 \times 10^6$ /ml ile  $9,6 \times 10^6$ /ml bulunmuştur.

Her iki taksonda klorofil a, b ve karotinoid miktarları vinasın düşük konsantrasyonlarında (% 1; %2; % 2,5; % 3) yüksek olduğu gözlenmiştir. *Chlorella sp*'de maksimum olarak, Ka=6,45 µg/ml, Kb=3,60 µg/ml, Karotinoidler=3,55 µg/ml; *Tetraselmis suecica*'da Ka=4,65 µg/ml, Kb=2,71 µg/ml Karotinoidler= 2,63 µg/ml bulunmuştur. Alglerin pigment içerikleri vinasın yüksek konsantrasyonlarında azalmıştır.

*Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica*'da biyomas miktarları en fazla 428 mg/ml, 378 mg/ml'ye ulaşmıştır. Biyomas miktarları üzerinden protein içerikleri sırasıyla 232,83 mg/ml, 201,49 mg/ml olmuştur.

**Anahtar Kelimeler :** Tek Hücre Proteini, Algae, vinas (Şilempe), fotosentetik pigment, biyomas, kirlilik.



ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF USAGE POSSIBILITIES OF VINASSE AS  
SUBSTRACT IN THE PRODUCTION OF SINGLE CELL  
PROTEIN FROM ALGAE

Lokman ÖZTÜRK

Gaziosmanpaşa University  
Graduate School of Natural and Applied Science  
Department of Biology Science

Master thesis  
1996, 29 pages

Supervisor: Prof.Dr. Zekeriya ALTUNER  
Jury: Prof.Dr. Zekeriya ALTUNER  
Jury: Asst.Prof.Dr. Necmettin YILMAZ  
Jury: Asst.Prof.Dr.Kemal YILDIZ

In this study the effect of vinasse with various concentrations (% 1; % 2; % 2,5; % 3; % 5; % 10) on the development of *Chlorella sp* Bejerinck and *Tetraselmis suecica*, G.M. Smith photosynthetic pigments content and the amount of biomass and protein has been investigated.

Maximum cell density (in % 2 and % 2,5 vinasse concentrations) for *Chlorella sp* and *Tetraselmis suecica* produced with batch culture has been found to be  $14.6 \times 10^6$ /ml and  $9,6 \times 10^6$ /ml.

Chlorophyll a,b and carotenoid amounts for both taxon have been observed high in the lower concentrations of vinasse (% 1; % 2; % 2,5; % 3).

We have found  $K_a=6,45 \mu\text{g/ml}$ ,  $k_b=3,60 \mu\text{g/ml}$  carotenoids= $3,55 \mu\text{g/ml}$  in *Chlorella sp*,  $K_a=4,65 \mu\text{g/ml}$ ,  $K_b=2,71 \mu\text{g/ml}$ , Carotenoids= $2,63 \mu\text{g/ml}$  as maximum amounts. The pigment contents of the Algae have been decreased in the high concentrations of vinasse.

Biomass amounts in *Chlorella sp* and *Tetraselmis suecica* have amounted to 428 mg/ml and 378 mg/ml respectively as the highest amount. As for the biomass amounts, protein contents have been found as 232,83 mg/ml and 201,49 mg/ml respectively.

**Key words:** Single cell proteins, Algae, vinasse, photosynthetic pigments, biomass, pollution.



## TEŞEKKÜR

Araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde yakın alakalarını gösteren Kıymetli Hocam Prof.Dr. Zekeriya ALTUNER'e, çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen KTÜ Fen-Edebiyat Fakóltesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Doç.Dr. Asım KADIOĞLU'na teőekkürü zevkli bir vazife addediyorum.

Yine tez çalışmalarımı yürütürken yardımcı olan Biyoloji ve Kimya Bölümü Arş. Görevlilerine, Halk Sağlığı Laboratuvarı Müdürü Salih KUŐCUOĐLU'na ayrıca teşekkür ediyorum.

Lokman ÖZTÜRK

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
TABLolar LİSTESİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Tek Hücre Proteinin Önemi .....	3
1.1.1. THP'nin Tanımı ve Besin Değeri .....	3
1.1.2. THP Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar .....	5
1.1.3. THP Üretiminde Karbon ve Enerji Kaynakları .....	8
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	10
3. MATERYAL ve METOD .....	13
3.1. Materyal .....	13
3.1.1.Çalışma Kullanılan Organizmalar .....	13
3.1.2. Kimyasal Maddeler .....	13
3.2. Metod .....	13
3.2.1. <i>Chlorella sp</i> ve <i>Tetraselmis suecica</i> Kültürlerinin Aktifleştirilmesi ve Üretilmesi .....	13
3.2.2. İnokulasyon .....	14
3.2.3. Mikroalg Büyümesi Ölçümü .....	14
3.2.4. Klorofil Tayini .....	14
3.2.5. Biyomas Tayini .....	14
3.2.6. Protein Tayini .....	15
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI .....	16
4.1. Vinasın Kimyasal Bileşimi .....	16
4.2. Vinasın <i>Chlorella sp</i> ve <i>Tetraselmis suecica</i> türlerinin büyümesine etkisi ....	17
4.3.Vinasın <i>Chlorella sp</i> ve <i>Tetraselmis suecica</i> türlerinin fotosentetik pigment içeriğine etkisi .....	17
4.4. Vinaslı ortamlarda üretilen <i>Chlorella sp</i> ve <i>Tetraselmis suecica</i> 'nın biyomas ve protein içerikleri .....	17
5. TARTIŞMA .....	23
KAYNAKLAR .....	25
ÖZGEÇMİŞ	



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.1. Farklı konsantrasyonlardaki vinasın <i>Chlorella sp</i> 'nin gelişmesine etkisi	20
4.2. Farklı konsantrasyonlardaki vinasın <i>Tetraselmis suecica</i> 'nın gelişmesine etkisi	21



## TABLOLAR LİSTESİ

TabloSayfa

1.1. Bazı besinlerin ve mikroorganizmaların protein içerikleri	4
1.2. Bazı canlıların kütleli ikilenme süreleri	5
1.3. THP üretiminde kullanılan çeşitli mikroorganizma gruplarının kimyasal bileşimleri	7
1.4. THP üretiminde kullanılan bazı önemli substratlar	9
4.1. Vinasın bileşimi	16
4.2. Vinasın <i>Chlorella sp</i> 'nin fotosentetik pigment içeriğine etkisi	18
4.3. Vinasın <i>Tetraselmis suecica</i> 'nın fotosentetik pigment içeriğine etkisi	19
4.4. Vinaslı ortamlarda üretilen <i>Chlorella sp</i> 'nin biyomas, protein ve biyomastaki protein miktarları	22
4.5. Vinaslı ortamlarda üretilen <i>Tetraselmis suecica</i> 'nın biyomas, protein ve biyomastaki protein miktarları	22

## 1.G İ R İ Ő

Beslenme ve besin maddelerini temin etme işlevi insanlık tarihi kadar eskidir. İnsanlar çok eski çağlardan beri mikroorganizmaları besin maddelerine karıştırarak tüketmektedirler. Özellikle mikroorganizmalar tarih öncesi çağlardan beri ekmek, peynir, yoğurt, alkollü içkiler gibi çeşitli fermente besinler yoluyla insanların beslenmesinde önemli bir yer almıştır.

İnsan beslenmesinde vazgeçilmez ana besin bileşeni olan proteinler bugünkü beslenme şekli ile yalnız bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdalardan alınmaktadır. Tarım üretiminde çok ileri tekniklerin kullanılmasına rağmen; tarımsal üretimi toprak, iklim ve hava koşulları önemli ölçüde sınırlandırdığından üretimin belirli bir değerin üzerine çıkması mümkün değildir. Gıda zinciri sebebiyle hayvancılık ve balıkçılık da bitkisel üretim ile bağlantılıdır. Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık yarısı, gelişmeyi olumsuz yönde etkileyen dengesiz, hayvansal proteinler açısından fakir bir beslenme düzeninden yararlanmaktadır. Bugün dünyada üretilen proteinin %62'si bitkisel kaynaklı % 38 ise hayvansal kaynaklıdır. Ancak yapılan hesaplamalara göre protein üretimi, dünya protein ihtiyacının % 80'ini karşılamaktadır.

Geniş anlamda düşünüldüğünde biyolojik yapısı itibariyle insanın beslenmesinde hayvansal kaynaklı proteinlerin daha uygun olduğu söylenebilir. Gerçektende yetişkin insan organizması için esansiyel olan sekiz amino asit ele alındığında bitkisel proteinlerin biyolojik değeri hem kantitatif bakımdan hem de bu amino asitler arasındaki dengesiz dağılım bakımından hayvansal proteinlerden çok düşüktür.

Ayrıca insanlık mevcut proteinli gıdaları da eşit olarak bölüşmemektedir. Asya'da kişi başına günlük protein tükemi 57 gr iken Kuzey Amerika ve Avustralya'da 93 g'dır. İnsanlar için günlük minimum protein ihtiyacı 70 g'dır. Bunun en az 20 g'ının zengin amino asit içerikli olması gerekmektedir (Telefoncu, 1995).

Asıl acı gerçek, Asya'daki insanların proteinleri daha çok bitkisel gıdalardan sağlamaları dolayısıyla yukarıda verilen günlük protein tüketiminin Asya insanı için yararlı kısmının çok daha düşük olmasıdır. Bu nedenlerle, artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak için yeni ve alışılmıőın dışında protein kaynaklarının bulunması gerekmektedir. Değişik tarımsal ve endüstriyel atıkların hatta bunlara ilaveten besin değeri düşük bitkisel ürünler ile üretim fazlası veya ıskarta ürünlerin substrat olarak kullanılmasını esas alan mikrobiyal protein üretim çalışmaları, dünya gıda sorununa çözüm getirmek üzere uygulamaya konulmuş önemli çalışmalardır.

Mikroorganizmalar küçük bir alan üzerinde kurulan üretim tesisleri bünyesinde, ekonomik değeri olmayan veya çok düşük olan hammaddelerden, iklim koşullarına bağımlı kalmaksızın protein içeriği yüksek bir biyoması hızlı bir şekilde sentezleyebilmektedirler.

Yem ve gıda katkı maddesi gibi düşünülen bir çok mikroorganizma tek hücrelilerdir. Bazıları fotosentetik olup güneş ışığını doğrudan enerji ve proteine çevirirler.

Güneş enerjisini kullanabilme yeteneği, mikroalglerle, fotosentez yolu ile en az enerji ve madde kaybıyla protein, karbonhidrat ve yağların sentezlenmesi imkanını verir. Fotosentezde fitoplanktonlar; suda erimiş CO<sub>2</sub> ve mineralleri kullanarak akuatik ortamda ilk organik maddeyi sentezledikleri için, beslenme zincirinin ilk halkasını oluştururlar.

THP üretiminde kullanılan mikroorganizmalardan algler, proteince zengin olmaları (kuru ağırlık üzerinden %70 protein), çeşitli vitaminleri içermeleri açısından insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmaları, ürettikleri çeşitli pigment maddeleri (karotenler, ksantofiller) hayvan dokularına, doğal kümes hayvanları yumurtalarına sarı renk kazandırmaları açısından önem taşırlar. Bu doğal pigmentler allerjik etki oluşturmadıkları sürece gün geçtikçe kozmetik sanayiiinde ilgilendirmektedirler (Borcaklı, 1986).

Mikroalglerin diğer bir önemli kullanımı da, çeşitli su kültürü ürünlerinin yetiştirilmesi alanındadır. Su yosunu ile beslenen ergin balıkların ( *Cyprinus carpio* = otçul sazan balığı gibi) yanında, yalnızca larva döneminde mikroalglerle beslenen balıklarda gelişimleri için bu mikroorganizmalara gereksinim duyarlar. Midye ve istiridye türleri larvalarının ağız açıklıkları küçük olduğundan, su ürünlerinin beslenmesi için piyasada satılan yemlerin partikülleri bu yavruların alabileceği büyüklüğün üzerindedir. Mikroalglerin mikronla ölçülen boyutları larvaların beslenmesi için bileşim bakımından da idealdir.

Son zamanlarda uzay çalışmaların da mikroalg kullanımı ilgi çeken bir konu olmuştur. Uzun süre kapalı bir sistemde izole yaşayan astronotların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gereksinim duydukları yenilenebilir bir kaynak olarak mikroalgler dikkat çekmişlerdir.

Alglerin geniş kullanım alanlarının olması ve basit besiyerlerinde üremelerinden dolayı THP'nin kaynağı olarak kullanılmıştır. Böylelikle alglerin vinaslı besi ortamlarında kültürü yapılarak THP üretimi amaçlanmıştır.

## 1.1.TEK HÜCRE PROTEİNİN ÖNEMİ

### 1.1.1. Tek Hücre Proteinin Tanımı ve Besin Değeri

Alg, bakteri, maya ve küflerin büyük çapta üretilmesinden sonra, bu mikroorganizmalara ait hücrelerin kurutulması sonucu oluşan ürüne “Tek Hücre Proteini (THP)” veya İngilizce adıyla “Single Cell Protein (SCP)” adı verilmiştir. Mikroorganizmalardan elde edilen proteinlere önceleri “Mikrop Proteini” adı verilmiş, fakat 1966 yılında Prof Carrol Wilson, besin maddelerine verilen mikrop teriminin hoş karşılanmayacağını öne sürerek, “Tek Hücre Proteini” terimini kullanmıştır. Tüm proteinlerin, tek hücreden kaynaklanmaları nedeniyle, bu terimin istenen anlamı taşıması, kısa sürede kullanılmasını yaygınlaştırmıştır (Aran, 1977; Öcal vd., 1977; Yazıcıoğlu vd., 1980; Çetin, 1983; Tuse, 1984; Aran vd., 1985).

İnsanoğlu yiyecek ve yem temini için eski çağlardan itibaren bugünkü teknolojik anlamda olmamakla beraber mikrobiyal hücre üretimi yapmaktaydı. Bu amaçla *Saccharomyces* cinsine ait mayaları, özellikle *S. cerevisiae* yi bira gibi fermente olmuş ürünlerden toplamışlar ve bunları fırında pişirilen yiyeceklerde kullanmışlardır (Ünver ve Ünver, 1979).

1900 yılından itibaren endüstriyel ölçekte mikrobiyal hücre üretimi gerçekleştirilmeye başlanmıştır. 1910 yılında Almanya’da endüstriyel ölçekte bira mayası üretilmesi için tesisler kurulmuştur. Daha sonraki yıllarda *Candida utilis*, odun hidrolizatları ve kağıt fabrikası atığı olan sülfite liköründe üretilmiş ve elde edilen biyomasın üstün niteliklere sahip bir yem katkı maddesi olduğu belirlenmiştir. Bu tarihten sonra benzer araştırmalar farklı substrat ve organizmalarla yaygınlaştırılmıştır (Kurbanoğlu, 1993).

Günümüzde THP üretiminin en yaygın olduğu ülkelerin başında İngiltere gelmektedir. Ayrıca Rusya, ABD, Tayvan ve Güney Afrika ülkeleri başta olmak üzere yılda yaklaşık 2 milyon ton civarında THP üretilmektedir.

Mikroorganizmalar, insan ve hayvan beslenmesinin temel unsurları olan protein, karbonhidrat, lipid, vitamin ve mineral maddeleri, basit organik ve anorganik maddelerden kısa bir sürede sentezleyebilmektedir. Özellikle mayalar B grubu vitaminlerinden tiamin, riboflavin ve niasin bakımından zengin bir misel yapısına sahiptirler. THP üretiminde kullanılan mikroorganizmalar kükürtlü amino asitler dışında diğer amino asitleri FAO örnek proteini düzeyinde veya daha yüksek oranda içerirler. Metiyonin ile takviye edilerek dengeli amino asit kompozisyonuna sahip olurlar. Lisin ve triptofan içerikleri özellikle yüksektir,

hububatları bu yönde takviye ederler. Tek hücre proteini balık unu ve soya unu gibi hayvan beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılan maddelerle karşılaştırılacak olursa kükürtlü amino asit miktarlarının balık unundan daha düşük ancak soya unu ile yaklaşık aynı düzeyde olduğu görülür (Aran vd., 1985; Kurbanoğlu, 1993).

THP'de kullanılan mikroorganizmalar ile bitkisel ve hayvansal besinlerin içerikleri **tablo 1.1.**'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.1. Bazı besinlerin ve mikroorganizmaların protein içerikleri (%)**

Besin Maddesi	Protein Miktarı
Patates	2.0
Yumurta	12.4
Balık	20.0
Soya fasülyesi	38.0
Bakteriler	47-87
Mayalar	45-50
Mantarlar	19-57
Algler	24-80

THP'lerin hayvan beslenmesi konusunda yapılan testler daha kolay ve basit olduğundan; bu yönde yapılan çalışmalar olumlu sonuç vermiştir. Örneğin, peynir altı suyunda üretilen *Torula lactosa*, *Torulopsis sphaerica* ve *Torula cremoris*'den elde edilen kuru biyomasın hayvan yemi olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır (Öcal vd., 1977; Algur, 1990).

THP'in tüketilmekte olan protein kaynaklarına göre nükleik asit içerikleri yüksektir. Maya ve küflerin nükleik asit miktarları % 7-10 arasında değişmesine rağmen; bakterilerde bu oran % 15'lere kadar çıkmaktadır (Aran vd., 1985; Telefoncu, 1995).

Mikroorganizmaların protein kaynağı olarak kullanılmasının önemli bir avantajı da onların hızlı bir üreme özelliği göstermeleri, yani ikilenme sürelerinin kısa olmasıdır.

Ayrıca mikroorganizmaların üretiminde geniş alanlara ihtiyaç duyulmaması ve iklime bağımlı olmamaları da bir diğer avantajlarıdır (Tuse, 1984; Algur, 1990). Tablo 1.2’de bazı canlıların kütleli ikilenme süreleri verilmiştir (Kurbanoglu, 1993).

**Tablo 1.2. Bazı canlıların kütleli ikilenme süreleri**

Canlı	Ağırlığının iki katı oluşu için gerekli süre
Bakteri ve maya	10-120 dakika
Algler	Yaklaşık 6 saat
Ot ve bazı bitkiler	1-2 hafta
Piliç	2-4 hafta
Dana	1-2 ay
İnsan	Yaklaşık 6 ay

### 1.1.2. Tek Hücre Proteini Üretiminde Kullanılan Mikroorganizmalar

THP elde edilmesinde kullanılan ve denenmiş mikroorganizmalar; bakteriler, algler, mayalar ve küflerdir. Bu mikroorganizmaların çeşitli üreme ve hücreli özellikleri ile bunlardan THP üretiminin avantaj ve dezavantajları aşağıda verilmiştir.

**Bakteriler:** Çok sayıda patojen olmayan türü kapsarlar. Diğer mikroorganizmalar tarafından metabolize edilemeyen çeşitli substratları karbon ve enerji kaynağı olarak kullanırlar ve diğer mikroorganizmalara kıyasla daha hızlı çoğalmaları bakımından ilgi çekicidirler. Bir çok besin maddesinde eksik olan metiyonin, triptofan ve sistin gibi amino asitler bakteriyel proteinlerde mevcuttur. Fakat bakterilerin amino asit bileşimi ortam koşullarına göre değişir. Kuru bakteri hücrelerinde % 65-75 protein, % 10-15 yağ, %6-12 kül, % 10 karbonhidrat bulunur. Protein miktarı *Lactobacillus fermentas* % 87, *Alcaligenes viscosus* % 84’e kadar çıkmaktadır (Pamir, 1978).

Robert (1953), bakteriyel biyomasın hayvan yemi olarak kullanılmasının mümkün olduğunu göstermiştir (Öcal vd; 1977). Ancak bakteriler yeterli oranda protein içermelerine karşılık metabolizmayı olumsuz yönde etkileyen yüksek oranda nükleik asit içerirler ve fermentasyon sonunda, proteinin ortamdan ayrılmasında güçlüklerle karşılaşılır (Öcal vd., 1977; Telefoncu, 1995).

**Algler:** Sucul ortamlarda organik madde sentezleyen temel üreticiler fitoplankton veya mikroalg türleridir. Fotosentez yetenekleri, yüksek protein içerikleri ve basit besiyerlerinde süratle çoğalmaları nedeniyle tercih edilirler. THP elde edilmesinde en çok denenilen ve günümüzde insan ve hayvan beslenmesinde geniş uygulama alanı bulan algler, diğer mikroorganizmalardan farklı olarak yeterli oranda karbondioksit, belirli derecede aydınlatma, geniş üretim alanı gibi şartlara ihtiyaç duyarlar.

Alglerin besin maddesi olarak düşünülmesi onların bileşimlerinde zengin besin maddeleri bulunmasından ileri gelir. Örneğin *Chlorella - 7105* şuşunun % 55,5(H) protein, %7,5(H) yağ ve % 17,8 (H) karbonhidrat ihtiva ettiği saptanmıştır. Ayrıca her gramda 3µgB<sub>6</sub>, 7,7µg B<sub>1</sub> vitaminleri, 11,2 µg pantotenik asit, her 100g'da 14,6mg C vitamini, 50,2mg β-Karotin bulunur.

Alg proteinin biyolojik değerinin soya proteiniyle mukayese edilebilecek kadar yüksek oluşu beslenme yönünden çok önemli bir özelliktir. Protein içerikleri yüksek olan algler; *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Spirulina* ve *Ascophylum*'dur (Öcal vd., 1977; Pamir, 1978; Telefoncu, 1995).

**Mayalar:** Yüksek oranda protein ve B vitamini ihtiva ettiklerinden dolayı, besin maddelerinin zenginleştirilmesinde kullanılırlar. Kurutulmuş mayanın takriben % 45'inin protein, % 2'sinin yağ, % 2'sinin selüloz, % 7,8'inin kül, % 0.1-0,6'sının kalsiyum ve % 1-5'inin fosfor olduğu, ayrıca her 325 gramda 3-50 mg tiamin, 15-20 mg riboflavin, 200-350 mg niasin, 35-50 mg pantotenik asit ve 1300-1700 mg kolin ihtiva ettiği kaydedilmektedir (Öcal vd.,1977; Çetin, 1983).

Mayalar zengin bileşimlerinden dolayı sadece hayvanlar için değil, insanlar için de zengin protein kaynağıdır.

B grubu vitaminler bakımından zengin olan maya proteinleri, kümes hayvanları, sıçan, köpek ve insanların beslenmesinde geniş çapta incelenmiştir. Diyetlerinde % 30-40 oranında bira mayası proteini katılan sıçanlarda normal büyüme gözlenmiş, hiçbir bozukluk saptanmamıştır. Ancak amino asit oranının düşük olduğu görülmüştür. İnsanlarda maya proteininden günde 30 gramdan fazla yenmesi halinde hafif sindirim bozukluklarının görüldüğünün bildirilmesine karşılık diğer bazı araştırmacılar gönüllülerde günde üç kez alınan 85 g maya proteininin hiç bir fizyolojik bozukluğa yol açmadığını saptamışlardır (Frazier ve Westhooff, 1978; Reed, 1982; Çetin, 1983).



**Küfler:** Küf miselyumları THP'nin diğer bir kaynağıdır. Küfler B grubu vitaminleri açısından oldukça zengin protein içerikleri % 30-60 oranında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda *Aspergillus* ve *Penicillium* suşlarının esansiyel amino asitleri ihtiva ettikleri tesbit edilmiştir. Küflerden yararlanılarak yapılan protein üretiminin olumlu yönleri; bu hücrelerin protein oranının yüksek olması, maya ve bakterilerden daha düşük oranlarda nükleik asit içermeleri, proteinin fermentasyon sıvılarında kolaylıkla ayrılabilmesidir (Çetin, 1983; Telefoncu, 1995).

Özet olarak, THP üretiminde kullanılacak mikroorganizmalarda aranan özellikler aşağıda verilmiştir (Aran vd., 1985):

- 1 .Kültür saf olmalıdır.
- 2 . Genetik olarak stabil olmalıdır.
3. Protein oranı yüksek olmalıdır.
- 4 . Hızlı üreyebilmeli ve çeşitli karbon bileşiklerini kullanabilmelidir.
- 5 . Kültür uzun süre saklanabilmeli ve substrattan kolayca ayrılabilmelidir.
6. Kültür, kontaminasyona dayanıklı olmalı, düşük pH ve yüksek sıcaklık derecelerinde gelişebilmelidir.
- 7 .Daha düşük ürün eldesine yönelik mutajenik etkenlere duyarlı olmalıdır.

**Tablo 1.3. THP üretiminde kullanılan çeşitli mikroorganizma gruplarının kimyasal bileşimleri:**

Kimyasal Bileşim	Küf	Alg	Maya	Bakteri
Azot	5- 8	7.5-10	7.5-9	11.5- 13.3
Ham Protein (Nx6.25)	31-50	47- 63	47- 56	72-83
Nükleik Asitler	9.2	3- 8	6-12	8-16
Kül	9-14	8-10	5- 9	3-7
Yağlar	2-8	7-20	2-6	1.5-3

### 1.1.3. Tek Hücre Proteini Üretiminde Karbon ve Enerji Kaynakları

Mikroorganizmaların üreme ve gelişmesinde en önemli faktör enerji ve karbon kaynağının varlığı ve kullanılabilirliğidir. Tek Hücre Proteini üretiminde ana substrat karbon içeren maddelerdir. Algler hariç diğer mikroorganizmalardan biyomas üretimi için gerekli enerji karbon içeren substratların oksidasyonundan kazanılır. Ototrof THP kaynağını teşkil eden tek hücreli alglerin enerji kaynağını güneş (solar enerji), karbon kaynağını CO<sub>2</sub> oluşturur.

Karbonhidrat kaynaklı substratlar tüm mikroorganizmalar tarafından çok kolay ve sevilerek değerlendirilir. Üretim fazlası veya ıskarta tarımsal ürünler ile bunların hasat veya işlenmesi esnasında ortaya çıkan atıklar THP üretiminde karbonhidrat içerikli substratları oluştururlar. Worgan (1974), hasat edilen ürünlerin 3/4'ünden fazlasının atık olarak ortaya çıktığını belirtmektedir (Karapınar, 1983).

Bazı tarımsal atıklar nisbeten basit işlemlerden geçirildikten sonra hemen hiç bir değişikliğe uğratılmaksızın fermentasyon vasatına ilave edilirken diğerleri (selülozik yapıda olanlar) bir takım fiziksel ve kimyasal ön işlemlerden geçirildikten sonra kullanılabilir hale gelmektedir. Bu maksatla selüloz ve türevleri öncelikle kimyasal bir ön işlemde geçirildikten sonra, selülaz enzimi ile enzimatik hidrolize bırakılmakta ve böylece özellikle *Cellulomonas* cinsine ait bakteriler olmak üzere, çeşitli maya ve küf türleri ile THP üretilebilecek bir substrat haline getirilmektedir (Karapınar, 1983; Topal, 1988; Algur, 1990).

Ayrıca balıkçılık ve gıda endüstrisi atıkları da fermentasyon substratı olarak büyük bir potansiyel oluşturur.

Bir çok bakteri, küf ve maya türü hidrokarbonları, karbon ve enerji kaynağı olarak kullanabilme özelliğine sahiptir. Petrolün bir fraksiyonu olan gaz yağında bulunan ve karbon sayısı 10-23 arasında değişen n-parafinler hidrokarbon parçalayan mikroorganizmalar tarafından biyomasa dönüştürülebilmektedir. Bu amaçla İngiltere'de British Petroleum'un kurduğu 4000 ton/yıl kapasiteli tesiste *Candida lipolytica* parafin substratı üzerinde üretilmektedir (Karapınar, 1983).

Doğal gaz ve sentez gazında bulunan metan, Methylo-trophic bakteriler tarafından (*Methylo-monas methanice*, *Methanomonas methanonoxidans*, *Methylococcus capsulatus*) karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Metan

Hidrokarbonlardan sentetik yol ile elde edilen metanol ve etanolün THP üretiminde substrat olarak kullanılmaları son yıllarda önem kazanmıştır. Her iki alkolde suda kolaylıkla

çözünbilmekte ve her oranda su ile karışabilmektedir. Oldukça saftırlar ve aromatik hidrokarbon kalıntısı içermezler. Patlayıcı özellik göstermezler ve kolaylıkla biyomastan ayrılırlar. Ayrıca etanol toksik özellik göstermez. İngiltere’de “Imperial chemical Industrie Ltd (ICI)” şirketi, metanol üzerinde yüksek verimle üreyen *Methylophylus methylotrophus* bakterisini kullanmak suretiyle yılda yaklaşık 70.000 ton, günde ise 192 ton civarında biyomas üretmektedir. “Pruteen” adı ile piyasaya sürülen bu ürün, % 70 - 72 oranında protein içermekte ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Litchfield, 1983; Steinkraus, 1983; Algur, 1990).

Ayrıca Amoca Foods ve Esso Research and Engineering Co. firması (ABD) ile Nestle Alimentona (İsviçre) gibi firmalar etanolün substrat olarak kullanıldığı THP tesisleri kurmuşlardır. THP üretiminde farklı substratların kullanılmasıyla bu atık maddelerin hem BOİ değeri düşürülerek onların çevre kirletici özellikleri azaltılır hem de atık maddeler gıda değeri yüksek faydalı ürünlere dönüştürülür. **Tablo 1.4.**’de THP üretimi için ülkemiz ve dünyada kullanılan bazı substratlar özetlenmiştir. (Aran, vd., 1985).

**Tablo 1.4. THP üretiminde kullanılan bazı önemli substratlar.**

Petro Kimyasal Ürünler	Gazyağı n-alkanlar Doğal gazlar
Organik Çözücüler	Metanol Etanol Asetik Asit
Gıda ve Tarım Sanayii Atık ve Yan Ürünleri	Selüloz Hububat ve sebze nişastaları Sakkaroz Glikoz Peynir altı suyu Zeytin kara Suyu Narenciye kabukları Küsbeler Gübre, Sülfid likörü Melas, Vinas Şeker içeren atıklar Kanalizasyon atıkları

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Daha önceki bölümlerde de ifade edildiği gibi, mikroalglerin sucul ortamlardaki temel organik üreticiler olmaları, yüksek besin değerine sahip olmaları, nutrient döngüsünde rol almaları nedeniyle ekolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri araştırılmıştır.

Mikroalglerin insan besini olarak, yetiştiği tabii ortamlarından toplanıp kullanılması, yazılı tarih öncelerine kadar gider. Ancak mikroalglerin kültürde yetiştirme çalışmaları 100 yıldır yapılmaktadır. İlk olarak 1890'da Beijerinck, *Chlorella vulgaris*'in agar üzerinde kolonilerini elde etmiş, bunu takiben Allen ve Nelson 1910'da bir diatom türü olan *Phaeodactylum tricornutum*'u izole ederek kültürlerini yapmışlardır (Pringsheim, 1946).

Otto Warburg (1919), *Chlorella* kültürlerini, bitki fizyolojisi çalışmalarında ideal bir vasıta olarak kullanmıştır (Richmond, 1983).

İnsan beslenmesinde kullanmak amacıyla *Chlorella* kültürlerinin yetiştirilmesinde; ilk yaklaşım 1940'lı yıllarda Jorgensen ve Convit tarafından olmuştur. Venezuela'da bir gölden elde ettikleri *Chlorella*'ları konsantre edip, pişirerek elde ettikleri çorbayı cüzzamlı hastaların tedavisinde kullanmışlardır. Hastaların, bu yeni rejim sonunda, fiziki durumlarında iyileşme gözlenmiştir.

Kültürlerin yetiştirilmesinde mikroalglerin biyolojileri ile teknik olanakların uyum sağlayacağı sistemlerin geliştirilmeye başlanması 1948 yılından itibaren Standford (Amerika), Tokyo (Japonya), Essen (Almanya) daha sonraları da Kudüs (İsrail) de olmuştur. 1953 yılında bu çalışmalar Burlew'in klasik yayınında toplanmıştır. Yine, 1950'li yıllardan itibaren Florenzano başkanlığında bir İtalyan mikrobiyolog grubu, alglerin büyük ölçekte üretiminde verim, kimyasal kompozisyon, azot fiksasyonu konularındaki verimli çalışmaları ile katkı da bulunmaya başlamışlardır.

1940-1967 yılları arasında kontrol altında üretilen mikroalg kültürlerinin hacmi logaritmik bir büyüme eğrisi boyunca gelişme göstermiştir (Oswald and Golueke, 1968).

1954 yılında Kaliforniya Üniversitesinde (Oswald ve arkadaşları) 10.000 lt.'lik; 1955 yılında ise Japonya'da 100.000 lt. hacimli kültürler üretilmiştir.

Tamiya (1956), ürettiği 1 ton *Chlorella* tozunun tek amaçlı kültür yetiştirme şartlarında soya unu ile ekonomik açıdan rekabet edemeyecek durumda olduğunu ifade etmiştir (Borcaklı, 1986).

1960 yılında Trebon'da kurulan Deneysel Algeoloji Laboratuvarı, Çekoslavakya'da kurulan geniş ölçekte mikroalg üretiminin öncülüğünü yapmıştır.

1964-1965 yılında Belçikalı iki araştırmacının (Leonhard ve Compere 1967) Sahra gezileri sırasında Çat Gölünde yetişen mavi-yeşil bir alg cinsi olan *Spirulina*'nın yerliler tarafından devamlı toplandığı ve yendiği fark edilmiştir. Bunun üzerine Fransız Petrol Enstisüsü teknik ölçekte *Spirulina* yetiştirme metotları geliştirmiştir (Clement et al., 1967).

Powel et al (1961), Mc. Dowell ve Leveille (1963), Dam et al (1965), Lee ve arkadaşlarının (1967) algleri insan beslenme rejiminin bileşeni olarak kullanmaları olumlu sonuç vermemiştir (Borcaklı, 1986).

Daha sonraları *Scenedesmus* türleri üzerinde Alman araştırmacıların yaptığı çalışmalarla mikroalglerin biyolojik değerleri ve sindirilebilirliklerinin, ürünün işleme teknikleri ile büyük ölçüde değiştirebileceği ortaya konmuştur (Kraut et al., 1966). Gerçekten de *Scenedesmus*'un insanlar için iyi bir protein kaynağı olduğu gösterilmiştir (Kofranyi and Jekat, 1967; Müller-Wewker ve Kofranyi, 1973).

1965 yılında Dam ve arkadaşları denemeleriyle 20 gün boyunca herhangi bir hastalık belirtisi gözlenmeden insanlara alglerin temel esas protein kaynağı olarak verilebileceğini göstermişlerdir (Borcaklı, 1986).

Kaliforniya'da 1967'de, 10 lt. hacimde girilen kontrollü mikroalg üretimi işlemi, yalnızca protein veya başka bir mikroalg ürünü elde etmek için değil, fakat aynı zamanda ara ürünü olarak oksijen üretmeğe dönüktür. Mikroalgin kendisi burada yan üründür. 1 Milyon litrelik pilot ölçekte mikroalg üretim havuzları Kaliforniya Üniversitesinde gerçekleştirilmiştir (Oswald and Golueke, 1968).

Johnston (1970), *Spirulina*'nın rejim bileşeni olarak kullanıldığını ve diğer alglerin de aynı şekilde insanlar tarafından tüketilebileceğini belirtmektedir.

*Spirulina*, *Chlorella* yanında çeşitli *Dunaliella* türlerinin çok yönlü kullanım amacı ile ticari yetiştiriciliği yapılmaktadır. Gliserol,  $\beta$ -Karoten ve kuru *Dunaliella* unu üretimi konusu İsrail'de geliştirilmiştir (Ben-Amotz and Rosenthal, 1981). Kuru madde üzerinde %70 oranında zengin protein içermesi nedeniyle bu tür, ekmeğin besleyici değerini artırmak amacı ile de kullanılmaktadır (Finney et al., 1984).

Özellikle Doğu Ülkelerinde çok geniş pazarlama alanları bulan kütle üretimi günlük kapasite bakımından büyük boyutlara ulaşmaktadır.

Hint ve Batı Alman hükümetlerinin 1973'de başlattıkları ortak bir araştırma projesinde *Scenedesmus obliquus* türünün büyük ölçekte yetiştirilmesi, kimyasal kompozisyonu ve besleyici değeri araştırılmıştır (Becker and Venkataraman, 1982).

Mikroalglerin akuakültürde istiridyeler için besin olarak kullanabileceği Prytherch (1924) ve Wells'in (1926) istiridye larvalarını laboratuvarında büyütme denemeleri ile anlaşılmıştır (Borcaklı 1986).

Birçok mikroalg türü üzerinde yetiştirilen istiridye larvalarını konu alan çalışmalar yapılmıştır (Guillard, 1958; Davis et al., 1958).

Mikroalglerin akuakültür alanındaki diğer bir kullanımı da, Doğu Asya' da karides tipi kabukluların yetiştirilmesidir (Bardach, 1968; Westley, 1971).

Balık yetiştiriciliğinde mikroalglerin kullanımı konusunda önemli çalışmalar İsrail'de gerçekleştirilmiştir (Sandbank and Hephery, 1978).

Uzay çalışmalarında kapalı sistemlerde çok yönlü fayda sağlayan mikroalglerden yararlanılması fikri 1950'li yılların sonlarına doğru ortaya çıkmıştır ( Matthern et al., 1964; Oswald et al., 1965).

Son zamanlarda tavuk gübresi, domuz dışkısı (Cheeke, 1977), hayvan yetiştirme tesisleri atık suları (Dihoru ve ark., 1979) ve kanalizasyon suları (Schelef ve ark., 1977; Chang ve ark. 1979; Wong, 1980) üzerinde mikroalg yetiştiriciliği çalışmaları önem kazanmıştır. Türkiye'de mikroalgler üzerinde ve hele beslenme amacına yönelik yetiştiricilik konusunda çalışmalar yok denecek kadar azdır (Johansson, 1978).

### 3.MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Araştırmalarda substrat olarak kullanılan vinas (şilempe) Eskişehir şeker Fabrikasından temin edilip steril halde buzdolabında saklanmıştır. Vinas (şilempe), melasın alkolik fermantasyonu sonucu etil alkol üreten fabrikalarda, alkol destilasyonundan sonra geriye kalan ve hiç değerlendirilmeden araziye atılan atık bir maddedir(Algur ve Kadioğlu,1989). Kokulu ve koyu renkli olan vinas (şilempe) bol miktarda organik ve inorganik madde içerir. Bu sebeple THP üretiminde substrat olarak kullanılmıştır.

#### 3.1.1. Çalışmada Kullanılan Organizmalar

THP üretimi çalışmalarında kullanılan *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica* türleri Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden sağlanmıştır. Organizmalar Walne solusyonlu ortamlarda 4<sup>o</sup>C de buzdolabında muhafaza edilmiş olup üç aylık periyotlarla taze ortamlara aktarılmıştır.

#### 3.1.2. Kimyasal Maddeler

Çalışmalarda gerekli olan kimyasal maddeler G.O.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji, Kimya Bölümleri ile TC Sağlık Bakanlığı Tokat İli Halk Sağlığı Laboratuvarından tedarik edilmiştir.

### 3.2. METOD

#### 3.2.1. *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica* Türlerinin Aktifleştirilmesi ve Üretilmesi

Buzdolabında 4<sup>o</sup>C'de muhafaza edilen *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica* türleri walne solusyonu içeren ortamlara aktarılmış; belli bir yoğunluğa gelinceye kadar kültürler 20<sup>o</sup>C'de çalkalayıcı (nüve SL 350) üzerinde sürekli ışık (2 x 20 watt) verilerek 5 gün bekletilmiştir.

### 3.2.2. İnokulasyon:

Bir çok kültürün gelişmesi için %1-10 oranında inokulum kullanılırsada, her tür için en uygun miktarın belirlenmesi deneyimle gerçekleşir (Norris ve Ribbons, 1969) Çalışmalarımızda her alg türünden 500 ml'lik bir karışım hazırlanıp; steril vinasın, farklı konsantrasyonlarıyla ( %1; 2; 2,5; 3; 5; 10) hazırlanan kültür ortamlarına % 20 oranında aşılama yapılmıştır.

### 3.2.3. Mikroalg Büyümesi Ölçümü:

Araştırmalarımızda kültürlerin hücre sayımları Double Neubauer tipi haemocytometer denilen kan sayıcısı kamera ile yapılmıştır. Buna göre deneme boyunca hücre sayımından elde edilen değerler ve bu değerlere göre büyüme grafiği 20 ve 21. sayfalarda gösterilmiştir.

### 3.2.4. Klorofil Tayini:

Santrifüj tüplerine 5 ml alg kültürü konularak 3000 rpm'de 5-10 dakika santrifüj edilip alg hücreleri tüpün dipine çöktürülür. Üst kısmındaki sıvı (süpernatant) atılır. Tüplere % 80'lik aseton ilave edilerek ağızları hava almayacak şekilde kapatılır. Ekstraksiyon işlemini hızlandırmak için numuneler 3-5 dakika daha santrifüj edilir. Pigment moleküllerinin ışıktan etkilenmemesi için tüp folye ile sarılıp buz dolabında 0-1 °C'de 24 saat muhafaza edilir.

Ekstraktların absorbans değerleri 450, 645 ve 663 nm dalga boylarında spektrofotometre (Schimadzu 120 V tipi) ile ölçülüp; Arnon (1949)'a göre klorofil a (mg/l) =  $12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}$ ; klorofil b (mg/l) =  $22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}$ , karotinoidler (mg/l) =  $4,07 \times A_{450} - (0,0435 \times \text{Kl.a mikt.} + 0,367 \times \text{kl.b mikt.})$  formülleriyle hesaplandı (Kocaçalışkan ve Kadioğlu, 1990; Kadioğlu ve Algur, 1992).

### 3.2.5. Biyomas Tayini:

Verim saptanması kuru ağırlıkların belirlenmesi yolu ile yapılmıştır. Kuru ağırlıkların bulunması için kültürler vakum altında 110 mm çapında Whatman GF/A tipi filtre kağıtları ile süzölmüştür. Filtrasyon sonunda vakum nedeniyle hücreler filtreye yapıştığından tartımlar filtre ile yapılmıştır. Herhangi bir analiz için mikroalg tozu elde edilmesi gerektiği zaman vakum,filtrasyon işlemi bitmeden biraz önce kesilip,filtrasyonun kendi kendine bitmesi beklenmiş, sonra alg tabakası spatülle toplanıp damıtık su ile 2-3 kere yıkanıp tekrar süzöldükten sonra bir saat camı içinde 105 °C'de 2 saat kurutulmuştur.



**3.2.6. Protein Tayini:**

Ham protein miktarları toplam azot makro - Kjeldahl yöntemiyle ( $N \times 6,25$ ) belirlenmiştir (Aran vd., 1985).



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### 4.1.Vinasın Kimyasal Bileşimi:

Araştırmalarımızda kullanılan vinas melasın alkolik fermentasyonu sonucu oluşan ve hiç değerlendirilmeden direkt olarak çevreye atılan ve kirliliğe neden olan atık bir maddedir. Vinasın değerlendirilmesiyle ilgili bazı çalışmalar vardır. Bu çalışmalar katı ve sıvı halde hayvan yemlerine katılması, gübre olarak ve gıda mayası üretiminde substrat olarak kullanılmasına ilişkindir (Aran, 1981; Silva and Nicoli, 1985; Algur ve Kadioğlu, 1989).

Yapılan analizler sonucu vinasın muhteviyatı belirlenmiştir.

**Tablo 4.1. Vinasın bileşimi**

Kuru Madde, $\beta x$ ,	%	: 9.2
Polarizasyon,	%	: -1.12
pH, 20°C		: 5.28
İletkenlik, umho		: 14700
İnvert,	%	: 0.073
Rafinoz,	%	: Yok
Kestoz,	%	: Eser
Renk, IU		: 79131
Renk, IU <sup>420</sup>		: 16405
Renk, IU <sup>560</sup>		
Sülfat külü,	%	: 3.06
Yoğunluk,	g/ml	: 1.0367
Sodyum iyonu,	mg/l	: 1705
Potasyum iyonu,	mg/l	: 10580
Demir iyonu,	mg/l	: 16
Mağnezyum iyonu,	mg/l	: 150
Kalsiyum iyonu,	mg/l	: 1250
Klorür iyonu,	mg/l	: 3898
Fosfat iyonu,	mg/l	: 165
Amonyak azotu,	mg/l	: 12
Amit azotu,	mg/l	: 169
Toplam azot,	mg/l	: 4022
Betain,	mg/l	: 9693
Betain azotu,	mg/l	: 1161
Kimyasal Oksijen İhtiyacı,	mgO <sub>2</sub> /l	: 78302
Biyolojik oksijen ihtiyacı,	mgO <sub>2</sub> /l	: 64750
Askıda kuru madde,	mg/l	: 1.5
Sülfat iyonu,	mg/l	: 1718

#### 4.2. Vinasın *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica* türlerinin büyümesine etkisi:

Vinasın *Chlorella sp.* ve *Tetraselmis suecica*'nin büyümesine etkisi şekil 4.1. ve şekil 4. 2.'de gösterilmiştir. Çalışmalarımızda en yüksek hücre sayısına *C. sp*'de % 2'lik ( $14,6 \times 10^6$ /ml) ; *T.suecica*'da % 2,5'luk ( $9,6 \times 10^6$ /ml) vinas konsantrasyonlarında ulaşılmıştır. Her iki tür için vinasın düşük (% 1; % 2; % 2,5; % 3) konsantrasyonlarında hücre sayısının arttığı; % 5 ve % 10'luk vinas konsantrasyonlarda hücre sayısında azalma olduğu gözlenmiştir.

#### 4.3. Vinasın *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica* türlerinin fotosentetik pigment içeriğine etkisi:

Vinasın klorofil a, b, karotinoidler ve klorofil a, klorofil b oranları (Ka/Kb) üzerine etkisi tablo 4.2. ve tablo 4.3. 'de gösterilmiştir. Hücre sayısında olduğu gibi vinasın düşük konsantrasyonlarında klorofil a,b ve karotinoid miktarları en yüksek (*C. sp* için % 2, *T. suecica* için % 2,5) olduğu gözlenmiştir. *C.sp*'de fotosentetik pigment miktarları maksimum olarak Ka=6,45 µg/ml, Kb=3,60 µg/ml, Karotinoidler=3,55 µg/ml; *Tsuecica*'da Ka= 4,65 µg/ml, Kb= 2,71 µg/ml, Karotinoidler=2,63 µg/ml bulunmuştur. Alglerin pigment içerikleri vinasın yüksek (% 5, 10) konsantrasyonlarında azalmıştır. Klorofil a/b oranları kontrolden %3'lük vinas konsantrasyonuna kadar artmış, % 5 ve % 10'luk vinas konsantrasyonlarında azalmıştır.

#### 4.4. Vinaslı ortamlarda üretilen *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica*'nın biyomas ve protein içerikleri:

*C. sp* ve *T. suecica*'nın kesikli kültür'de üretimi sonucu elde edilen biyomas miktarları ve biyomas miktarı üzerinden belirlenen protein muhtevaları tablo 4.4. ve tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

*Chlorella sp*'de vinasın düşük (% 1; % 2, % 2,5; %3) konsantrasyonlarında biyomas miktarları 411 mg/ml - 428 mg/ml arasında değişmiştir. Kuru biyomas üzerinden belirlenen protein içeriklerinde 226,05 mg/ml - 232,83 mg/ml düzeyinde olmuştur.

*Tetraselmis suecica*'da optimum gelişme vinasın düşük (%1; % 2; % 2,5; % 3) konsantrasyonlarında olduğu için, biyomas miktarlarda sözü edilen konsantrasyonlarda 365 mg/ml - 386 mg/ml arasında olmuştur. Kuru biyomas miktarları üzerinden protein içerikleri 182,5 mg/ml - 201,49 mg/ml değerlerine ulaşmıştır.

Tablo 4.2. Vinasın *Chlorella sp*'nin fotosentetik pigment içeriğine etkisi

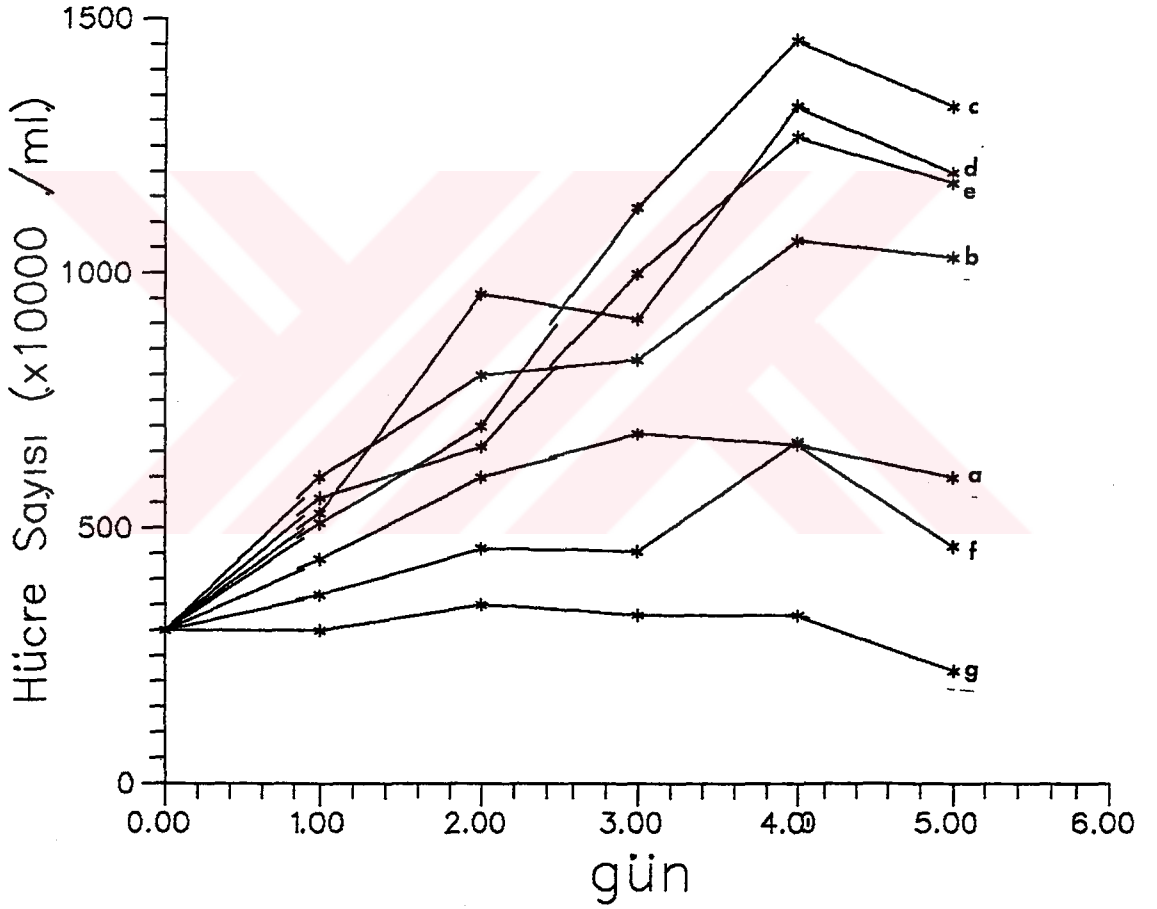
Gün	Vinas Konsantrasyon	µg/ml			
		Ka	Kb	Karotinoidler	Ka/Kb
1	K	0,75	0,50	0,54	1,49
	1	1,11	0,68	0,64	1,61
	2	0,86	0,56	0,52	1,51
	2,5	0,91	0,58	0,55	1,56
	3	0,92	0,59	0,57	1,55
	5	0,69	0,48	0,44	1,41
	10	0,57	0,43	0,35	1,32
	2	K	0,90	0,59	0,55
1		2,95	1,82	1,71	1,62
2		3,44	2,21	2,08	1,55
2,5		3,51	2,20	2,05	1,59
3		1,96	1,24	1,16	1,58
5		2,05	1,41	1,29	1,45
10		1,22	0,93	0,84	1,30
3		K	1,05	0,66	0,61
	1	3,27	2,01	1,91	1,60
	2	4,75	2,86	2,67	1,66
	2,5	4,26	2,64	2,49	1,61
	3	4,15	2,56	2,46	1,62
	5	2,95	1,87	1,85	1,57
	10	2,55	1,79	1,37	1,42
	4	K	1,56	0,97	0,81
1		3,55	2,17	2,21	1,63
2		5,76	3,27	3,23	1,76
2,5		5,11	3,02	2,96	1,69
3		4,91	2,97	2,94	1,65
5		3,26	2,05	2,08	1,59
10		2,61	1,77	1,63	1,47
5		K	1,28	0,78	0,84
	1	3,76	2,26	2,32	1,66
	2	6,45	3,60	3,55	1,79
	2,5	5,73	3,33	3,29	1,72
	3	4,98	2,94	3,00	1,69
	5	3,29	2,06	2,08	1,60
	10	2,50	1,68	1,52	1,55

Ka: Klorofil a, Kb: Klorofil b

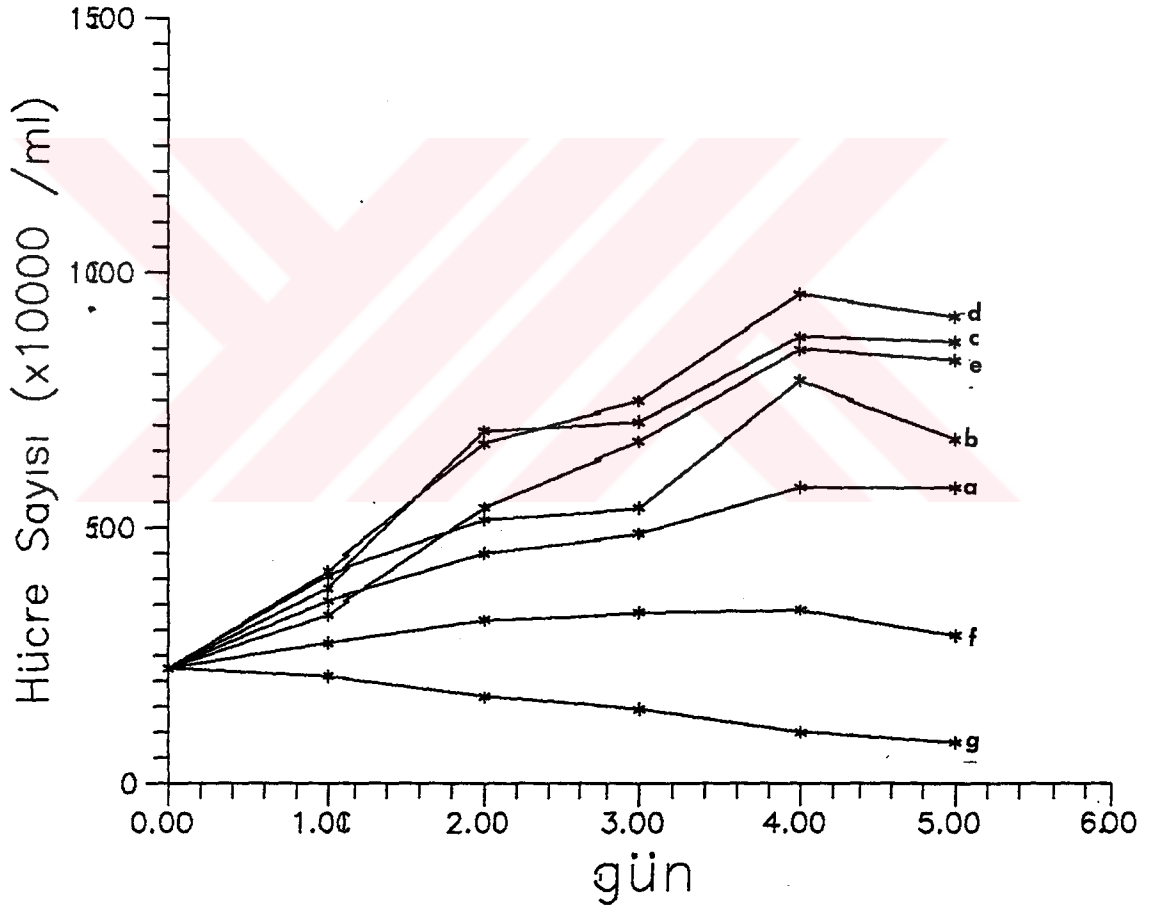
Tablo 4.3. Vinasın *Tetraselmis suecica*'nın fotosentetik pigment içeriğine etkisi

Gün	Vinas Konsantrasyon	µg/ml			
		Ka	Kb	Karotinoidler	Ka/Kb
1	K	0,62	0,45	0,47	1,36
	1	0,74	0,53	0,53	1,39
	2	0,68	0,47	0,46	1,43
	2,5	0,81	0,57	0,55	1,42
	3	0,49	0,35	0,33	1,38
	5	0,45	0,33	0,30	1,34
	10	0,37	0,29	0,26	1,25
2	K	0,86	0,60	0,61	1,41
	1	1,48	1,03	1,00	1,43
	2	2,85	1,97	1,87	1,44
	2,5	3,06	2,02	1,94	1,51
	3	1,91	1,29	1,21	1,47
	5	1,21	0,84	0,77	1,43
	10	0,58	0,43	0,42	1,33
3	K	1,24	0,84	0,80	1,46
	1	2,03	1,36	1,28	1,49
	2	3,26	1,98	1,85	1,64
	2,5	3,85	2,43	2,27	1,58
	3	2,87	1,91	1,73	1,50
	5	1,51	1,01	0,91	1,49
	10	0,74	0,52	0,49	1,42
4	K	1,45	0,97	0,98	1,48
	1	3,15	2,00	1,94	1,57
	2	3,97	2,45	2,33	1,62
	2,5	4,56	2,68	2,45	1,70
	3	3,62	2,32	2,16	1,56
	5	1,81	1,14	1,05	1,58
	10	0,80	0,53	0,49	1,51
5	K	1,51	0,98	0,97	1,53
	1	3,20	2,01	2,03	1,59
	2	4,01	2,48	2,61	1,65
	2,5	4,65	2,71	2,63	1,71
	3	3,71	2,33	2,24	1,59
	5	1,85	1,15	1,08	1,61
	10	0,79	0,52	0,50	1,50

Ka: Klorofil a, Kb: Klorofil b



**Şekil 4.1.** Farklı konsantrasyonlardaki vinasın *Chlorella sp.*'nin gelişmesine etkisi. a, Kontrol; b, % 1 vinas; c, % 2 vinas d, % 2,5 vinas; e, % 3 vinas; f, % 5 vinas; g, % 10 vinas



**Şekil 4.2.** Farklı konsantrasyonlardaki vinasın *Tetraselmis suecica*'nın gelişmesine etkisi. a, kontrol; b, % 1 vinas; c, % 2 vinas; d, % 2,5 vinas; e, % 3 vinas; f, % 5 vinas; g, % 10 vinas

**Tablo 4.4. Vinashlı ortamlarda üretilen *C.sp*'nın biyomas, protein ve biyomastaki protein miktarları**

Konsantrasyonlar	Verim mg/ml	Protein (% olarak)	Biyomastaki protein (mg)
K	265	43,1	114,21
1	288	45,6	131,22
2	428	54,4	232,83
2,5	416	53,5	222,56
3	411	52,3	214,955
5	271	42,4	114,90
10	215	37,2	79,98

**Tablo 4.5. Vinashlı ortamlarda üretilen *T.suecica*'nın biyomas, protein ve biyomastaki protein miktarları**

Konsantrasyonlar	Verim mg/ml	Protein (% olarak)	Biyomastaki protein (mg)
K	230	43,0	98,90
1	263	45,2	118,87
2	378	51,2	194,29
2,5	386	52,2	201,49
3	365	50,1	182,86
5	214	40,3	86,24
10	175	34,6	60,55



## TARTIŞMA

Vinas, bol miktarda organik ve inorganik madde içermesi, yüksek biyolojik ve kimyasal oksijen eksikliğine sahip olması nedeniyle direkt olarak çevreye atıldığında biyolojik kirliliğe yol açmaktadır (Silva and Nicoli, 1985; Kadioğlu ve Algur, 1990).

Atıkların, mikroorganizmalar kullanılarak hayvan yemi ve dolayısıyla insan yiyeceği olarak kullanılması büyük bir önem arz etmektedir. Bu nedenle vinasın değerlendirilmesiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar katı ve sıvı halde hayvan yemlerine katılması, gübre ve gıda mayası üretiminde substrat olarak kullanılmasına ilişkindir (Aran, 1981; Silva and Nicoli, 1985; Algur ve Kadioğlu, 1989).

Algler ekolojik indikatör olarak çeşitli araştırmalar da kullanılmıştır. *Chlorella vulgaris*'le yapılan çalışmada ağır metallerin (Cu, Zn, Cd, v.s) toksik etkileri araştırılmıştır. Kültür ortamlarında 7.0 mg/l Cu, 50,0 mg/l Cd ve 65 mg/l Zn ve fazla miktarlarda bulunmasının alg gelişimini olumsuz etkilediği, klorofil miktarında azalmaya sebep olduğu görülmüştür (Wren and Mc, Carrol, 1990).

Alg kültürü çalışmalarında *Scenedesmus*'un ortamdaki azot miktarına göre fosfatı kullandığı tespit edilmiştir. Kültür ortamında azot konsantrasyonu arttıkça fosfat alım hızında artmaktadır (Gil-Pena et al., 1986; Kadioğlu ve Algur, 1992).

Alglerin gelişmesinde önemli rolleri olan azot, fosfor ve magnezyum vinasta mevcuttur. Klorofil sentezinde magnezyumun önemli bir rolü olduğu belirtilmektedir (Kadioğlu ve Algur, 1990).

Yaptığımız çalışmada kesikli kültürle üretilen *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica*'da optimum gelişme, vinasın düşük konsantrasyonlarında (% 1; % 2; % 2,5; % 3) olmuştur. Fotosentetik pigmentler maksimum *Chlorella sp*'de Ka=6,45 µg/ml, Kb=3,60 µg/ml, Karotinoidler=3,55 µg/ml (% 2'lik konsantrasyonda); *Tetraselmis suecica*'da Ka=4,65 µg/ml, Kb=2,71 µg/ml Karotinoidler=2,63 µg/ml (% 2,5'luk konsantrasyonda) bulunmuştur.

Çalışmamızda *Chlorella sp* ve *Tetraselmis suecica*'da biyomas miktarları en fazla 428 mg/ml, 378 mg/ml'ye (% 2 ve 2,5 'luk konsantrasyonlarda) ulaşmıştır. Biyomas miktarları üzerinden protein içerikleri sırasıyla 232,83 mg/ml (% 2'lik konsantrasyonlarda), 201,49 mg/ml (% 2,5'luk konsantrasyonlarda) olmuştur. Pigment analizleri biyomas ve protein içerikleride alglerin gelişmesinde vinasın % 2 ve % 2,5'luk konsantrasyonların uygun olduğunu göstermiştir.

Farklı  $\text{NaNO}_3$  içeren kültürlerde üretilen *Tetraselmis suecica*'da klorofil a miktarının azot tüketimine bağlı olduğu ve klorofil a miktarının azot tüketimiyle doğru orantılı olarak değiştiği gösterilmiştir. Aynı çalışmada protein miktarında nitrojen konsantrasyonu ile benzer ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Fabregas et al., 1985).

Yukarıda açıklanan değerlere göre hücre sayısının ve pigment içeriğinin artışı optimum konsantrasyonlarda kültürdeki minerallerin varlığına bağlanabilir. Alg hücreleri anormal şartlara dirençli olmalarına rağmen böyle şartlar altında onların uzun süre inkubasyonu hücelere zarar verebilir ve bundan dolayı hücre sayısı azalır. Bazı araştırmacılar çok miktarda organik madde içeriğinden dolayı vinasın ortamdaki osmotik basıncı yükselttiğinden dolayı bitkilerin topraktan su alımını olumsuz yönde etkilediği ifade etmişlerdir (Algur ve Kadioğlu, 1989; Kadioğlu ve Algur, 1990; 1992).

Vinasın yüksek konsantrasyonunda algal gelişmeyi önleyen Mn ve Fe gibi ağır metaller vardır. Bazı ağır metallerin *Chlorella vulgaris*'in gelişmesinde toksik etkiye sahip olduğu gözlenmiştir (Wren and Mc. Carrol, 1990). Ancak yaptığımız çalışmada vinasın düşük konsantrasyonlarında bu metallerin algal gelişmeyi engellemediği görülmüştür.

Ka/Kb değerleri zıt çevresel şartların indikatörü olarak kullanılmıştır. (Gupta and Ghouse, 1987). Çalışmalarımızda Ka/Kb değerleri % 3'lük vinas konsantrasyonuna kadar artmış fakat daha yüksek konsantrasyonlarda azalmıştır. Sonuç olarak alglerin vinasın potansiyel kirliliğini azaltacağı ve tek hücre proteini üretiminde substrat olarak kullanılmasının mümkün olacağı düşünülebilir.

## K A Y N A K L A R

- ALGUR, Ö.F., 1990. Vinasın çevre kirliliği üzerine etkisi, mikrobiyal besi yeri ve Tek Hücre Proteini üretiminde substrat olarak kullanım imkanlarının araştırılması.(Doktora Tezi ), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Anabilim Dalı, s. 1,16 ERZURUM.
- ALGUR, Ö.F. and KADIOĞLU, A., 1989. The effects of vinasse on the germination of various plant seeds. DOĞA TU Botanik D., 13 (2): 117-123.
- ARAN,N., 1977. Kuru Üzüm İspirtoculuğu küspesinden (vinas) Tek Hücre Proteini Üretimi Üzerinde çalışmalar. TÜBİTAK MBEAE Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No: 25, GEBZE.
- ARAN, N., 1981. Tarım Ürünleri atıklarından yağca zengin biyomas elde edilmesi üzerinde araştırmalar . TÜBİTAK MBEAE Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No: 53, GEBZE
- ARAN, N., KARAKUŞ, M., KARACA, Z., NAS, S. ve SAYGI, G., 1985. Melastan yem mayası üretimi, TÜBİTAK MBEAE Beslenme ve Gıda teknolojisi Bölümü, Yayın No: 102, GEBZE.
- BARDACH, J.E., 1968. Aquaculture, Science 161, p. 1098-1112.
- BECKER, E. W and WENKATARAMAN, L.V., 1982. Biotechnology and exploitation of algae. The Indian approach. Deutsche Gestechn Zusammenarbeit (GTZ). GmbH Eschborn, Fedl Republic Germany, 216 pp.
- BEN-AMOTZ, A. and ROSENTHAL, 1981. Cryopreservation of marine unicellular algae and early life stages of fish for use in maria culture. İntensive aquaculture, Eur, Maric, Soc. Spec Publ. 6, Bredene, Belgium: 149-162.
- BORCAKLI, M., 1986. Laboratuvarda mikroalg (*Scenedesmus obliquus*). Yetiştirme Denemeleri. TÜBİTAK MBEAE Beslenme ve Gıda Teknolojisi Yayınları No: 105. GEBZE.
- CHANG, K.Y., WONG, J.K.H and WONG, P.K., 1979. Nitrogen and phosphorus removal from sewage effluent with high salinity by *Chlorella salina*. Environ. Pollut.: 18 (2), 139-146.

- CHEEKE, P.R., CASPER, E., BOERSMA, I and OLDFIELD, J.E., 1977. Nutritional evaluation with rats of algae (*Chlorella*) grown on swine manure. *Nutr. Rep. Int.* 16 (5). 579-585.
- CLEMENT, G., REBELLER, M., TRAMBOUZE, P., 1967. Utilisation massive du gaz carbonique dans la culture d'une nouvelle algue alimentaire. Institut Français du Petrole, France. Rap. No: 13778.
- ÇETİN, E.T., 1983. Endüstriyel Mikrobiyoloji. İstanbul Üniversitesi, Tıp Fak. Yayınları: 2
- DAVIS, H.C and GUILLARD, R.R., 1958. Relative value of ten genera of microorganisms as foods for oyster and clam larvae U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Bull. 58: 293-304.
- DIHORU, A., CABAR, D., and VINTILA, M., 1979. Growth of unicellular green algae in nutritive substrate with addition of wastes from animal-breeding complexes. *Rev. Roum. Biol, Ser. Biol. Veg.* 24 (1) 27-32.
- FABREGAS, J., HERRERO, C., CABEZAS, B and ABALDE J., 1985. Mass culture and Biochemical variability of the marine microalgae *tetraselmis suecica* kylin (Butch) with high nutrient concentrations. *Aquaculture*, 49, 231-244.
- FINNEY, K.F., POMERANZ, Y., BRUINSMA, B.L., 1984. Use of algae. *Dunaliella* as a protein supplement in bread. *Cereal chemistry*, 61 (5) 402-406.
- FRAZIER, W.C. and WESTHOFF, D.C., 1978. *Food Microbiology*. Third Edition, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Limited., p 399-403, New Delhi.
- GIL-PENA, M.L., SARDINERO, E., SERRANO, P., SCHNABEL, I and GARRIDO, J., 1986. Continuous production of volatile fatty acids by acidogenesis of sugar beet vinasse. *Environ Technol. Lett.*, 7, 587-92.
- GUILLARD, R.R., 1958. Some factors in the use of nanoplankton cultures as Food for Larval and Juvenile Bivalves. *Proc. Nat. Shellfish. Assn.* 48: 134-142.
- GUPTA, M.C AND GHOSH, A.K.M., 1987. Effects of coal smoke pollution from different sources on the growth, chlorophyll content, stem anatomy and cuticular traits of *Europhorbia hirta* L. *Environ, Pollut.*, 47, 221-9.

- JOHANSSON (Bozok), C., 1978. *Scenedesmus quadricauda*'nın kültürü, kimyasal bileşimi ve protein bileşimi ve protein niteliği üzerinde çalışmalar. İstanbul Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji, Tropikal Hastalıklar ve Parazitoloji Kürsüsü yayını, Doçentlik tezi. 138 sayfa.
- JOHNSTON, H.W., 1970. The biological and economic importance of algae. 3. Edible algae of fresh and brackish waters. Tuatara, 18: 19-35.
- KADIOĞLU, A and ALGUR, Ö.F., 1990. The effect of vinasse on the growth of *Helianthus annuus* and *Pisum sativum*: Part I. The effects on some enzymes and chlorophyll and protein content. Environ, Pollut., 67, 223-32.
- KADIOĞLU, A. and ALGUR, Ö.F., 1992. Tests of media with vinasse for *Chlamydomonas reinhardtii* for possible reduction in vinasse pollution. Bioresource Technology 41.
- KARAPINAR, M., 1983. Tek Hücre Proteinini Üretiminde Karbon ve Enerji Kaynakları, E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Cilt: 1 Sayı: 1.
- KARAPINAR, M., 1984. Narenciye Artıklarının Maya Proteinini Üretiminde Substrat olarak kullanımı. GTD Yayın Organı 4.
- KOCAÇALIŞKAN, İ ve KADIOĞLU, A., 1990. Bitki Fizyolojisi Laboratuar klavuzu. Atatürk Üniversitesi Fen Ed.Fakültesi Yayınları no: 119.
- KOFRANYI, E., and JEKAT, F., 1967. Zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen. XII. Die Mischung von Ei mit Reis, Mais, Soja, Algen, Hoppe-Seylers Z. Physiol. Chem. 348: p: 84-88.
- KRAUT, H., JEKAT, F., and PABST, W., 1966. Ausnutzungsgrad und biologischer Wert des Proteins der einzelligen Grünalge *Scenedesmus obliquus*, ermittelt im Ratten-Bi-lanz-Versuch, Nutz. Dieta, 8: 130-144.
- KURBANOĞLU, E.B., 1993. Tek Hücre Proteininde Nükleik Asit Düşürme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Anabilim Dalı, ERZURUM.

- LEE, S.K., FOX, H.M., KIES, C., and DAM, R., 1967. The Supplementary value of algae in human diets, *J. Nutr.*, 92, p: 281-285.
- LITCHFIELD, J.H., 1983. Single-cel Proteins. *Science*, 219, 740.
- MATTERN, R.O., and KOCH, R.B., 1964. Developing an unconventional food, *Algae. Food Technology*. 653, p: 59-62.
- MÜLLER-WECKER, H., and KOFRANYI, E., 1973. Zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen 18. Einzeller als zusalzlische Nahrungsquelle; *Hoppe-Seyler's. Z. Physiol. Chem.*, 354, p: 1034-1042.
- OSWALD, W.J., GOLUEKE, C.G., and SHELEF, G., 1965. Closed ecological systems. *Proc. Amer. Soc. Civil Engr.*, 91. p: 23-46 65 (No: 4445).
- OSWALD, W.J., and GOLUEKE, C.G., 1968. Large-Scale Production of Algae. in: *Single-Cell Protein*. Mateles, R.I. and S.R. tannenbaum. The M.I.T. Press, Massachusetts Institute of Technology cambridge. England p. 271-305.
- ÖCAL, Ş., ARAN, N., ÇELİKKOL, E., 1977. Zeytin kara suyu ve peynir suyundan mikrobiyal protein elde olunması. TÜBİTAK MBEAE Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No: 26 Gebze.
- PAMİR, M.H., 1978. Teknik ve Endüstriyel Mikrobiyoloji. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 681 s. 11-110. Ankara.
- PEKİN, B., 1979. Biyokimya Mühendisliği. Birinci kitap, Kısım 2, Yayın No: 3, Ege Üniversitesi Matbaası, S 6-12 Bornova İzmir.
- PRINGSHEİM, E.G., 1946. *Pure Cultures of Algae*. Cambridge University Press.
- REED, G., 1982. *Prescott and Dunn's Industrial Microbiology*. 4th Edition AVI Publishing Company, p: 558-580. Inc. USA.
- RİCHMOND, A., 1983. Phototrophic Microalgae. In: *Biotechnology*. H. Dellweg (Ed) V.3. Verlag Chemie Weinheim p: 109-143.
- SANDBANK, E., and HEPHERY, B., 1978. The utilization of microalgae as a feed for fish. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 11 p. 108-120.

- SCHELEF, G., MORAİNE, R., MEYDAN, A., and SANBAN, E., 1977. Combined algae production wastewater treatment and reclamation systems Publ. by: Pergamon Press Ltd. Headington Hill Hall, Oxford OX3 OBW, UK April 1977. 427-442.
- SİLVA, M.E. S.T. and NICOLI, J.R., 1985. Production and Nutritive Value of Single cell Protein from *Fusarium oxysporum* var. *Lini* Grown in Vinasse. Ferment. Technol., Vol. 63, No.1, 91-94.
- STEİNKRAUS, K.H., 1983. Fermented foods feeds and beverages. Bioteeh., Adv., 131.
- TELEFONCU, A., 1995. Biyoteknoloji, E.Ü. Fen Fak. Yayınları No: 152 S. 120-132.
- TOPAL, Ş., 1988. Mikrobiyal delignifikasyon ile saman ve diğer bitkisel artıkların hazım özelliklerinin araştırılması. Yem Sanayii Dergisi, 58-24.
- TUSE, D., 1984. Single-cell protein. Curcent Status and future prospects, CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 19 (4) 273.
- ÜNVER, Z., ÜNVER, E., 1979. Menünüzdeki Mikrobiyol Hücreler. E.Ü. Fen Fakültesi Dergisi Seri B, Cilt: 111, Sayı: 1.
- WESTLEY, R.E., 1971. Observations on oyster shrimp culture in southern Japan, Proc. Natl. Shellfish Assoc., 61, p.14.
- WONG, M.H., and LAY, C.C., 1980. The comparison of soy-bean wastes, used tea leaves and sewage sludge for growing *Chlorella pyrenoidosa*. Environ. Pollut. ser. A. 23 (4). 247-259.
- WREN, M.J. AND MC CARROLL, D., 1990. A Simple and Sensitive biaassay for the detection of toxic materials using a unicellular green alga. Environ. Pollut., 64, 87-91.
- YAZICIOĞLU, T., ÇELİKKOL, E., ÖCAL, Ş., ARAN, N. and ÖMEROĞLU, S., 1980. Some trials on the utilization of olive and vinasse for production of scp in Turkey. TÜBİTAK Marmara Scientific and İndustrial Researc instute. Nutrition and Food Technology Unit Publication No: 42 GEBZE.

## ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Trabzon Araklı'da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Araklı'da tamamladı. 1985 yılında kayıt yaptırdığı Atatürk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden 1989 yılında mezun oldu. 1990 - 1993 yılları arasında Ankara ve Yozgat vilayetlerinde öğretmenlik yaptı. Ekim 1993'te G.O.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı Üniversite'de görev yapmaktadır. Evlidir.

