

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın sonlarında sosyal, ekonomik, kültürel ve teknolojik konularda büyük aşamalar kaydedildiği ve bunların yaşantımıza yeni boyutlar kazandırdığı bir gerçektir. Modern endüstri faaliyetleri ve tarım, çevreye sürekli olarak büyük oranlarda farklı kimyasallar salmaktadırlar ki bunlardan bir tanesi de pestisitlerdir. Endüstriyel ve tarımsal aktiviteler yalnızca bitki ve hayvanlara direkt toksik etki yapmamakta, aynı zamanda besin zincirinde biyobirikime uğrayıp zincir boyunca aktarılarak su ekosisteminin dengesini de bozmaktadırlar (McEvenand ve Stephenson, 1979).

Birincil üreticiler olan planktonik algler, su ortamında önemli bir role sahiptirler. Sucul besin zincirinin temel bileşeni olmaları ve anahtar öneme sahip fonksiyonel bir organizma grubunu oluşturdukları için, tüm ekosistemin doğru yapılanması ve çalışmasında büyük önem taşımaktadırlar. Dahası, planktonik algler su ortamına bırakılan maddelerin (kimyasalların) farklı etkilerinin test edilmesinde kullanılan oldukça hassas indikatörlerdir (Burkiewicz vd., 2005).

İlerleyen teknoloji, yaşamımızı kolaylaştırıcı birçok yenilik getirmekle birlikte “çevre sorunları” adı altında, çözümlenmesi zor birçok sorunun da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sorunların en önemlilerinden birisi de pestisit kirliliğidir.

Sularda bulunan kirleticiler arasında önemli bir grubu, tarımsal uygulamalar sonucunda sulara karışan tarımsal ilaçlar oluşturmaktadır. Günümüzde tarımsal faaliyetlerin esas hedefi, en azından nüfus artışıyla dengeli olarak besin üretimini arttırmaktır. Bu hedefe ulaşabilmek için, tarım alanlarında önemli sorunlara neden olan zararlılar ile mücadele etmek önem kazanmaktadır. Bu amaçla, pestisit adı verilen organik ve inorganik yapıdaki kimyasal bileşikler kullanılmaktadır. Pestisitlerde aranan en önemli özellik, zararlı hayvanlara ve böceklere karşı toksik, buna karşılık zararsız

böceklere, memeli hayvanlara ve insanlara karşı çok az toksik ya da nontoksik olmalarıdır. Ancak günümüzde kullanılan pestisitlerin büyük çoğunluğu hem hedef dışı organizmalar, hem de insanlar ve diğer canlılar için aynı derecede toksiktir. Tarım ilaçları çeşitli yollarla su ekosistemine bulaşır: tarımsal mücadele sırasında su içindeki veya kenarındaki bitkiler veya böceklerin doğrudan ilaçla teması, ilaçlanmış bitki ve toprak yüzeyinden ilaçların yağmur suları ile yıkanması, ilaç endüstrisi atıklarının akar ve durgun sulara boşaltılması, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması ile tarım ilaçları sulara bulaşmaktadır. Su ekosistemine giren bir pestisit, su flora ve faunasını olumsuz yönde etkilemektedir (Amdur vd., 1991).

Yaşadığımız çevredeki üç ortamdan birini oluşturan su ortamı da pestisit kirliliği tehlikesinden payını büyük ölçüde almaktadır. Tarımsal faaliyetler sırasında kullanılan pestisitlerin sulama sularına ya da yağmur sularına karışıp tekrar göl veya akarsulara geri döndükleri, sulardaki pestisit kirliliğinin besin zinciri içerisindeki en küçük canlıdan en üst seviyedeki balık ve su kuşlarına kadar her basamakta birikime ve sonrasında ölümlere neden olduğu bilinmektedir (Amdur vd., 1991).

Doğal ve insan kaynaklı müdahaleler, kirleticilerin sediment üzerinden suya geçişine neden olup, buradan su kolonundaki organizmalara geçişini sağlar. Pestisitler, kullanıldıkları alanlardan ve üretildikleri tesislerden çeşitli taşınım yollarıyla atmosfere, göl, deniz gibi yüzeysel sulara ve yeraltı sularına taşınarak geniş bir çevrede pestisit kirliliğine neden olurlar (Long ve MacDonald, 1998).

Pestisitlerin sucul organizmalara olan zehirlilik etkileri, pH ve su sertliği gibi suyun fiziko-kimyasal özelliklerine de bağlıdır. Pestisitlerin suda uzun süre parçalanmadan kaldıkları dikkate alındığında, meydana getirdikleri toksik etkiyle besin zincirinin ilk halkalarını meydana getiren fitoplanktonda ve bunlarla beslenen zooplanktonda önemli etkileri vardır ve uzun süreli pestisit muamelesi sonunda suyun primer produktivitesinin hemen hemen yok olabileceği sonucuna da varılabilir (Crosby, 1973).

Tarımsal faaliyetler için kullanılan pestisitlerin sulama sularıyla ya da yağışlarla göl ve nehirlerle geri dönmesiyle hedef aldıkları canlılar dışında sucul canlılar üzerinde de bir hayli olumsuz etkileri vardır. Sucul canlılarda yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların genellikle besin zincirinin üst basamaklarını temsil eden canlılarda yoğunlaştığı görülmektedir (Crosby, 1973). Tarımsal faaliyetlerde kullanılan pestisitlerin yüzey sularına dönmesiyle beraber ilk etkiledikleri canlı gruplarından biri de besin zincirinin su ekosisteminde ilk basamağını oluşturan fitoplanktonik canlılardır.

Pestisitlerin tatlı su algleri üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalarda genellikle *Chlorella*, *Scenedesmus* gibi yeşil algler kullanılmıştır (Tadros vd, 1994). Sudaki zararlı maddelerin etkilerinin belirlenmesi için algal toksisite testleri yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Bununla birlikte, bu testlerin çoğu laboratuvar ortamında ve ekolojik olarak gerçekçi olmayan koşullarda ve tek bir tür ile yapılmaktadır. Dahası, test edilen tür incelenmesi istenilen komünitenin bir temsilcisi olmamaktadır. Toksik maddelere karşı verilen yanıt, alg türleri arasında değişiklik gösterebildiği için, toksisite seviyeleri diğer türlere ya da doğal ortama genellenemez. Tek tür ile yapılan laboratuvar çalışmaları, kimyasalların komüniteler üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde yeterli olmayabilir. Bu problemin ortadan kaldırılması için izlenen 2 yol vardır: birbirleriyle ilişkili olan 2 ya da daha fazla tür ile yapılacak test sistemlerinin ve bir ekosistemden seçilen türler ile değişen abiyotik faktörlerin kullanıldığı populasyon dinamiği simülasyonlarının geliştirilmesi. Çok sayıda tür ile gerçekleştirilen basit laboratuvar çalışmaları sadece risk değerlendirilmesi konusunda faydalı bilgiler sağlamakla kalmaz, aynı zamanda besin zincirindeki bir tür üzerine bir madde etki ettiği zaman için kullanılabilir en uygun yöntemdir.

Gölde daha önce yapılan çalışmalar arasında fitoplanktonik çalışmalar oldukça sınırlıdır (Öterler vd.,2005 ve 2008). Bunun dışında gölde DSI'nin 1986 yılında yapmış olduğu limnolojik bir araştırma, Kırgız'ın 1988 ve 1989 yıllarında yapmış olduğu bentik fauna çalışmaları ve Ortak'ın 1988 de yaptığı zooplakton çalışmalarından başka 2008 yılında Elipek vd.,'nin yaptığı limnolojik bir çalışma vardır (Elipek vd., 2008). Diçer (2005) ise göl ve çevresindeki sularda ve topraklarda ağır metal kirliliği ile ilgili bir çalışması vardır.

1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi

Fitoplanktonik alg türlerinin sayılarının 10,000'leri aşmasına rağmen yapılan az sayıdaki araştırmalarda sadece birkaç yeşil alg türünün kullanılması bu alandaki eksikliği ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, *Chlorella vulgaris* Beij. 1890 ve *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb. gibi Chloropyhta divisiosundan ülkemiz sularında da dominant olarak bulunan organizmaların ve *Cyclotella meneghiniana* Kütz. 1844 gibi daha önce çalışılmamış ve yine ülkemiz sularında da sık rastlanılan Diatome türünün kullanılması ile bu alanda da ilk verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu tür çalışmaların devamı ve tekrarı, pestisit kirliliğinin sucul ekosistemler özellikle de besin zincirinin ilk halkalarından birini oluşturan algler üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmakta oldukça önemlidir.

Trakya Bölgesi, sahip olduğu toprak ve su kaynakları ile Türkiye'nin önemli tarım bölgelerinden Meriç ırmağının Ege Denizine döküldüğü yerde bulunan “**Meriç Deltası Sulak Alanı**”, Türkiye ve Yunanistan toprakları içinde yer alan ve “**Uluslararası Önemi Olan**” “A Sınıfı” bir sulak alandır. Deltanın Yunanistan'da kalan bölümü (9267 ha), 1975 yılından bu yana Ramsar Sözleşmesine göre “**Uluslararası Önemi Olan**” sulak alan, Barselona Sözleşmesine göre “**Özel Olarak Korunan Alan**”, “**Önemli Kuş Alanı**” ve “**Özel Koruma Alanı**”dır (Anonymous, 2003 a,b,c). Türkiye'de ki bölümü ise “**Önemli Kuş Alanı**” (ÖKA No.:01) (7000 ha), “**Tabiatı Koruma Alanı**” (1991'den bu yana) (2369 ha) ve “**SİT Alanı**” statülerindedir (Yarar ve Magnin, 1997).

Sulak alan sınırları içinde bulunan Küçük Gala Gölü, Pamuklu Gölü ve çevresindeki 2369 ha genişliğindeki alan, 1991 yılında “Tabiatı Koruma Alanı” ilan edilerek 2873 sayılı “**Milli Parklar Kanunu**” kapsamına girmiştir. Alanın 600 ha'lık bölümü Hisardağı eteklerindeki ormanlık araziden oluşmaktadır. Sulak alan bölümü yaklaşık 1700 ha olup Gala Gölü, Lagün gölleri ve sazlık ve bataklıkları kapsamamaktadır (Anonymous, 2003). Alanın 7000 ha'lık bölümü “Önemli Kuş Alanı”dır. ÖKA'nın tümüne 1992 yılında “SİT Alanı” statüsü verilmiştir (Anonymous, 2002).

5 Mart 2005 tarihli resmi gazetede yayımlanan 2005-8547 sayılı bakanlar kurulu kararı ile “Milli Park” ilan edilen Gala Gölü, Türkiye’nin 36. milli parkıdır. Gala Gölü sulak alan olması ve göl-orman ekosistemi oluşturmasının yanında Avrupa’nın başka bölgelerinde görülmeyen pek çok kuş türü de dahil olmak üzere toplam 130 kuş türüne ev sahipliği yapmasıyla da önem teşkil etmektedir. Gölde barınan türler arasında özellikle *Pelecanus crispus* (Tepeli pelikan), *Plegadis falcinellus* (Çeltikçi) ve *Phalacrocorax pygmeus* (Küçük karabatak) gibi nadir türler dikkati çekmektedir (Kaya ve Kurtonur, 2003).

Gala gölü ve çevresinde yoğun bir şekilde çeltik tarımı yapılmaktadır ki bu tarımsal aktiviteler hem Gala Gölü’nü hem de çevresindeki sulak alanları büyük oranda etkilemektedir. Bu nedenle ülkemizin önemli sulak alanlardan biri olan Gala Gölü’nün korunması ve bu alanın planlanması yönündeki çabalar artarak devam etmektedir. Gerçekleştirilen bu doktora çalışması, bu çabalara anlamlı bir katkı sunması amaçlanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada, Gala Gölü çevresinde tarımsal amaçlı olarak kullanılan insektisitlerin göle hakim konumda olan fitoplanktonik alg türleri üzerine etkilerinin ortaya çıkarılması, göl ve çevresindeki pestisit kirliliğinin boyutları tespiti, kullanılan bu tarım ilaçlarının hedef olmayan organizmalar üzerindeki etkilerini ortaya konulması ve elde edilecek veriler ile sonraki planlama çalışmalarında kullanılacak bilimsel bir veri tabanının oluşturulması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pestisitler ve Genel Özellikleri

Pestisit terimi insan yaşamı için zararlı olan canlıları öldürmek amacı ile kullanılan bileşikler ya da maddeleri ifade eden genel bir terimdir (McEven, 1979). Pestisitler arzu edilmeyen mikroorganizmaları yok etmekte kullanılan sentetik organik bileşiklerdir. Pestisit kelimesi Latince kökenli olup “*hastalık öldürücü*” anlamına gelmektedir. Günümüzde 10.000’den fazla insektisid, 600 herbisit, 1500’den fazla fungusit ve 1500 tür nematosit mevcuttur. Pestisitler hem dünyada hem de ülkemizde tarım alanlarındaki zararlıları yok etmek ve daha kaliteli ürün elde etmek amacıyla yoğun olarak kullanılmaktadır. Tarımsal savaşta kullanılan pestisitler hedef organizmaları yok ederek ürün artışına neden olabildikleri gibi, hedef olmayan canlılarda da hasarlara yol açmaktadırlar (Amdur vd., 1991).

2.1.1. Pestisitlerin tarihçesi ve kullanımı

Pestisitlerin kullanımı çok eski tarihlere dayanmaktadır. M.Ö. 1500’lere ait bir papirüs üzerinde bit, pire ve eşek arılarına karşı kullanılmış olan insektisitlerin hazırlanışına dair kayıtlar bulunmuştur. Pestisitlerin kullanımı Roma ve eski Yunan’da da bilinmektedir. 19. yüzyılın son dönemlerinde pestisit üretiminde organik kimyadan faydalanılmış, DDT ve diğer iyi bilinen insektisit ve herbisitler keşfedilmiştir. İkinci dünya savaşı sonrasında hastalık, zararlı ve yabancı otların kimyasal savaşımı konusunda önemli ilerlemeler olmuştur (Carlson, 1994).

İlk pestisitler fungusit olarak kullanılan kükürt; ve yine fungusit ve insektisit olarak kullanılan arsenik, bakır ve demirin basit tuzları gibi inorganik maddelerdir. Organik bileşik yapısında pestisitlerden ise ilk olarak bitki ekstraktları olan derris, nikotine ve pyrethrum kullanılmıştır. Bu pestisitlerden birçoğu yüksek düzeyde toksiktir ve kullanımları tehlikelidir. Pestisitlerin sayısı ve karmaşıklığı 1940’lı yıllar boyunca hızla artmıştır. İnsektisit olan DDT ve HCH ile hormon karakterli olan herbisitlerden 2,4-D ve MCPA 1940 yılların sonunda kullanılmaya başlanmıştır, bunları 1950’li yıllarda dieldrin ve aldrin gibi insektisitler takip etmiştir (Conway, 1991).

Pestisitler, hedef alınan organizmaya, kullanım şekillerine ve etki maddelerinin kökenlerine göre de aşağıdaki gibi gruplara ayrılabilir (Anonymous, 1993):

A- Hedef alınan organizmaya göre

- a. Akarisitler (akar öldüren pestisitler)
- b. İnsektisitler (böcek öldüren pestisitler)
- c. Nematositler (nematodları öldüren pestisitler)
- d. Rodentisitler (kemirgenleri öldüren pestisitler)
- f. Fungusitler (bitki üzerindeki mantarları öldüren pestisitler)
- g. Herbisitler (yabancı otları öldüren pestisitler)

B- Kullanma şekline göre

- a. Gaz
- b. Toz
- c. Püskürtme

C- Etki maddelerine göre

1. İnorganik maddeler
2. Doğal organik maddeler
 - a) Bitkisel maddeler
 - b) Petrol yağları vb.
3. Sentetik organik maddeler
 - a) Klorlu hidrokarbonlar
 - b) Organik fosforular
 - c) Diğer sentetik organik maddeler (azotlu bileşikler, piretroidler)

2.1.2. Pestisitlerin hedef olmayan organizmalar üzerine etkisi

Hemen hemen bütün insektisitler spesifik olmadıkları için sadece hedef organizmaları öldürmekle kalmaz, aynı zamanda omurgalı ve omurgasız diğer organizmaları da etkilerler. Zararlı etkilerin şiddeti insektisit ve formülasyonun tipine, uygulama şekline ve tarımsal arazinin tipine bağlı olarak değişmektedir. En genel yan etkiler şunlardır:

1. Arılar, kuşlar ve balıklar, mikroorganizmalar ve omurgasızlar gibi hedef olmayan organizmalarda ölümler,
2. Kuş, balık ve diğer organizmalarda üreme potansiyelinin azalması,
3. Hedef olamayan organizmalarda dayanıklılık oluşması sonucu insanlara hastalık taşıyan böcek ve parazitlerin kontrolden çıkması
4. Ekosistemin yapısının ve türlerinin sayılarının değişmesi gibi uzun dönemli etkiler.

2.1.3. Pestisitlerin İnsanlar Üzerine Etkileri

Pestisitler insanlarda belirli miktarlarda toksik oldukları için savaşımında çalışan herkesin bunların kullanımı sırasında meydana gelebilecek potansiyel zarardan sakınmaları gerekir. İnsanların pestisitlere maruz kalması mesleki zehirlenmeler ve/veya kaza ile meydana gelebilmektedir. Her iki tür zehirlenmenin ana nedenleri:

1. Halkın bu konuda yetersiz eğitime sahip olması ve pestisitlerin toksisite potansiyellerinin bilinmemesi,
2. Uygun olmayan koşullarda depolama,
3. Kaza ile saçılma sonucu gıdaların kontamine olması,
4. Dikkatsiz yükleme ve taşıma,
5. Yıkanmamış pestisit kaplarının kullanımı
6. Genel bakım ve atık değerlendirme işlemleridir

Aşırı dozlarda alınmadıkça organik klorlu pestisitler insanlara nadiren akut toksisite gösterirler. Bu bileşikler sinir sistemini etkileyip karaciğere zarar vererek daha çok kronik zehirlenmeler meydana getirebilmektedirler. Son yıllarda ilaçların besin maddelerindeki kalıntılarının insanlar için kronik toksisitesi iki şekilde ele alınmaktadır:

1. Kabul edilebilir günlük alım: Bir kişinin bir günde alabileceği kabul edilebilir günlük ilaç miktarını “mg/kg” olarak ifade eden değerdir.
2. Maksimum kalıntı limitleri: Gıda maddelerinde bulunmasına izin verilen en fazla ilaç miktarını “ppm” olarak ifade eden değerdir.

“Codex Alimentarius”, USEPA (United States Environmental Protection Agency) gibi kuruluşların bu değerleri içeren listeleri mevcuttur. Bu miktarlar tarımsal ürünlerin dış pazarlaması bakımından da önemlidir. Zira tolerans miktarını aşan değerlerde pestisit kalıntısı tespit edilen tarımsal ürünler alıcı ülkeler tarafından geri çevrilmektedir.

Pestisitlerin kalıntı yoluyla kronik toksisiteyi yanında bazılarının insanlarda mutajenik, teratojenik ve kanserojen etkilerinin de olduğu son yıllarda yapılan çalışmalarla saptanmıştır (Kiely vd., 2004).

2.1.4. Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri

Tarımsal alanlara, orman veya bahçelere uygulanan pestisitler havaya, su ve toprağa, oradan da bu ortamlarda yaşayan diğer canlılara geçmekte ve dönüşüme uğramaktadır. Bir pestisitinin çevredeki hareketlerini onun kimyasal yapısı, fiziksel özellikleri, formülasyon tipi, uygulama şekli, iklim ve tarımsal koşullar gibi faktörler etkilemektedir. Pestisitlerin püskürtülerek uygulanması sırasında bir kısmı buharlaşma ve dağılma nedeniyle kaybolurken, diğer kısmı bitki üzerinde ve toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan pestisit rüzgarlarla taşınabilir, yağmur, sis veya kar yağışıyla tekrar yeryüzüne dönebilir. Bu yolla hedef olmayan diğer organizma ve bitkilere ulaşan pestisit bunlarda kalıntı ve toksisiteye neden olabilir.

Toprak ve bitki uygulamalarından sonra toprak yüzeyinde kalan pestisitler, yağmur suları ile yüzey akışı şeklinde veya toprak içerisinde aşağıya doğru yıkanmak suretiyle taban suyu ve diğer su kaynaklarına ulaşabilirler. Eğim, bitki örtüsü, formülasyon, toprak tipi ve yağış miktarına bağlı olarak taşınan pestisitler, bu sularda balık ve sucul omurgasızların ölmesine, bu organizmalardaki pestisit kalıntısının insanların gıda zincirine girmesi ve kontamine olmuş suların içilmesi yoluyla da kronik toksisitenin oluşmasına neden olurlar.

Toprağa geçen pestisitler güneş ışınlarının etkisiyle fotokimyasal degradasyona, bitki, toprak mikroorganizmaları ve diğer organizmaların etkisiyle de biyolojik

degradasyona uğramakta, toprak katı maddeleri (kil ve organik madde) tarafından adsorlanıp desorplanmakta veya kimyasal degradasyona uğramaktadırlar. Toprak içine geçmiş pestisitler kapiller su vasıtasıyla toprak yüzeyine taşınmakta ve buradan havaya karışabilmektedirler. Toprağın yapısı, kil tipi ve miktarı, organik madde içeriği, demir ve alüminyum oksit içeriği, pH'sı ve toprakta var olan baskın mikroorganizma türleri tüm bu olayları etkileyen faktörlerdir. Toprakta pestisit tutulmasıyla hareketi ve biyolojik alımı engellenmekte ve çeşitli şekillerde degradasyonu ile ya toksik özelliğini kaybolmakta ya da daha toksik metabolitlerine dönüşebilmektedir. Pestisit kendisinin ya da toksik dönüşüm ürünlerinin hedef olmayan yerleri veya organizmaları kontamine etmesi istenmediğinden tüm bu olayların bilinmesi ve incelenmesi önem taşımaktadır (<http://www.dogainsanisbirligidernegi.org.tr>).

2.1.5. Türkiye'de Pestisit Kullanımı

Türkiye'de pestisit kullanımının tam anlamıyla ortaya konabilmesi için, ülkedeki pestisit tüketim miktarlarının ve tüketilen pestisitlerin niteliklerinin üzerinde durulması gerekmektedir. Ülkemizde son 25 yıla bakıldığında kullanılan pestisit miktarlarının gün geçtikçe arttığı gözlenmektedir. 1979'dan 2002'ye kadar, etki ettikleri canlı gruplarına göre pestisitlerin tüketimlerine Tablo 2.1.'de özetlenmiştir (Delen vd., 2006).

Tablo 2.1. Türkiye'de Yıllara Göre Pestisit Tüketimi (kg veya l)*

İnsektisitler	2.287.658	3.303.446	2.064.991	3.027.380	2.250.898
Akarisitler	203.107	240.360	192.279	223.857	296.809
Yağlar	1.594.526	2.147.106	2.147.106	2.871.160	2.428.238
Fumigant ve Nematosisitler	315.665	322.227	530.738	1.076.661	1.559.489
Rodentisit ve Mollusisitler	5.600	2.124	2.509	3.268	1.794
Fungusitler	1.537.315	2.611.960	2.201.406	2.951.191	1.964.292
Herbisitler	2.451.977	3.495.044	3.902.588	3.643.971	3.697.397
TOPLAM	8.395.848	12.112.267	10.871.792	13.797.488	12.198.917

Ülkemizdeki pestisit pazarı Avrupa ülkelerine oranla son derece küçüktür. Yıllık tüketim miktarı 400–700 gr/ha civarındadır. Bu pazarın parasal değeri dünya pazarının %1'inden azdır. Ancak ülkemizde belli bölgelerde, hektar başına kullanılan pestisit miktarı dünyanın en yoğun ilaç kullanılan bölgeleri düzeyinde olup bu bölgelerde, pestisit kaynaklı çevresel risk yüksektir (Öztürk, 1990).

2.2. Çalışma Alanı

Ergene Havzası, Türkiye'nin Marmara Bölgesi içinde yer alan Trakya Alt Bölgesi'nde bulunmaktadır. Trakya Alt Bölgesi, Marmara Bölgesi'nden Avrupa'ya geçiş alanında, doğuda İstanbul İl sınırı ile başlayan, batıda Bulgaristan ve Yunanistan ülke sınırları ile biten alanı kapsamaktadır. Gala Gölü, Ergene Havzasının Güney-Batı ucunda yer almaktadır. Edirne ilinde yer alan göllerin en önemlisi Gala Gölü'dür. Enez İlçesinde yaklaşık 10 km uzaklıkta göl ayağı aracılığı ile Meriç Nehri ve denize bağlantılıdır. Gala Gölü, Özellikle yaz mevsimlerinde gölün kurumması sonucunda 2 farklı su kütlesine bölünmesi nedeniyle Büyük Gala ve Küçük Gala olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Küçük Gala Gölü göl olma vasfını rusubatla dolduğu için kaybetmiş ve yaz aylarında tamamen kurumaktadır.

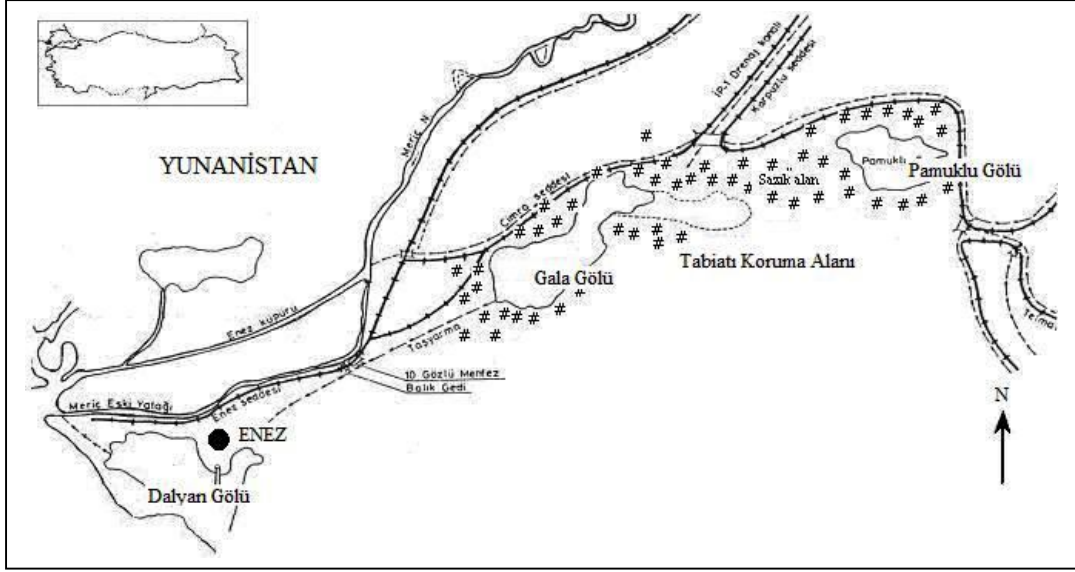
Meriç ırmağının, Ege Denizine döküldüğü yerde bulunan “Meriç Deltası Sulak Alanı”, Türkiye ve Yunanistan toprakları içinde yer alan ve “Uluslararası Önemi Olan” “A Sınıfı” bir sulak alandır. Gala Gölü ve çevresindeki Sulak Alanlar; Meriç Nehrinin, Ege Denizine döküldüğü, Edirne İli İpsala ve Enez ilçeleri sınırları içerisinde bulunan ve Türkiye'deki bölümü yaklaşık 35.000 ha olan Meriç Deltasının 3.600 ha'lık bölümünü kapsamakta olup, koordinatları 400 45' 30"- 400 48' 00" kuzey enlemleri ile 260 07' 30"- 260 17' 30" doğu boylamları arasında yer almaktadır (DSİ, 2001).

Gala Gölü ve çevresindeki Sulak Alanlar, Edirne İli, Enez ilçesinin 10 km kuzeydoğusunda Meriç Deltası'nda bulunan alüvyon set gölü olup, 3.600 ha büyüklüğündedir. Alanın 1.700 ha'lık kısmı sulak alan, geri kalan 600 ha'lık kısmını Hisarlı Dağı eteklerindeki ormanlık araziden oluşturmaktadır. Küçük Gala ve Pamuklu gölleri ile çevresindeki 2 369 ha'lık alan, 1991 yılında '*Tabiatı Koruma Alanı*' olarak ilan edilmiştir (Şekil 2.1. ve 2.2.) (Anonymous, 2003a).

5 Mart 2005 tarihli resmi gazetede yayınlanan 2005-8547 sayılı bakanlar kurulu kararı ile “Milli Park” ilan edilen Gala Gölü, Türkiye’nin 36. milli parkıdır. Sulak alan olması, göl-orman ekosistemi oluşturmasının yanı-sıra Avrupa’nın başka bölgelerinde görülmeyen pek çok kuş türü de dahil olmak üzere toplam 130 kuş türüne ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle *Pelecanus crispus* (Tepeli pelikan), *Plegadis falcinellus* (Çeltikçi) ve *Phalacrocorax pygmaeus* (Küçük karabatak) gibi nadir türleri de barındırmaktadır (Elipek vd., 2008)



Şekil 2.1. Gala Gölü’nün Trakya Bölgesindeki Konumu.



Şekil 2.2. Gala Gölü Genel Konumu.

Gala Gölünün ortalama derinliği 1,00 m, Pamuklu Gölünün ortalama derinliği 0,75 m'dir. Göl kıyıları yer yer sazlık ve çeltik tarlalarından, yer yer de çayırlardan oluşmuştur. Gölün güney kısmını çam ağaçları ile kaplı Hisarlı Dağı oluşturmaktadır. Gölün Meriç Nehri taşkınlarından korunması için batı kısmında İpsala kış seddesi, 10 gözlü kapaklı menfez ve 1 adet kapaklı menfezden oluşan balık geçidi mevcuttur. Gölün kuzeyinde, İpsala kış seddeleri ile IP-1 tahliye kanalı arasında oluşturulan bölümünde Güney Cımra seddesi mevcuttur. Gala Gölünü besleyen başlıca su kaynakları IP-1 tahliye kanalı, (Basamaklar Deresi), Kızıkapın Deresi (Mandıra Dere), diğer küçük dereler ve göl yüzeyine düşen yağışlardır. Göl, çevresinde bulunan sulu tarım alanlarının önemli düzeydeki drenaj suları ile de özellikle sulama mevsiminde beslenmektedir. Normal koşullarda gölden Meriç Nehrine su çıkışını 4 km'lik Gala ayağı sağlamaktadır. Gala Gölünü Meriç Nehri taşkınlarından korumak, Gala ayağı sonundaki İpsala seddeleri üzerinde bulunan 10 gözlü balık geçidi menfezlerinin kapaklarının kapatılmasıyla mümkün olmaktadır. Bu durumda Gala Gölüne kendi havzasından gelecek suları Gala ayağı sonunda açılan 4 km'lik Taşyarma kanalı ile sular Taşaltı gölüne, Dalyan Gölüne ve oradan Ege Denizine aktarılmaktadır (DSİ, 2003).

Büyük Gala Gölü çevresi ile Küçük Gala Gölünün tümü ve Pamuklu Gölü çevresi su üstü, su altı ve yüzen bitkilerce de zengindir (Saraçoğlu, 1990). Alan Ramsar

Sözleşmesi kriterlerine göre "Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alan" olarak değerlendirilmektedir (Yarar ve Magnin, 1997). Ancak, henüz "Ramsar Alanı" ilan edilmemiştir.

Gala Gölü ve çevresi genel olarak karasal ikliminin etkisi altındadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Gölün batı ve kuzey bölümleri tamamen açık olduğundan kuzey ve batıdan esen rüzgarların etkisi altındadır. İpsala'da ortalama sıcaklık 13.9 °C olup en sıcak ay Temmuz ayı (ortalama 24.2 °C), en soğuk ay da Ocak ayıdır (ortalama 3.8 °C). Yıllık ortalama yağış 600 mm, en yağışlı aylar Kasım ve Aralık, en kurak aylar ise Temmuz ve Ağustos'tur (Tablo 2.1.).

Tablo 2.2. Gala Gölü Göl Derinliği, Göl Yüzeyi ve Göl Hacmi Durumu.

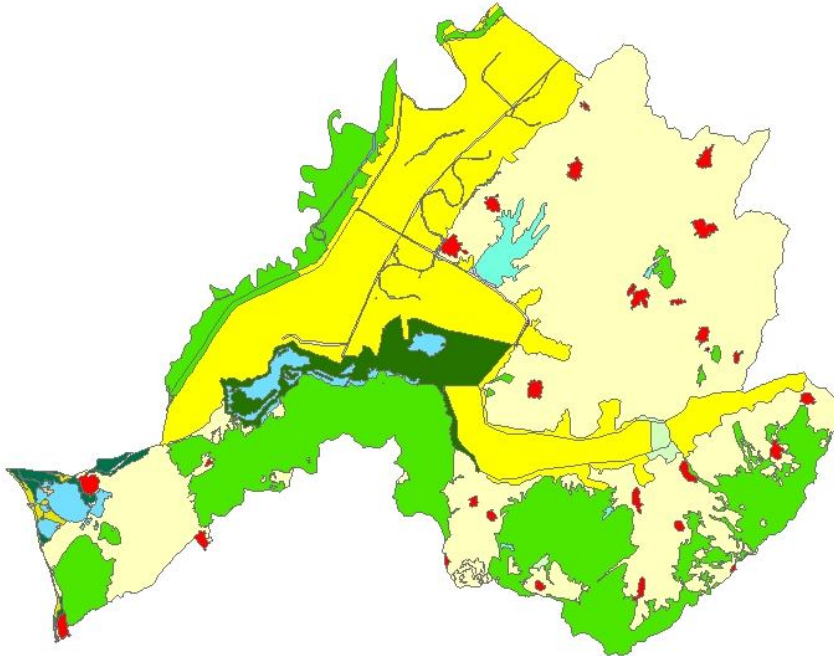
Göl Derinliği Kot (m)	Göl Yüzeyi (milyon m ²)	Göl Hacmi (milyon m ³)
-1.20	0.272	0.00
-1.10	0.801	0.05
-1.00	2.380	0.24
-0.90	3.986	0.65
-0.80	4.853	1.00
0.00	5.563	6.64
1.00	17.000	16.84
2.00	18.438	33.60
3.00	23.000	54.40

Göle gelen su akımlarının ölçümlerinde DSİ tarafından işletilen 69.9 km² yağış alanına sahip 1-46 no'lu Hamzadere-Kocahıdır AGİ'nin değerlerinden yararlanılmıştır. Gala Gölü yağış alanı 28.57 km², göle düşen yağış miktarı yıllık ortalama 17.14 hm³'tür. Göle gelen yıllık ortalama su miktarı 154.95 hm³'tür.

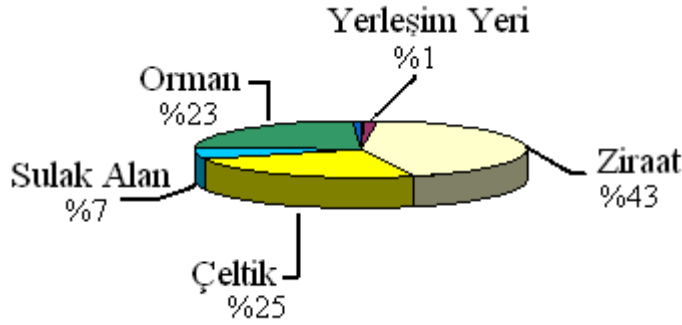
Gala Gölüne gelen sular 4 km'lik göl ayağı sonunda inşa edilmiş 10 gözlü menfez (Q= 111,28 m³/s) ve balık geçidi menfezi (Q= 7,42 m³/s) aracılığıyla Meriç Nehrine, göl ayağı sonundan ayrılan 4 km'lik Taşyarma Kanalı (Q= 44,96 m³/s) aracılığıyla Taşaltı Gölü ve Dalyan Gölleri vasıtasıyla Ege Denizine dökülmektedir. Ancak İP-1 ve Kızkapan deresi taşkınları Meriç Nehri taşkınları ile eş olduğunda Gala Gölündeki sular, Taşyarma Kanalı ile tahliyesi esnasında gölde su seviyesi yükselmesi nedeni ile gölün etrafında taşkından korunmayan tarım arazilerine yayılmaktadır.

Dalyan, Gala, Pamuklu ve Sığircı Gölleri çevresinde, profil teşekkülü olmayan azonal, hidromorfik alüvyal topraklar yaygındır ve tarıma elverişli değildirler. Bitki örtüsü karniş, saz ve tuzlu bataklık bitkileri olmak üzere sucul bitkilerdir. Bu topraklar yer yer bataklıklar durumundadır ve yalnızca çeltik tarımı yapılabilmektedir. pH 7.5 dolayındadır ve çoğunlukla tuzludur (Gürnil, 1989).

Sulak alanda çeltik yetiştirme olanakları, alana daha güvenli ve projeli su sağlanması konusunda baskı oluşturmaktadır. Daha önce kurutulmuş alanlarda projeli sulama tesisleri yapımı talepleri de yoğunur. Bu talepler sonucu 1987 yılında "Aşağı İpsala Projesi Yenikarpuzlu Depolaması ve Sulaması Projesi" (DSİ, 1987) uygulanarak (taşkın koruma alanı 3238 ha, sulama alanı 2868 ha) 1999 yılında işletmeye açılmıştır. 1997 yılında da "Aşağı İpsala Projesi Koyuntepe-Hamzadere Barajları ve Sulamaları Projesi"nin (sulama alanı 31 126 ha) hazırlanmıştır (DSİ, 1997). Sözü edilen ilk projede yer alan Yenikarpuzlu Depolaması Sığircı Göl alanında inşa edilmiştir. Depolamanın suyu, Meriç Irmağından pompajla sağlanmaktadır ve üreticiler bu suyu, Pamuklu ve Cımra Ovalarında çeltik sulamada kullanmaktadırlar (DSİ, 1996). Bölgede yetiştirilen ana ürün çeltik' tir (Şekil 2.3a ve 2.3b.).



Şekil 2.3a. Gala Gölü ve Çevresindeki Alanların Günümüzdeki Arazi Kullanımı (Zal, 2004).



Şekil 2.3b. Gala Gölü ve Çevresindeki Alanların Günümüzdeki Arazi Kullanımının % Dağılımı (Zal, 2004).

Gala Gölü'nü kirleten etkenler aşağıda görülmektedir;

1- Göl seviyesinin düşmesi sonucu meydana gelen kot farkı nedeniyle göl, deniz suyunun etkisinde kalmakta olup, göl suyunun tuz konsantrasyonu ve elektriksel iletkenliği artmaktadır. Birçok balık türü bu yüksek tuz konsantrasyonuna dayanamayıp ölmektedir.

2- Göle drenaj suları ile gelen nitratlı ve fosfatlı gübreler, aynı zamanda göl seviyesinin düşmesi sonucu suyun fazla ısınması, kökü ve gövdesi su içinde bulunan yeşil bitkilerin hızla çoğalmasına, gelişmesine su sathının üstüne kadar çıkarak adacıklar oluşmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan da ölen bu bitkilerin hızla bozulmaları, dip çamurunda kokuşmalara neden olmaktadır. Bu durumda dip çamuru içinde bulunan zoobentoz büyük oranda telef olmaktadır. Bu da gıdasını kısmen dip çamuru içersindeki bentik organizmalardan temin eden bazı balık türlerini yeterli şekilde beslenmesini engellemektedir.

3- Gölde bu şekilde aşırı çoğalan yeşil bitkiler özümlemede, göl suyundaki karbondioksiti hızla tüketmekte, karbondioksitin çok azalması mevcut dengenin bozulmasına ve pH'ının birden artmasına neden olabilmektedir.

4- Gerek drenaj suları ile gelen katı maddeler ve gerekse gölde hızla çoğalan, bir taraftan da ölen yeşil bitkilerle göl dolmaktadır.

2.3. Gübre Kullanımı

Çeltik yetiştiriciliğine uygulanan başlıca gübreler: N'lu, P'lu, gerektiğinde K'lı gübrelerdir. Ayrıca Zn elementi de uygulanmaktadır. Kullanılması nerilen (15 kg N/da) N'lu gübrelerin, eltik gelişme dönemlerine göre 2 ya da 3 ayrı dönemde verilmesi gerekmektedir. Ancak üreticiler gübrenin tümünü genellikle Aralık ayı başında ve P'lu (6-8 kg P/da) gübreler Eylül ayı sonunda 1 defada uygulanması gerekmektedir. Çinko (Zn) eksikliğine karşı da (1kg saf Zn/da) Zn içeren gübreler, son toprak hazırlığı sırasında toprak yüzeyine ya da Zn eksikliği belirtilerine göre, Aralık ayı başında bitki yüzeyine püskürtülmektedir (Sürek, 2002). Bu bölgede 2002 yılında 15.412 ha'lık eltik alanına 3.814 ton kompoze gübre, 6.149 ton amonyum sülfat, 256.8 ton üre ve 100 ton triple süperfosfat Şeklinde gübre kullanıldığı belirtilmektedir (E.T.İ.M., 2008).

2.4. Tarımsal İlaç Kullanımı

İpsala İlçesinde, pestisit olarak kullanılan Fungusit tüketimi, 2003 verilerine göre, 80 00 dekada, toplam 8400 kg, herbisid tüketimi ise, 125.000 dekada toplam 3.635 kg'dır. Fungusit kullanımının 15 Mayıs – 15 Ağustos ve herbisid kullanımının 1 Mayıs – 10 Temmuz tarihleri arasında yapılması önerilmektedir (E.T.İ.M., 2008).

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Saha Çalışmaları

Gala Gölü'nden Haziran 2008-Haziran 2009 tarihleri arasında 4 kez su, çamur ve balık örnekleri alınmıştır. Göl suyunda, çamurunda ve gölde yaşayan balıklardaki pestisit (İnsektisit) miktarlarını belirlemek amacıyla koyu renkli 2 Lt'lik cam şişelere göl yüzeyinden 50 cm derinden Ruttner şişesiyle su, boyutları 15x15 cm olan Ekman bageri yardımıyla dipten çamur örneği alınmıştır.

Su sıcaklığı termometre ile ve elektriksel iletkenlik ölçümleri arazi tipi Lovibond CM 35 marka konduktivitemetre ile, pH, Lovibond marka CG 837 tipi pH metre ile saha çalışmasında ölçülmüştür. Yine her istasyonun orta derinliklerinden alınan su örneklerinin Çözünmüş Oksijen değerleri Winkler metodu kullanılarak arazide, ayrıca Lovibond marka 3040 model Oksijenmetre ile ölçülmüştür. Ayrıca su bulanıklığı Secchi disk ile yine arazide ölçülmüştür.

Fitoplankton ve Fizikokimyasal analizler için 2 Lt'lik koyu renkli cam şişeler yardımıyla yüzeyin 10 cm altından su örnekleri alınmıştır.

4.2. Laboratuvar Çalışmaları

1 Lt'lik şişeler ile yüzeyin hemen altından her istasyonda alınan su örnekleri laboratuara getirilerek fitoplanktonik organizmaların kalitatif ve kantitatif analizleri yapılmıştır. Bunun yanı sıra göl suyunun bazı fiziko-kimyasal özellikleri (Klorofil_a tayini, Magnezyum, Kalsiyum, Toplam Sertlik, Klorür, Nitrat Azotu, Nitrit Azotu, Fosfat, Sülfat, ve Tuzluluk) laboratuarda Standart metotlara göre ölçülmüştür (APHA, 1995).

4.2.1. Fiziko-kimyasal parametreler

Ayrıca Klorofil *a* tayini, Magnezyum, Kalsiyum, Toplam Sertlik, Klorür, Nitrat Azotu, Nitrit Azotu, Fosfat, Sülfat, ve Tuzluluk gibi değerleri ise laboratuarda klasik titrimetrik ve spektrofotometrik yöntemler kullanılarak belirlenmiştir (ASTM 2000).

4.2.2. Fitoplankton analizleri

Fitoplankton analizi için su örnekleri iyice çalkalandıktan sonra 10 ve 20 ml'lik mezürlerle alt örnekler hazırlanmış ve içlerine birkaç damla lugol (I-KI) ve bir damla %40'lık formol damlatılarak fitoplanktonun dibe çökmesi için 24-48 saat bekletilmeye bırakılmıştır. Bekleme süresi sonrasında sifon yapmak suretiyle mezürde üstte kalan berrak kısım boşaltılmış ve kalan kısım iyice çalkalanarak Uthermohl sayım tüplerine aktarılmıştır (Uthermöhl, 1958). Organizmaların tekrar çökmeleri için yaklaşık 24 saat daha bekledikten sonra sayımlar Olympus marka CK2 model İverted mikroskop ile yapılmıştır.

Fitoplankton sayımı için Eşitlik 1'den faydalanılmış ve sonuçlar organizma/litre olarak verilmiştir. (Lund vd., 1958). Hesaplanan litredeki sayılar algal biyomasa Rott (1981)'e göre ($\mu\text{g/l}$) dönüştürülmüştür.

$$\text{Eşitlik 1.} \quad \text{Org./L} = \frac{\pi \cdot r^2}{\text{Fd.L}} \times \frac{n}{V}$$

r: Sayım Yapılan Tüpün Yarıçapı,

Fd: Mikroskobun Görüş Alanı Çapı,

L: Sayım Yapılan Uzunluk,

V: Çöktürülen Su Örneği Hacmi (ml),

n: Sayım Sonucu Bulunan Organizma Sayısı.

Fitoplankter teşhisleri, hazırlanan geçici preparatlarla ışık mikroskopunda yapılmıştır. Diatom teşhisi için örnekler derişik HNO₃+H₂SO₄ ile muamele edilmiş ve belli uzunluktaki (10 µm) strea sayıları tespit edilerek tür ayrımı yapılmıştır. Fitoplankton teşhislerinde Pascher (1930), Pochmann (1942), Prescott (1964, 1982), Heim (1966), Fogg (1975), Patrick and Reinner (1975), Edna and Break (1980), Pestalozzy (1983), Krammer and Bertalot (1985), Whitton (2005) ve Hartley (1996)'den yararlanılmıştır.

Klorofil_a tayini Nush'a göre Shimadzu marka U.V. 1240 model UV-Vis spektrofotometrede ölçülerek hesaplanmıştır (Nush, 1980).

Eşitlik 2.

$$\text{Chl}_a (\mu\text{gr/L}) = 29.6 \times (\text{AÖ}_{665} - \text{AÖ}_{750}) - (\text{AS}_{665} - \text{AS}_{750}) \times \frac{V}{V \times L}$$

AÖ: Asitten Önceki Spektrofotometre Değeri,

AS: Asitten Sonraki Spektrofotometre Değeri,

v: Etanol Hacmi (ml),

V: Örnek Hacmi (Lt),

L: Küvet Çapı (1 cm).

4.2.3. Çalışmada kullanılan algler ve genel özellikleri

Bu çalışma için öncelikle Göl ve çevresindeki sularda su örnekleri alınarak fitoplanktonik analizleri yapılmış ve yıl boyunca sürekli olarak göl planktonunda mevcut olan litredeki organizma sayısı olarak en çok bulunan 3 fitoplanktonik alg türü seçilmiştir.

A- *Chlorella vulgaris* Beij. 1890. (Şekil 4.1.)

Hücreleri 1,5-10 µm çapında küremsi, kloroplast geniş band şeklinde ya da kupa şekillidir. Pirenoidler küremsi yada geniş elipsoid ve genellikle 2-4 adet nişasta granülü

içerir. Oldukça kozmopolitan bir türdür. Akvatik habitatlarda planktonik ya da toprakta yayılış gösteren kokkoidal yeşil bir algidir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. *Chlorella vulgaris* Beij. 1890'in Sstematiği.

Basamak	İsim	Yazar	Tür Sayısı
ÜstAlem	Eukaryota	Chatton	24,617
Alem	Plantae	Haeckel	12,329
Şube	Chlorophyta	Pascher	4,037
Sınıf	Trebouxiophyceae	Friedl	175
Takım	Chlorellales	-	63
Aile	Chlorellaceae	Brunnthaler	63
Cins	<i>Chlorella</i>	M. Beijerinck	33

Tür deskripsiyonu.

Chlorella vulgaris Beijerinck 1890: 758, fig. 7:2 a-d

Orjinal yayın: Beijerinck, M.W. (1890). Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen algen. Z. Bot. 47: 757-768.

Sinonim:

Chlorella pyrenoidosa var. *duplex* (Kützing) West

Pleurococcus beijerinckii Artari 1892

Chlorella pyrenoidosa Chick 1903

Chlorella communis Artari 1906

Chlorella vulgaris var. *viridis* Chodat 1913

Chlorella terricola Gollerbach 1936

Chlorella candida Shihira & Krauss 1965



Şekil 4.1. *Chlorella vulgaris* (<http://www.ccap.ac.uk>'den).

B- *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb. (Şekil 4.2.)

Genellikle 4 hücreli koloniyal (2, 8, 16) bir algdir. Hücreleri yan yana dizilmiş elipsoid, ışınal ya da hilal şeklindedir. Terminal hücrelerinde her iki uçta birer adet spin bulunur. Hücre duvarları düzdür. Tatlı su habitatlarında yayılış gösteren kozmopolit bir türdür (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Bréb. 1835'in Sistematiği.

Grup	İsim	Yazar	Tür sayısı
ÜstAlem	Eukaryota	Chatton	24,617
Alem	Plantae	Haeckel	12,329
Şube	Chlorophyta	Pascher	4,037
Sınıf	Chlorophyceae	Wille	2,232
Takım	Chlorococcales	Pascher	788
Aile	Scenedesmaceae	Oltmanns	176
Cins	<i>Scenedesmus</i>	Meyen	87

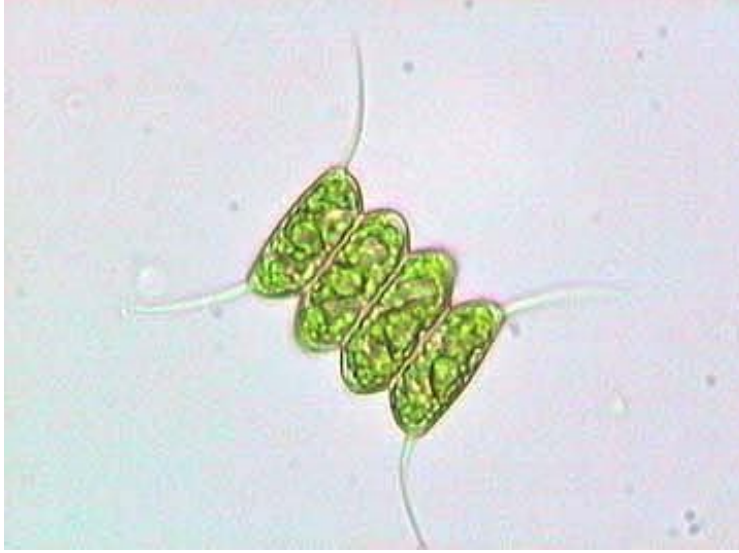
Tür deskripsiyonu:

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brébisson in Brébisson & Godey 1835: 66

Orijinal Yayın: Brébisson, L.A. de & Godey, L.L. (1835). Algues des environs de Falaise, décrites et dessinées par MM. de Brébisson et Godey. pp. [i], [1]-66, 256-269, 8 pls. Falaise: Imprimerie de Brée l'Ainé.

Sinonim:

Yok.



Şekil 4.2. *Scenedesmus quadricauda* (www.microscopy-uk.org.uk)

C- *Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844 (Şekil 4.3.)

Hücreleri davul şekilli 5-43 μm çapındadır. Valvlerin dış kısımları 10 μm 'da 6-10 arasında değişen radyal strea içerir. Merkezi kısımda bir çöküntü yer alır. Tatlı sularda özellikle akarsularda yayılış gösteren soliter bir diatomdur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. *Cyclotella meneghiniana* Kütz. 1844'ün Sistematığı.

Grup	İsim	Yazar	Tür sayısı
ÜstAlem	Eukaryota	Chatton	4,617
Alem	Chromista	T. Cavalier-Smith	9,144
Şube	Bacillariophyta	Engler & Gilg	5,540
Sınıf	Coscinodiscophyceae	F.E. Round & R.M. Crawford	935
Takım	Thalassiosirales	-	227
Aile	Stephanodiscaceae	-	129
Cins	<i>Cyclotella</i>	(Kützing) Brébisson	79

Tür deskripsiyonu:

Cyclotella meneghiniana Kützing 1844: 50, pl. 30: fig. 68

Sinonim:

Cyclotella kuetzingiana Thwaites 1848

Cyclotella laevis van Goor 1920

Cyclotella operculata Kützing 1849

Surirella melosiroides Meneghini 1844

Orijinal yayın: Kützing, F.T. (1844). Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: Zu finden bei W. Köhne.



Şekil 4.3. *Cyclotella meneghiniana* (www.biolib.cz)

4.2.4. Seçilen alglerin kültüre alınması, kültür ortamları, kültür şartları, havalandırma ve aydınlatma koşulları

Yapılan saha çalışmaları sonucunda bölgede tespit edilen alg türleri arasında en çok bulunan 3 tür (*Chlorella vulgaris* Beijerinck (1890), *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson (1835) ve *Cyclotella meneghiniana* Kützing). Bu 3 türün daha önce herhangi bir şekilde pestisit, gübre ya da kimyasal bir etkiye maruz kalmamış olması gerektiği için saf kültür olarak Culture Collection of Algae and Protozoa (CCAP)

İngiltere Laboratuvarlarından 2x10 ml'lik tüpler halinde satın alınmışlardır. Bu alglerin CCAP kültür numaraları Tablo 4.4.'te verilmiştir:

Tablo 4.4. Deneylede Kullanılan ve Ticari Olarak Satın Alınan Alg Türlerinin CCAP Kültür Numaraları.

Tür Adı	CCAP Kültür Numarası
<i>Chlorella vulgaris</i> Beij. (1890)	CCAP 211/11B
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Bréb. (1835)	CCAP 276/21
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	CCAP 1070/5

Saf kültürler halinde ticari olarak alınan algler Trakya Üniversitesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı araştırma laboratuvarında bulunan Teknosem Marka TSK 550 LN model İklimlendirme Kabininde muhafaza edilmişlerdir. Kültürlerin çoğaltılması ve deneyler de aynı iklimlendirme kabininde yapılmıştır. İklim kabininin teknik detay ve özellikleri Tablo 4.5.'te verilmiştir.

Tablo 4.5. Teknosem TSK 550 LN Model İklim Kabini Detay ve Teknik Özellikleri.

Sıcaklık kontrol aralığı : -10 °C +50 °C
MCS kontrol ünitesi, sıcaklık, nem ve aydınlatma ayarlanabilir, 25 program hafızalı, her programa 500 komut verilebilmekte, gün/gece döngüleri programlanabilmekte.
Gerçek zamanlı çalışma saati
Çok çeşitli proses parametrelerinin gösterildiği grafiksel ekran
İç kabinden yan duvarlarına yerleştirilmiş ve izole edilmiş floresan lambaları.
Sistemdeki soğutucu gaz CFC içermeyen R 134a
Bağımsız ayarlanabilir emniyet termostatu, Class 3.1 (DIN 12880), sesli ve ışıklı alarm sistemli
3 adet paslanmaz çelik raklı
8 Adet 18 W Orsam (Sylwania) Floresan lamba -Gün Işığı-

Alg kültürlerinde ışık şiddeti, ışığın kalitesi ve süresi önemlidir. Fototrofik yaşam için enerji kaynağı olan ışık, fotobiyoteknolojide birincil sınırlayıcı faktördür (Kirk, 1994). Hızlı bir büyüme elde etmek için 3500-10.000 lux gibi daha yüksek ışık yoğunluklarının kullanılması gerekmektedir. Algler ihtiva ettikleri pigmentlerin

özelliklerine bağılı olarak ışığın farklı ışınlarını absorbe ederler. Kültür sistemlerinde kullanılan floresan lambalar genellikle alglerin bu ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte ışınları içerir. Kültürlerde hızlı bir büyüme elde etmek için genellikle sürekli aydınlatma yapılır. Ancak kültürleri sürekli aydınlatma her tür için uygun olmayabilir. Bu durumda aydınlatmada fotoperiyod uygulanır. İçerideki mikroalg sistemlerinde genellikle floresan lambalar kullanılır ve kültür kaplarının max şekilde aydınlatılmasını sağlayacak şekilde düzenlenirler (Chini Zitelli et al, 2000).

pH değerinin hem çok yüksek hem de çok düşük olması hücresel işlemin bozulmasına neden olduğundan algal gelişme yavaş olacaktır. Yaygın olarak kültürü yapılan alg türleri için pH aralığı 7 ile 9 arasındadır, optimum pH aralığı ise 8.2-8.7 dir. Türler için optimum pH aralığı sağlanmadığı takdirde kültürün çökmesine neden olur. (Lavens ve Sorgeloos, 1996).

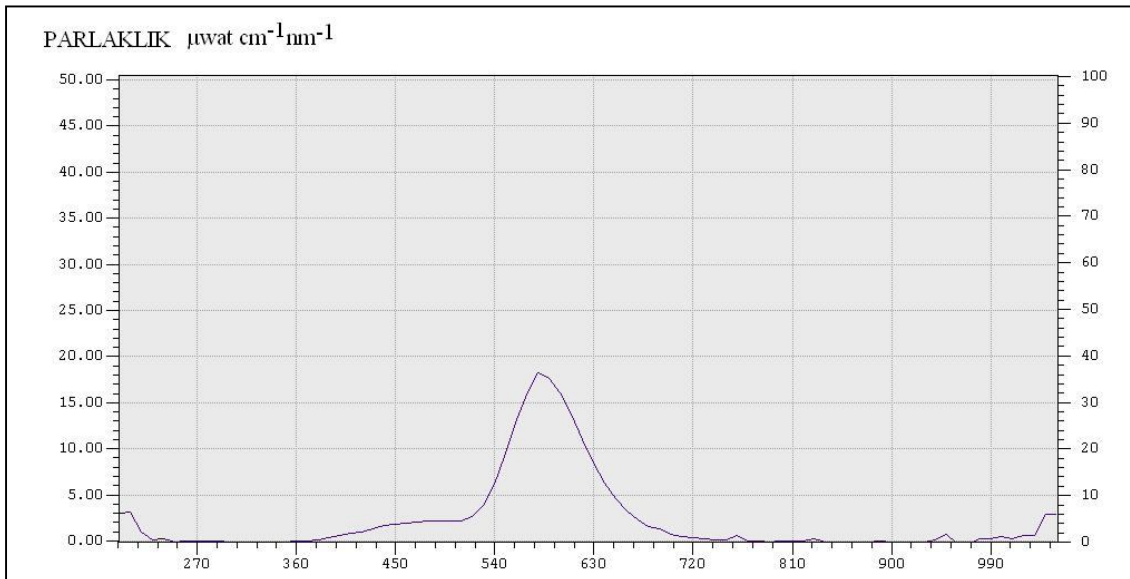
Havalandırma, kültür ortamı ve atmosfer arasındaki gaz değişimini artırma, suyun homojenizasyonunu sağlama, popülasyondaki bütün hücrelerin nutrient ve ışığı eşit olarak alması ve alg kültürlerindeki çökmeyi önlemek için gereklidir. Havalandırma aynı zamanda fotosentez için gerekli olan inorganik karbonun kültüre sağlanmasından dolayı da önemlidir. CO₂'in ilavesi pH'nın stabil kalmasını sağlar. CO₂ yeterli miktarda bulunmazsa ortamın pH'sı yükselecektir. Bunun sebebi pH değişimlerine karşı suyun tamponlanmasını sağlayan HCO₃, CO₂ ve hidroksil iyonları arasındaki dengenin bozulmasıdır CO₂ ilavesi kültür yoğunluğuna, pH'a, ışık yoğunluğuna ve büyüme oranına bağılı olarak yapılır. (Lavens ve Sorgeloos, 1996). Kültürlerin zaman zaman el ile çalkalanması havalandırma için yeterlidir. (Cirik ve Gökpınar, 1993).

Sıcaklık toleransı kültürü yapılan türlerin kültür ortamlarındaki nutrient içeriğine bağılı olarak değişebilir. Her türün büyümesi için minimum, maksimum ve optimum sıcaklık aralığı vardır. Kültür ortamının kompozisyonuna bağılı olarak değişmesine rağmen mikroalg kültürleri için optimum sıcaklık genellikle 20 ve 24 °C arasındadır. Yaygın olarak kültürü yapılan türler 16 ve 27 °C arasındaki sıcaklığa toleranslı alglerdir. 16°C 'den düşük sıcaklıklarda büyüme yavaşlarken 35 °C 'den daha yüksek sıcaklıklar

ise çoğu tür için öldürücüdür. Sıcaklığın uygun duruma getirilmesi alg kültürlerinin korunmasında önemlidir (Lavens ve Sorgeloos, 1996).

Bitkilerin (algler de dahil), çeşitli dalga boylarındaki ışık şiddetine verdikleri tepkiler insanlardan farklıdır. İnsan gözü ile görülebilen ışığın sadece bir kısmı bitkilerin büyümesine (fotosentez) yardımcı olur. Görünür spektrum olarak isimlendirilen bu kısım elektromanyetik spektrumun 400 ile 700 nm'leri arasında karşılık gelmektedir (McCree, 1972). Spektrumun bu bölgesine PAR bölgesi de denilmektedir (PAR= Fotosentez Aktif Radyasyonu). Gün ışığı dağılımının yaklaşık %45'lik oranı 400 ile 700 nm arasındadır. Bu nedenle, küresel ışın dağılımının yaklaşık %45'i PAR'dır. Bitki büyümesi için etkili olabilecek bir lamba, sahip olduğu elektrik enerjisini mümkün olduğu kadar PAR'a dönüştürmelidir (McCree, 1972a-c).

Bu çalışmada iklim kabininin iç kısmında bulunan 8 adet 18W'lık florasan lamba 8000 Lüks'lük bir ışık şiddeti sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Kabin içindeki ışık parlaklığı International Light RPS 900 marka kalibre edilmiş bir spektrometre ile ölçülmüştür (Şekil 4.4.). Fotosentez ışık dağılım miktarı (PPFD- Photosynthesis photon flux density) Kozai vd. (1999)'a göre hesaplanmıştır (<http://www.fb.u-tokai.ac.jp>).



Şekil 4.4. İklim Kabininin Spektrometre İle Ölçüm Değerleri.

Daha önce yapılan benzer alg kültürü çalışmalarında olduğu gibi kültürlerin muhafazasında iklim kabini %60 nem, 23 °C sıcaklık, 8000 lüks ışık şiddetinde, 18 µwat $\text{cm}^{-1} \text{nm}^{-1}$ ışık parlaklığında, PPF (Fotosentez Foton Işık Dağılımı) 53 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve 12/12 gece/gündüz aydınlatma ayarı şeklinde ayarlanmıştır (Sabater ve Carrosa, 2001; Gama-Flores vd., 2004; Junghans vd., 2006; Lockert vd., 2006; Konstantinou vd., 2006; Ma vd., 2004; Rose vd., 2006; Scragg, 2006; Schreiber vd., 2007; Xia-li vd., 2007; Hong vd., 2008). İklim kabinindeki kültürler günde iki kez el ile çalkalanarak havalandırılmış ve dibe çökmeleri engellenmiştir.

Kültürlerdeki alg yoğunluğu, serbest ortamlardan her zaman fazladır. Bu sebeple, alg kültürlerindeki besleyiciler doğadakinden daha fazla olmak zorundadırlar. Yapay ortamlar sıvı ve katı olmak üzere iki çeşittir. Katılaştırma genellikle agar ile yapılmaktadır (Sukatar, 2002). Yapılan bu çalışmada seçilen üç tür için 2 farklı sıvı besiyeri kullanılmıştır; 3N-BBM+V (Modifiye Edilmiş Bold Basal Medium 3-Kat Azot ve Vitamin Katkılı) ve DM (Diatom Medium-Tatlısu algleri için).

Cyclotella meneghiniana Bacillariophyta grubuna ait sentrik bir diatom olduğu için Diatom besiyeri (DM), *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus quadricauda* Chlorophyta grubuna ait yeşil alg oldukları için bu canlılar için uygun olan zenginleştirilmiş Bold Bazal Besiyeri (BBM) ortamına ekilerek kültüre edilmişlerdir. Kültür ortamlarının özellikleri ve kültür reçeteleri Tablo 4.6. ve 4.7.'de gösterilmiştir (<http://www.ccap.ac.uk/media/documents>).

Tablo 4. 6. 3N-BBM+V Kùltür Ortamı.

3N-BBM+V Kùltür Ortamı (Modifiye Edilmiş Bold Basal Medium 3-Kat Azot ve Vitamin Katkılı)	
<u>Stok çözeltileri g / 1000 ml distile su</u>	<u>1 litre nihayi besiyeri</u>
(1) 25.0 g NaNO ₃	30.0 ml
(2) 2.5 g CaCl ₂ .2H ₂ O	10.0 ml
(3) 7.5 g MgSO ₄ .7H ₂ O	10.0 ml
(4) 7.5 g K ₂ HPO ₄ .3H ₂ O	10.0 ml
(5) 17.5 g KH ₂ PO ₄	10.0 ml
(6) 2.5 g NaCl	10.0 ml
(7) Eser element çözeltileri (aşağıda)	6.0 ml
(8) B1 vitamini (aşağıda)	1.0 ml
(9) B12 vitamini (aşağıda)	1.0 ml
Distile su ile 1 litreye tamamlanarak otoklavda 15 psi'de 15 dakika steril edilir.	
<u>Eser element çözeltileri (7)</u>	
1000 ml distile suya 0.75 g Na ₂ EDTA ilave edilerek aşağıdaki mineraller aşağıdaki sıra ile ilave edilir:	
FeCl ₃ .6H ₂ O	97.0 mg
MnCl ₂ .4H ₂ O	41.0 mg
ZnCl ₂ .6H ₂ O	5.0 mg
CoCl ₂ .6H ₂ O	2.0 mg
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	4.0 mg
<u>B1 Vitamini (8)</u>	
0.12 g Thiaminhydrochlorid 100 ml distile suya ilave edilir steril filtre kullanılır.	
<u>Vitamin B12 (9)</u>	
0.1 g Cyanocobalamin 100 ml distile suya ilave edilir. Bu çözeltilerden 1 ml alınır ve 99 ml distile su üzerine ilave edilerek steril filtre ile enjektör yardımı ile otoklavlama işleminden sonra besiyerine ilave edilir (http://www.ccap.ac.uk).	

* <http://www.ccap.ac.uk>.

Tablo 4.7. D.M Kültür Ortamı.

DM Kültür Ortamı (Diatom Medium-Tatlısu algleri için)	
<u>Stok çözelti</u>	<u>200 ml distile su için</u>
(1) Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	4.00 g
(2) KH ₂ PO ₄	2.48 g
(3) MgSO ₄ .7H ₂ O	5.00 g
(4) NaHCO ₃	3.18 g
(5) EDTAFeNa	0.45 g
EDTANa ₂	0.45 g
1 H ₃ BO ₃	0.496 g
MnCl ₂ .4H ₂ O	0.278 g
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	0.20 g
1 Cyanocobalamin	0.008 g
Thiamine HCl	0.008 g
Biotin	0.008 g
(8) NaSiO ₃ .9H ₂ O (Sigma S4392)	11.4 g

1 litre besiyeri ortamı için 1-8 numara arasındaki stok çözeltilerin her birinden 1.0 ml alınarak deiyonize su ile 1 litreye tamamlanır. pH 6.9'a ayarlanak için 1M HCl kullanılır. Sterilizasyon için otoklavda 15 atm basınçta 15 dakika ayarlanır.

* <http://www.ccap.ac.uk>.

4.2.5. Hücre Sayımı

Mikrobiyolojik çalışmalar, hücre kültürü ve benzer uygulamalarda hücre konsantrasyonlarının belirlenmesinde genellikle spektrofotometrik yöntemler kullanılır. Bununla birlikte bu yöntemler hücrelerin canlı mı yoksa ölü mü olduklarının belirlenmesinde pek etkili değildirler.

Belirli bir hacimdeki hücre sayısını belirlemede sayım kamaraları kullanılır. En yaygın olarak kullanılan kamaralardan birisi de hematositometredir. Neubauer Lamı özel olarak hazırlanmış, üzerinde mikroskopik olarak görülebilen enine ve boyuna çizgilerin sınırladığı alanlar bulunan bir lamdır. Lam ile lamel arasında bir boşluk kaldığı görülür. Lam ile lamel arasındaki bu boşluğun kalınlığı 1/10 mm'dir. Bu lam

üzerinde her biri 1mm^2 olan 2 tane sayma alanı vardır. Lam üzerinde görülen en büyük karenin alanı 1mm^2 'dir. Bu alan, birbirine yakın çizilmiş enine ve boyuna üçlü çizgilerle $5 \times 5 = 25$ eşit kareye bölünmüştür. Bu 25 karenin her birine büyük kare adı verilir ve bu karelerin kenar uzunlukları, üçlü çizgilerden dışarıda bulunanlar esas alınarak hesaplanır. Dolayısıyla bu 25 kareden her birinin kenar uzunluğu $1/5$ mm olmaktadır. Bu 25 karenin de her biri $4 \times 4 = 16$ eşit kareye bölünmüştür. Neubauer lamının esası, $0,1\text{mm}^3$ hacimde sayım yapılmasıdır. Kültür, lamın çukur olan kısmı üzerine aktarılıp üzerine lamel kapatıldığında bu çukurda $0,1$ mm yüksekliğinde bir sıvı kalır. Sayım yapılacak alan cam yüzeyindeki çizgilerle belirlenmiştir. Lamel konduktan sonra üzerine bastırılarak lamın çukuru dışında kalan düz kısmı ile lamel arasında bir sıvı katmanının kalması önlenir. Böylece çukur alan içinde tam olarak $0,1$ mm yüksekliğinde sıvı bulunması sağlanmış olur.

Kültürlerin devamlılığı ve Deneyler için besiyerleri her üç alg türü de 250ml 'lik erlenlerde 100ml besiyeri olacak şekilde standartlarda belirtildiği gibi hazırlanmıştır (ISO-8692, 1989). Bu nedenle üssel büyüme fazına giren kültürlerin sayıları çok hızlı bir şekilde arttığı için yüksek hacimlerde kültürlerin sayılması mümkün olmamıştır. Bu nedenle, hücre sayımları ml 'deki hücre sayısının fazlalığı ve kültürlerin yoğunluğundan dolayı Neubauer tipi $0,1$ mm derinlikli Hemositometrede yapılmıştır (Robert, 2005).

4.2.6. Mikroalg kültürlerinin büyüme oranlarının bulunması

Bir mikroalg populasyonunun büyüme oranı zaman bağı olarak biyokütlede meydana gelen artışın bir ölçütüdür ve üssel faza göre tespit edilir. Büyüme oranı bir tür ya da suşun yaşadığı doğal ortama ya da maruz bırakıldığı deneysel bir ortam koşuluna adaptasyonundaki görece ekolojik başarısını göstermenin önemli yollarından bir tanesidir. Kültürlerdeki üssel fazın süresi ekimi yapılan organizma miktarına, büyüme oranına, besi ortamının kapasitesine ve kültürün algal gelişmeyi destekleyen koşullara bağlıdır. Biyokütle ile ilgili tahminler zamana bağlı olarak kaydedilmelidirler ve her iki günde bir bu işlemin yapılması genellikle uygundur. Hücre sayıları ve kuru ağırlık miktarı biyokütle belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan parametrelerdir ancak bunların yerine *in vivo* floresans ve bulanıklık da kullanılabilir. Ancak floresans ve bulanıklık ile hücre sayısı arasında kurulan ilişki deneysel koşullardaki değişikliğe bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, hücrelerin floresans özelliği sıcaklığa bağlı olarak değişebilmektedir ki buna bağlı olarak da farklı test sıcaklıklarına sahip bir deneyde her bir sıcaklık değeri için ayrı bir ilişki tespit edilmesi gerekecektir (Nyholm ve Killqvist, 1989; Nyholm ve Petersen 1997). Diğer taraftan, hücre sayısı ve floresans arasındaki ilişki kültürler durgunluk fazına girdikleri zaman da doğru sonuç vermeyebilir. Büyüme oranına ilişkin verilen grafiksel olarak işaretlendiğinde üssel fazın çok dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu lineer fazın iki ekstrem ucunda yer alan N1 ve N2 noktaları ele alınır ve Eşitlik 2’de yerlerine konulur;

$$\text{Eşitlik 3; } \quad \text{Büyüme oranı ; } K' = \frac{\ln(N2 / N1)}{(t2 - t1)}$$

N1 ve N2 birinci zaman (t1) ve ikinci zamandaki (t2) biyokütledir; Levasseur vd (1993).

Spesifik büyüme oranı bilindiği takdirde günlük bölünme ve nesil ya da ikiye katlanma zamanı da tespit edilebilir.

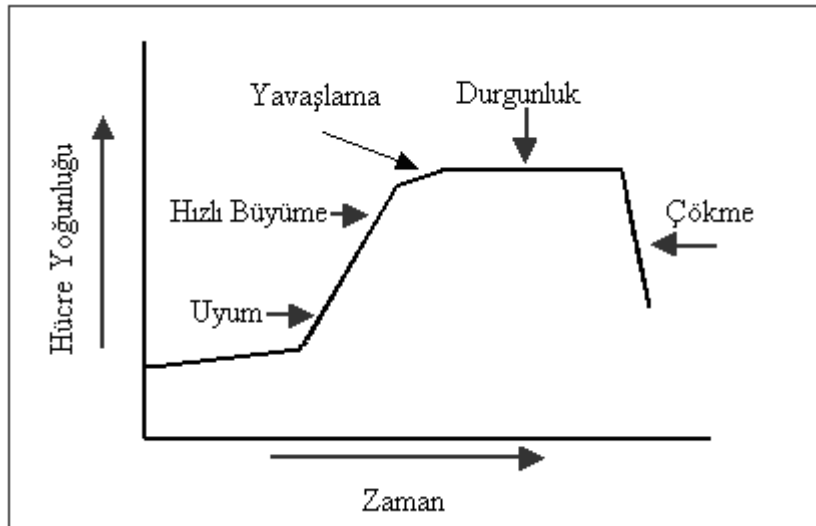
$$\text{Eşitlik 4; } \quad \text{Günlük bölünme}^{-1} = K' / \ln 2$$

$$\text{Eşitlik 5; } \quad \text{Nesil zamanı } t = 1 / \text{Günlük Bölünme}^{-1}$$

Sağlıklı hücreler için yeni kültürün hacminin % 0,5'i olacak şekilde küçük hacimlerde yapılacak bir ekim genellikle sağlıklı yeni bir kültür elde edilmesine olanak sağlayacaktır. Eğer söz konusu tür hassas ise ya da kültür daha az sağlıklı ise bu durumda %10 gibi daha büyük bir ekim hacmi yeni bir kültür elde edilmesi için gerekli olacaktır. (stok kültürlerin çoğunda 1,5 – 2,5 ml arasında bir örnek 100 ml'lik yeni bir besi ortamına aktarılmaktadır ki bu ekim değerleri % 1,25 - % 2,5 değerlerine karşılık gelmektedir) (Phinney ve Yentsch, 1985; Mayer ve Jensen, 1995).

Algler belirli bir büyüklüğe ulaştınca ikiye bölünürler ve bu bir üreme şeklidir. Bu üreme şeklinin yanında eşeyli olarak da üreme yaparlar. Bir algden iki yeni alg hücresi oluşumuna kadar geçen süreye ikilenme zamanı denir. Oluşan her yeni alg hücresinden iki yeni alg hücresi daha oluşur. Böylece çoğalma sırasında oluşan her yeni alg topluluğu bir öncekinin iki katı kadar alg hücresi içerir. Başlangıçta alg topluluğu yavaşça çoğalır, ancak bir süre sonra çoğalma patlayıcı bir tarzda olur (Phinney ve Yentsch, 1985).

Fitoplanktonun karakteristik gelişme safhaları uyum veya adaptasyon safhası, hızlı gelişme safhası, gelişmenin yavaşlama safhası, duraklama safhası ve çökme safhası olmak üzere beş ayrı aşamada gerçekleşir (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Alg Kültürünün Genelleştirilmiş Gelişim Eğrisi

1- Uyum safhası: Ekimi yapılan alg hücreleri ortama uyum aşamasında olduğundan gelişmenin nispeten yavaş olduğu safhadır.

2- Hızlı gelişme safhası: Hücreler düzenli ve sürekli olarak sabit bir oranda bölünmeye başlamaktadır. Bu aşamada gelişme oranı maksimum seviyededir.

3- 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.

4- Duraklama safhası: Hücrelerin çoğalma ve yok olma oranlarının eşit olduğu bu evrede, hücre sayısında herhangi bir değişim olmamaktadır.

5- Çökme Safhası: Bu safhada hücre sayısı ani olarak azalmaya başlar. Bu safhadaki fitoplankton, larva veya rotifer kültürü için kullanılmamalıdır.

4.2.7 Alg kültürlerinin Saklanması ve Deneylere Hazırlanması

İklim kabininde % 60 nem \pm 10, 23 °C sıcaklık \pm 2, 8000 lüks ışık şiddetinde \pm 500, 18 μ wat $\text{cm}^{-1} \text{nm}^{-1}$ ışık parlaklığında, PPF (Fotosentez Foton Işık Dağılımı) 53 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve 12/12 gece/gündüz ışıklandırma periyodunda deney zamanına kadar muhafaza edilmişlerdir.

Belirtilen iklimlendirme koşullarında 250 ml'lik erlenlerde 100 ml besiyeri olacak şekilde kültürler devam ettirilmişlerdir. *Cyclotella meneghiniana* için Diatom Ortamı, *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus quadricauda* için ise zenginleştirilmiş Bold Basal Ortamı (3N BBM+Vit) daha öncede belirtildiği şekilde hazırlanıp kültürlerin devamı için kullanılmıştır.

Genel olarak kültür ortamındaki yeni ekilmiş algler ortamdaki besleyici elementleri ilk başlarda hızlı bir şekilde kullanarak sayılarını zaman içinde arttırmaya başlarlar. Zamanla kültür ortamına yeni besleyici elementler girmediği ve ortamdaki alg hücrelerinin sayısı aşırı bir şekilde artış gösterdiğinden ortamda besin sıkıntısı,

metabolik ürünlerin artması ve erlenin iç kısımlardaki algler için yeterli ışık alamamalarından dolayı canlı hücre sayısı bir süre sonra düşmeye başlamaktadır. Bu duruma gelmiş kültürlerin sürekliliğini sağlamak için 100 ml uygun besiyeri olan erlenlere standart steril koşullarda ekimler yapılmıştır. Ön kültürler 100 ml kültür ortamında 4000-5000 hücre/ml olacak şekilde çoğaltılmıştır (International Standard ISO 8692, 1989).

Deneyleer için gerekli olan yüksek miktardaki kültürler ise 2500 ml'lik balon Jojelerde 1000 ml uygun besiyeri olacak şekilde ekilerek günde en az 2 kez çalkalanarak kültürün çökmesi ve havandırılması sağlanmıştır. Bu işlem deneyleerde kullanılacak üç alg türü içinden tekrar edilmiştir.

2500 ml gibi yüksek hacimlere ekimleri yapılan kültürlerin her 2 günde bir olacak şekilde Spektrofotometrede 500 nm, 680 nm ve 750 nm'deki absorbanları okunarak, Klorofil_a analizleri yapılmış, Neubauer tipi hemasitometre ile de hücre sayımları yapılarak kültürün gelişmesi takip edilmiştir (ISO-8692, 1989).

Hızlı büyüme evresine gelen kültürler (15-25. günler arasında) 10 dk otomatik çalkalayıcıda çalkalanarak homojen hale gelmesi sağlanmış ve 250 ml'lik erlenlere 100 ml kültür olacak alt kültürlere bölünmüşlerdir. Kültürler üssel büyüme fazına girdikten yaklaşık 5 gün sonra daha önceden belirlenen konsantrasyonlarla pestisitlerle muamele edilerek deneyleere başlanmıştır (Burkiewicz vd., 2005) (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Deneyleerde Kullanılacak Alg Kùltùrleri, Pestisitler ve Pestisit Konsantrasyonları.

Dùşùk Pestisit Konsantrasyonu		<i>Chlorella vulgaris</i>		<i>Scenedesmus quadricauda</i>		<i>Cyclotella meneghiniana</i>	
		Besiyeri hacmi (ml)	Tekrar adedi	Besiyeri hacmi (ml)	Tekrar adedi	Besiyeri hacmi (ml)	Tekrar adedi
Pestisit miktarı (mg L ⁻¹)							
Kontrol	0	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Malathion	100	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Parathion-ethyl	100	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Terbufos	100	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Azinphos-methyl	100	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Trichlorfon	100	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Yùksek Pestisit Konsantrasyonu		<i>Chlorella vulgaris</i>		<i>Scenedesmus quadricauda</i>		<i>Cyclotella meneghiniana</i>	
		Besiyeri hacmi (ml)	Tekrar adedi	Besiyeri hacmi (ml)	Tekrar adedi	Besiyeri hacmi (ml)	Tekrar adedi
Pestisit miktarı (mg L ⁻¹)							
Kontrol	0	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Malathion	300	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Parathion-ethyl	300	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Terbufos	300	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Azinphos-methyl	300	100x3	3	100x3	3	100x3	3
Trichlorfon	300	100x3	3	100x3	3	100x3	3

Gùl ve çevresinde yaygın olarak kullanılan insektisitlerden seçilen 5 pestisit ile yapılmış olan deneyler iki farklı doz ve 3'er tekrar olacak şekilde tasarlanmıştır. Seçilen üç türün her biri için 36 adet 250 ml'lik erlen içinde 100'er ml'den 3600 ml besiyeri olacak şekilde toplamda 108 adet 250 ml'lik erlen ve 10800 ml kùltür ortamı bu deneyleri gerçekleştirmek için kullanılmıştır.

4.2.8. Kùltürlerin Kuru Ağırlık Tayini

Mikroorganizmalarda kuru madde tayini genellikle membran filtre ile yapılmakta olup çoğu kez sıvı besiyerinde üretilmiş kùltürlere uygulanır. Kuru madde tayini için cam elyaflı Whatman GF/C filtre kağıtları kullanılmıştır. Bu filtreleri hazırlamak amacıyla 0,22 µm gözenekli 0,47 mm çaplı GF/C membran filtre kağıdı üzerinden destile su geçirilmiştir. Daha sonra, bu filtre kağıtları 80 °C 'de 24 saat süre ile tutulmuştur. Desikatörde 6 saat süreyle soğutulduktan sonra, hassas terazide 0,1 mg hassasiyetle tartılmış ve yine desikatöre alınmıştır. Bu işlem filtre sabit ağırlığa gelinceye kadar tekrarlanmış ve filtreler desikatörde muhafaza edilmişlerdir. Bu şekilde

kuru ağırlığı belirlenmiş olan filtre kağıtları kuru madde tayininde kullanılabilir hale gelmişlerdir. Hücre yoğunluğuna bağlı olarak 10 ml hücre süspansiyonu filtreden geçirilmiştir. Daha sonra aynı filtre kağıdının üzerinden en az hücre süspansiyonu kadar destile su geçirilmiş ve filtre temiz ve kuru bir cam kap içinde 80 °C de 24 saat süre ile kurutulmuştur. Desikatörde soğutma amaçlı 6 saat tutulduktan sonra 0,1 mg hassaslık ile tartılmıştır. Buradan birim hacim materyal içindeki kuru madde miktarı mg L^{-1} olarak hesaplanmıştır (Lewis, 1993).

4.2.9. Spektrofotometrik Olarak Kültür Gelişiminin Ölçülmesi

Farklı türdeki alg kültürleri farklı nutrient ve ışık gereksinimlerine ihtiyaç duyarlar. Ancak genellikle mikroalgler fotosentez amaçlı olarak 400 ila 700 nm dalga boyları arasındaki doğal ışığı kullanırlar. Alglerin ışık gereksinimleri onların major pigmentleri olan klorofil moleküllerinden gelir. Ancak klorofil_a ve beta karoten alg türlerinin çoğunda yaygın olmasına rağmen Klorofil_a baskın olan pigmenttir (Hoek, 1995). Diğer pigmentler Klorofil c ve b, karotenoidler ve fikobilinler ışık varlığında oluşan ürünlerdir (Richmond, 2004). Yeşil alglerin sahip oldukları klorofil_a, klorofil_b ve β -kaortenden dolayı gelişimleri 500 ve 680 nm dalga boylarında takip edilebilir (Kommareddy ve Anderson, 2003).

Kültür gelişmesini takibi için en uygun dalga boyu 680 nm'dir. 680 nm absorbansı ile alg kültürlerinin kuru ağırlık konsantrasyonları ya da klorofil_a içerikleri arasında lineer bir ilişkinin olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle de yeşil alg biyokütlelerindeki artış spektrofotometrik veriler kullanılarak dolaylı olarak hesaplanabilmektedir. (Ma et al., 2002a, b).

Strain yaptığı çalışmalarda diatomlar, dinoflagellatlar ve kahverengi algler ile yaptığı pigmentasyon çalışmalarında 500 nm ve 750 nm'nin diatomlarda bulunan farklı pigmentleri açığa çıkarmak için en uygun dalga boyları olduğunu tespit etmiştir (Strain vd., 1944). Benzer şekilde Mitrovic vd., (2008) ve Roubeix vd. (2008) yaptığı çalışmalarda *Cyclotella* sp. için 750 nm dalga boyunu kullanmışken. Janssen vd., (2001), Neumüller vd., (2002), Purves and Orians, 1983 ve Ma vd., (2006) yaptığı benzer içerikli çalışmalarda aynı organizma ile yaptığı deneylerde 680 nm'yi tercih etmiştir.

Bu çalışma kapsamında seçilen *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda* ve *Cyclotella meneghiniana*'nın spektrofotometrik olarak gelişim oranlarının takip edilmesi için 500, 680 ve 750 nm dalga boylarının her üç tür içinde uygun olduğu söylenebilir. Bu amaçla ölçümlerde belirlenen bu 3 dalga boyu kullanılmıştır.

4.3. Çalışmada Kullanılan Pestisitler ve Genel Özellikleri

Bu çalışmada Gala Gölü ve çevresindeki sularda en yüksek miktarlarda bulunan pestisitlerden (İnsektisit) beş tanesi seçilmiş ve bunların algler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Su örneklerindeki pestisit konsantrasyonu TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde (MAM) Dioksin Laboratuvarında GC-NPD cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda hem sudaki pestisitler hem de bu pestisitlerin sudaki miktarları tespit edilerek aralarından en yüksek miktarlarda bulunanlar arasından 5 tanesi seçilmiştir. Bu İnsektisitler, Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon olarak belirlenmiştir. Kullanılan insektisitlerin Avrupa Birliği tehlike sembolleri Ek 1'de, Risk Kodları ise Ek 2'de verilmiştir.

4.3.1. Göl ve çevresinde tespit edilen pestisitlerden araştırma için seçilen pestisitler ve genel özellikleri

Deneylerde kullanılacak olan pestisitler Dr. Ehrenstorfer'den (Dr. Ehrenstorfer GmbH Bgm.-Schlosser-Str. 6 A 86199 Augsburg Germany) temin edilmiştir (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. Kullanılan Pestisitler, Dr.E hrenstorfer Katalog Numaraları ve Paket Miktarları.

<u>Pestisit Adı</u> :	<u>Katalog numarası</u> :	<u>Miktarı</u> :
Azinphos-methyl	C 10365000	0.25 g
Malathion	C 14710000	0.1 g
Parathion-ethyl	C 15880000	0.1 g
Terbufos	C 17270000	0.1 g
Trichlorfon	C 17680000	0.25 g

4.3.1.1. Azinphos-methyl

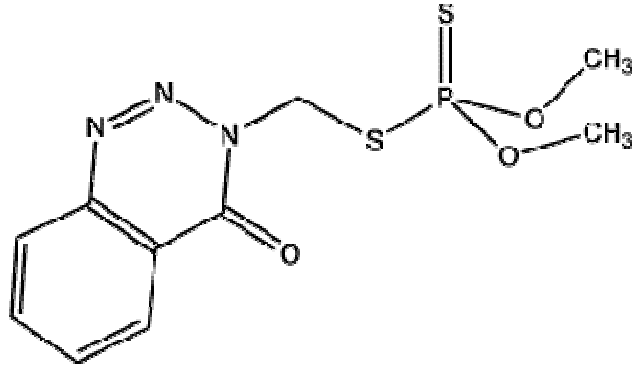
Azinphos-methyl, ya da kısa adı ile AZM, kabuklu meyvelerde, sebzelerde ve meyvelerde kullanılan genel bir organofosfat insektisittir. İlk olarak 1959 yılında kaydedilmiştir. Günümüzde yalnızca ekonomik olarak fayda sağlanacak ve de başka bir alternatifin olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. AZM oda sıcaklığında renksiz katı halde bulunan ve pek çok çözücüde kolaylıkla çözünebilir bir maddedir (EPA, 2006).

AZM geçmişte pek çok tarım ürünüde farklı etkilerle kullanılmıştır (EPA, 2006). Bazı ürünlerde insektisit büyük fayda sağlamış iken bazılarında etkisi az olmuştur. Günümüzde AZM kullanımının büyük kısmı iptal edilmiştir ve kullanımının bitki için büyük yarar getireceği ve de alternatifin olmadığı durumlarda kullanılmaktadır (EPA, 2006) (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. Azinphos-Methyl'in Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.

Kimyasal Adı:	Azinphos-methyl
CAS Numarası:	86-50-0
U.S. EPA PC Kodu:	058001
CA DPR Kimya Kodu:	314
Moleküler Ağırlık:	317.32
Kimyasal Formülü:	$C_{12}H_{16}N_3O_3PS_2$

Moleküler yapısı:



Kullanım Tipi	İnsektisit
Kimyasal Sınıfı:	Organofosforlu İnsektisit
Tehlike Sembolleri	 
Risk Kodları	R20; R43; R25

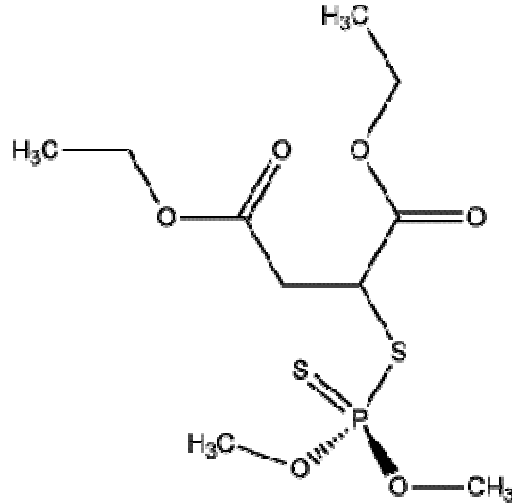
4.3.1.2. Malathion

Malathion sivrisinek erginlerine karşı yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. ABD Tarım Servisi bu kimyasalı pek çok kontrol programında kullanmaktadır. Diğer organofosfor bileşiklerle karşılaştırıldığında daha az toksisiteye sahip olması ve ortamda nispeten kısa süreli kalıyor olması malathion'un pek çok hükümetin kontrol programlarında yoğun bir şekilde kullanılmasına neden olmuştur (EPA, 1997). Malathionun toksik ya da inhibitör potansiyele sahip olması için okside olması gereklidir. Oksidasyon ya dış ortamda ya da kimyasal canlı vücuduna girdiği zaman meydana gelir (www. PesticideInfo.com) (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Malathion'un Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.

Kimyasal Adı:	Malathion
CAS Numarası:	121-75-5
U.S. EPA PC Kodu:	057701
CA DPR Kimya Kodu:	367
Moleküler Ağırlık:	330.4
Kimyasal Formülü:	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$

Moleküler yapısı:



Kullanım Tipi	İnsektisit
Kimyasal Sınıfı:	Organofosforlu İnsektisit
Tehlike Sembolleri	 Xn  N
Risk Kodları	R22;R50/53

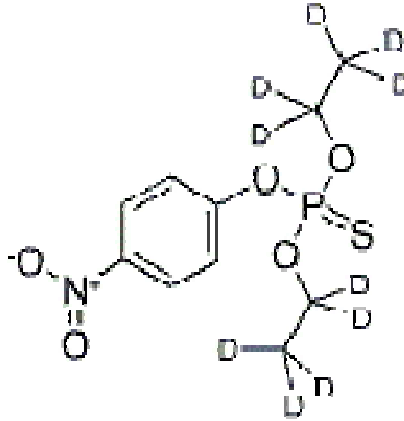
4.3.1.3. Parathion-ethyl

Ethyl parathion 1946 yılında geniş spektrumlu ve sistemik olmayan bir insektisit olarak formüle edilmiştir ve ticari olarak satılan ilk başarılı kimyasaldır. Kolinesteraz inhibitörü olarak etki etmektedir. Ethyl parathion kullanımda olan en toksik pestisitlerden birisidir. Ortamda nispeten orta süreli olarak kalmakta olup temel yıkım ürünlerinden birisi olan paraoxon kolinesteraz inhibitörü olarak çoğu kez çok daha fazla etkilidir. Ethyl parathion'un subletal dozların altında tehlikeli olduğu gösterilmiştir. Her ne kadar bu kimyasalın ABD'deki kullanımı 9 ürün ile sınırlandırılmış olsa da bu ürünlerin bölgesel onsantrasyonları ortamda yüksek miktarda insektisit birikmesine sebep olmaktadır. Ethyl parathion'un ortamda sürekliliği kuşlar ve diğer yaban hayvanlarına da tehlike oluşturmaktadır (Tablo 4.12.).

Tablo 4.12. Parathion-ethyl'in Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.

Kimyasal Adı:	Parathion-ethyl
CAS Numarası:	56-38-2
U.S. EPA PC Kodu:	057401
CA DPR Kimya Kodu:	00459
Moleküler Ağırlık:	301.32
Kimyasal Formülü:	$C_{10}H_{14}NO_5PS$

Moleküler yapısı:



Kullanım Tipi	İnsektisit
Kimyasal Sınıfı:	Organofosforlu İnsektisit
Tehlike Sembolleri	 T+  N
Risk Kodları	R24;R26/28;R48/25;R50/53

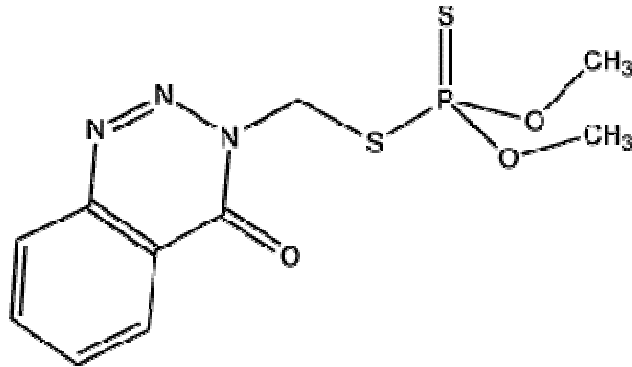
4.3.1.4. Terbufos

Mısır, şeker pancarı süpürge darısı üzerinde yaşayan zararlılarda kullanılır. Terbufos kuşlara, memelilere ve balıklara oldukça toksik etkilidir. Yıkım ürünleri de oldukça toksik olup ortamda çok daha uzun süre kalmaktadırlar. Terbufos ABD'deki balık ölümlerinin nedenleri arasında 4. sırada yer almaktadır. Terbufos ABD'de ve Kanada'da aralarında atmaca ve kartalların da bulunduğu kuş ölümlerine neden olmuştur. Terbufos canlı organizmaları yağ dokularında biyobirikim yapmaktadır (IREDS, www.epa.gov. 2006) (Tablo 4.13.).

Tablo 4.13. Terbufos'un Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.

Kimyasal Adı:	Terbufos
CAS Numarası:	13071-79-9
U.S. EPA PC Kodu:	105001
CA DPR Kimya Kodu:	2925
Moleküler Ağırlık:	288.45
Kimyasal Formülü:	C ₉ H ₂₁ O ₂ PS ₃

Moleküler yapısı:



Kullanım Tipi	İnsektisit
Kimyasal Sınıfı:	Organofosforlu İnsektisit
Tehlike Sembolleri	 T+  N
Risk Kodları	R27/28;R50/53

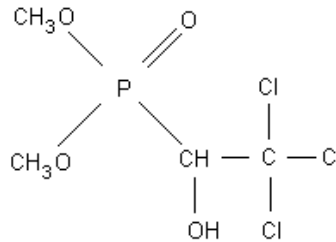
4.3.1.5. Trichlorfon

Trichlorfon 3 ila 27 gün arasında değişen yarılanma ömrü ile toprakta çok kolay yıkıma uğrar ve indirgenir, ve uygulamayı takip eden 1 ay sonrasında toprakta genelde ihmal edilebilecek kadar az düzeylerde pestisit kalır. Trichlorfon toprak partiküllerine kuvvetli bir biçimde bağlanmadığı için yer altı sularına sızması olasıdır. pH'sı 5,5'in altında olan sularda stabil durumda iken daha yüksek pH seviyelerinde Dichlorvos'a dönüşür. Her ne kadar yer altı sularına kolaylıkla karışabilse de çabuk bir şekilde buharlaştığı (çoğunlukla 2-3 saat içinde) için yer altı su kaynaklarına uzun süreli zararlar vermesi söz konusu değildir (EXTOXNET, 1996). Laboratuvar ortamında Trichlorfon pek çok sucul organizma için oldukça toksik özelliktedir (INCHEM, 1992) (Tablo 4.14.).

Tablo 4.14. Trichlorfon'un Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.

Kimyasal Adı:	Trichlorfon
CAS Numarası:	52-68-6
U.S. EPA PC Kodu:	200-149-3
CA DPR Kimya Kodu:	880
Moleküler Ağırlık:	257.44
Kimyasal Formülü:	$C_4H_8Cl_3O_4P$

Moleküler yapısı:



Kullanım Tipi	İnsektisit
Kimyasal Sınıfı:	Organofosforlu İnsektisit

Tehlike Sembolleri	Xn N
---------------------------	-------

Risk Kodları	R22;R43;R50/53
---------------------	----------------

4.4. Pestisit Analizleri.

Homojen ve eşit büyüme oranlarına sahip olması için büyük hacimlerde ön kültüre alınan ve düzenli olarak büyümesi takip edilen *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda* ve *Cyclotella meneghiniana* kültürleri, yeterli hücre sayısına ulaştığında ve hızlı büyüme safhasına geçtiği 15-21. günler arası 250 ml'lik erlenlerde steril şartlarda 100'er ml kültür paylaştırılmıştır. 1 kontrol ve 5 farklı pestisit olacak şekilde her 3 tür için toplamda 36 erlen İklim kabinindeki ışıklandırma sisteminden eşit şekilde yararlanacak biçimde yerleştirilmiştir ve deneyler yani pestisit konsantrasyonları uygulanmadan önce kültürlerin yeni ortamlarına uyum sağlanması ve büyüme oranlarının kontrolü için 24 saat beklenmiştir. Uyum ve deneyler süresinde kültürler sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez havalandırılarak kültürün çökmesi, topaklanması engellenmiş ve havalanması sağlanarak doğal ortam koşullarına yakın şartlar sağlanmaya çalışılmıştır.

Uyum ve İnhibisyon testleri boyunca yapılan işlemler:

Deneyler 0. saat, 12. saat, 24. saat, 48. saat, 72. saat ve 96. saat olmak üzere 3 farklı pestisit konsantrasyonu uygulanarak ISO 8692 ve OECD 201 standartlarına uygun olarak tamamlanmıştır. Deneyler için kültüre alınan alglerin hepsi için ayrı ayrı aşağıda belirtilen işlemler yapılmıştır.

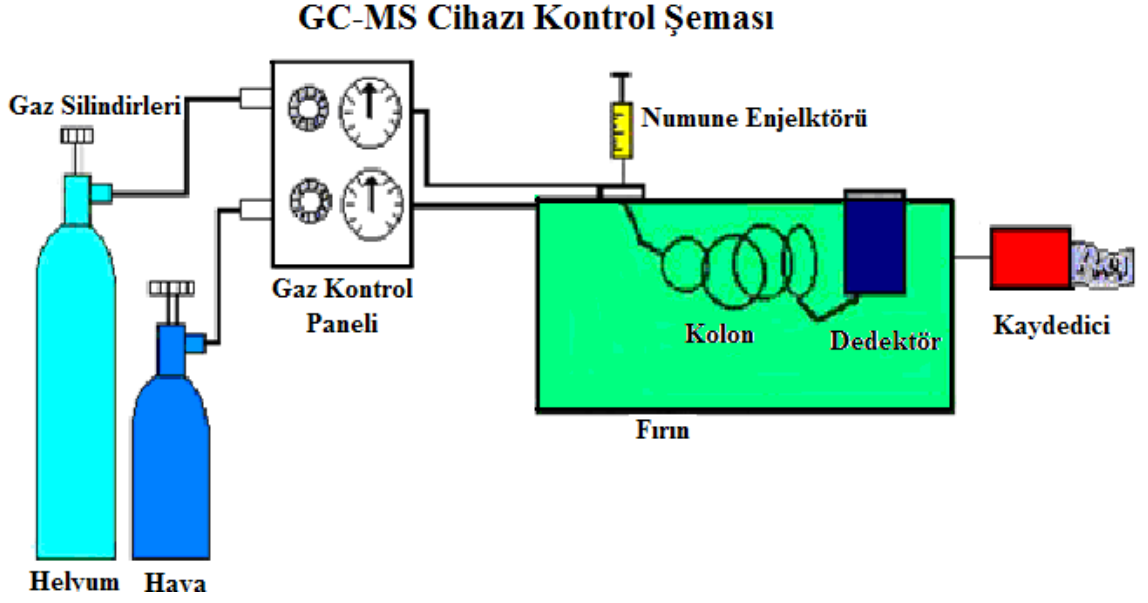
Deney başlangıcında, yani 0. Saat'te yukarıda belirtilen standartlardaki koşullara uygun olarak steril şartlarda her bir deney setinden 20 ml kültür örneği alınmıştır. İlk olarak spektral büyüme oranlarının bulunması için 500, 680 ve 750 nm'deki absorpsiyon değerleri ölçülmüştür. Bu işlemi takiben ortamın pH'sı ve Elektriksel İletkenliği ölçülmüştür. Daha sonra Neubauer lanımda 3 kez tekrar edilecek şekilde toplam 6 kez hücre sayımı yapılmıştır. Bu işlemlerden sonra 20 ml olarak alınan kültürün 10 ml'si 4,7 mm çaplı whatmann GF/C filtre kağıdından vakum pompası kullanılarak süzme seti ile süzümüştür. Geri kalan 10 ml'lik kültür de tekrar 4,7 mm çaplı whatmann GF/C filtre kağıdından süzümüştür. Süzülen ilk filtre kağıdı Klorofil_a analizi için derin dondurucuya kaldırılarak bir sonraki gün klorofil analizi yapılmıştır. Daha önceden kuru ağırlık hesaplamak için hazırlanan ikinci filtre kağıdı ise 10 ml'lik kültür süzıldıktan sonra etüve kaldırılarak 24 saat kurumması beklenmiş ve tekrar tartılarak kuru ağırlık

hesaplamasında kullanılmıştır. Süzme setinin Nuche hunisinde biriktirilen süzölmüş költür suyu 50 ml'lik propilen tüplerde toplanmıştır. Aynı ayı bu tüplerde toplanan süzöntüler pestisit analizleri yapılmaya kadar -85 °C'de derin dondurucuda muhafaza edilmişlerdir.

DeneYlerin 12. saat, 24. saat, 48. saat, 72. saat ve 96. saatinde de aynı işlemler tekrarlanmıştır.

4.4.1. Pestisit Birikim Miktarının GC/MS Cihazı Kullanılarak Ölçümü.

Uçucu organik bileşiklerin tespitinde oldukça yaygın olarak kullanılan GC (Gaz Kromatografisi), Çevre Mühendisliği alanında 1951 yılından itibaren gelişerek ve oldukça çok yönlü kullanımı olan bir teknolojidir. Kromatografi cihazları, bir sıvı ya da gaz karışımının bileşenlerinin oranlarını veya karışımındaki safsızlıkların miktarlarını ölçmek için tasarlanmış cihazlardır. Karışım, tutucu özelliği olan bir kolondan taşıyıcı gaz yardımıyla geçirilirken bileşenlerin tutucu kolon ile etkileşimlerinin farklı olması ayırımın gerçekleşmesine neden olur. GC/MS, GC (Gaz Kromatografi) ve MS (Kütle Spektrometresi) ünitelerinin birlikte çalıştırılarak yapı aydınlatması ve miktar tayininde kullanılan bir cihazdır. Cihaz GC ve GC/MS ünitesi olarak kullanılabilir. Bir GC-MS cihazı toplamda 6 ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar, taşıyıcı gazın basınç ayarını yapacak bir regölatör ve valf ünitesi, enjeksiyon sistemi, ayırma kolonu, detektör, detektörün içine konduğu ve sabit sıcaklığı sağlayan bölge ve bir kaydediciden oluşmaktadır (Şekil 4.6.).



Şekil 4.6. Genel Olarak Bir GC/MS (NPD dedektörlü) Cihazı ve Kısımaları.

Taşıyıcı gaz genelde Helyum, Hidrojen veya Azot olur. Belirli bir sıcaklıkta ve akım hızında karışımı kolon içinden süpürerek buharlaştırır. Numuneler kolona bozunmaya neden olmayacak kadar kısa sürede ve küçük hacimlerde (μL) enjekte edilerek aniden numune buharlaştırılarak gaz fazına dönüştürülür ve taşıyıcı gaz ile birlikte kolon içinde sürüklenir. Kolon boyunca kolon içinde ilk olarak adsorbe edilen madde sonradan gelen gaz ile tekrar desorbe edilir ve böylece kolonun değişik noktalarında ve değişik zamanlarda kolon içinde ortaya çıkan gazdaki kirletici parametresi bir detektör yardımı ile kaydedilir. Çıkışlar kaydedicide pik şeklinde grafiğe dökülür. Her bir pik bir kirletici parametreyi ifade etmektedir. Her bir pikin alanı kirletici konsantrasyonu değerini ifade etmektedir.

Kromatografi kolonları genelde cam veya metal tüplerden yapılmış olup, dolgu kolonlardır. Bu dolgu malzemeleri ya inert katı maddelerden veya silikon yağı ve polietilen glikol gibi sıvılardan oluşmaktadır. Ve boyları 1-10m arasında çapları ise 3-6mm arasında değişir. Sabit fazın sıvı olması durumunda; kolondan geçen gaz fazındaki kirleticilerden, sıvı içerisinde rahat çözünen maddelerin kolon boyunca hareketinin yavaş olduğu, sıvı ile daha az çözünen maddelerin ise kolon içindeki hareketinin daha hızlı olduğu gözlemlenir.

Uygun sabit faz, kolon türü ve boyunun seçimi ile birçok gaz fazındaki kirletici bileşiklerin ayrıştırılması kolay olmaktadır. Son zamanlarda en iyi sonuç veren kolon türlerinden biri de kapiler kolonlardır. Bunların çapları 0,2–0,4mm ve boyları ise 20-30m ye kadar çıkmaktadır. Kolonun iç kısmının duvarında katı bir malzeme vardır organik kirleticiyi ihtiva eden gaz, kolonun ortasından geçerken farklı zamanlarda kirletici kolonun farklı bölgelerinde ortaya çıkacaktır. Bu durumda 20 bileşik veya madde tespit edilebilmektedir. Özellikle kapiler kolonlar oldukça kompleks bileşiklerdeki çok sayıda kirletici parametrelerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Kolon boyunun uzun olması özellikle fiziksel karakteristikleri birbirine benzeyen parametrelerin birbirinden ayrıştırılmasında daha iyi sonuç vermektedir.

Kolonun ve numune sıcaklığının yeterli derecede olmasına dikkat edilmelidir. Çünkü genelde sıvı fazda püskürtülen karışımın uygun sıcaklıktaki hücre içerisinde tamamen gaz fazına geçmesi gerekmektedir. Bu amaçla hücredeki sıcaklığın, bileşiğin içinde bulunan bütün organik maddelerin buharlaşma derecesinden daha yüksek ısıda bir sıcaklığa sahip olması gerekmektedir. Çünkü Gaz kromatografisinde sadece gaz fazına dönüştürülmüş örneklerdeki kirleticiler tespit edilebilmektedir. Katı numunelerde analizlerin yapılması durumunda az miktarda katı numuneden alınır ve bir tüp içine yerleştirilir. Tüp, daha sonra GC içerisinde uygun ısıtma bölmesine yerleştirilir ve uygun elektrik akımı verilerek tüpün içindeki katı maddenin tamamen gaz fazına geçirilmesi sağlanır ve sonra tüpün ağzı açılarak buharlaşan gaz, taşıyıcı gazla kolon içine süpürülür (Kitson vd. 1996).

Örnek alımı ve analizlerin ölçümünde EPA8141 metodu kullanılmış ve ölçümler TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde (MAM) Dioksin Laboratuvarında bulunan Agilent Technologies Marka 6890N Model GC/MS cihazının Back Dedektörü (NPD) kullanılarak yapılmıştır. Taşıyıcı gazı Helyum olan Cihazın Fırın ısısı 275 °C olarak ayarlanmıştır. Cihazda 30 mt uzunluklu Retsek Marka 820821 Model Kolon kullanılmıştır (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. Agilent Technologies Marka 6890N Model GC/MS Cihazı

Gala Gölü'nden alınan su ve dipten alınan çamur örneklerinde pestisit (organofosfatlı) ölçümleri yapılmıştır. Göl suyundaki organofosfatlı pestisit miktarlarının belirlenmesi için, gölün çeşitli bölgelerinden 1'er litre su alınarak cam şişelerde laboratuara getirilmiştir. Örnek alımı ve analizlerin ölçümünde EPA8141 metodu kullanılmış ve ölçümler TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde (MAM) Dioksin Laboratuvarında GC-NPD cihazı kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlerde şu yöntem takip edilmiştir; Su örneklerinin diklorometan (DCM) ile sıvı-sıvı ekstraksiyonu yapılmış, daha sonra örnekler susuz Na_2SO_4 kolonundan geçirilmiş ve azot gazı (N_2) ile 0,1 ml' ye uçurularak Gaz Kromatografisi Azot-Fosfor Dedektörlü (GC-NPD) cihazında okunmak üzere hazır hale getirilmişlerdir. Çamurdaki organofosfatlı pestisit miktarlarının belirlenmesi için yine göl içinden çeşitli yerlerden 1'er litrelik kavanozlara Çamur örnekleri alınmıştır. Alınan çamur örnekleri Etüvde $105\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 24 saat kurutulmuş ve 10 gr'mı alınarak blenderdan geçirilerek homojenizasyonu sağlanmıştır. Daha sonra aseton/hekzan ile 4 saat boyunca Soxhlet ekstraktörü ile katı-sıvı ekstraksiyonu yapılmıştır. 4 saat sonunda örnekler aktif silika ve florosil kolonundan geçilmiş, kuruyuncaya kadar azot gazı (N_2) ile uçurulmuş ve son olarak 1 ml isooktan eklenerek Gaz Kromatografisi-Elektron Yakalayıcı Dedektör (GC-ECD) cihazında okunmak üzere hazır hale getirilmişlerdir.

4.5. İstatistiksel Analizler.

Deneylerde elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinde M.S. Excel 2003, Dunnet (EC₅₀ değerlerinin hesaplanmasında) ve S.P.S.S programları, tek yönlü ANOVA analizi, Student Newman Keul's Testi ve T Testi kullanılmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Gala Gölü'nden 2008-2009 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınan su örneklerinin fiziko-kimyasal analizleri sonucunda ortalama pH 8.39, Elektriki İletkenlik 2.16 ($\mu\text{mho/cm}$), Su sıcaklığı 17 ($^{\circ}\text{C}$), Klorofil-*a* 24.2 ($\mu\text{gr L}^{-1}$), Çözünmüş Oksijen 13.41 (mg L^{-1}), Derinlik 136 (cm), Bulanıklık 48 (cm), Mg 79.5 (mg L^{-1}), Ca 72.25 (mg L^{-1}), Sertlik 45.5, Nitrat azotu 2.04 (mg L^{-1}), Nitrit azotu 0.02 (mg L^{-1}), Fosfat 0.02 (mg L^{-1}), Sülfat 2.96 (mg L^{-1}) bulunmuştur (Tablo 5.1.).

Tablo 5.1. Çalışma Süresince Gala Gölünün Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Mevsimlere Göre Değişimi.

Parametreler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	ORTALAMA
pH	8,43	8,23	8,43	8,45	8,39
Elektriki İletkenlik ($\mu\text{mho cm}^{-1}$)	1,58	2,28	2,80	2,00	2,16
Sıcaklık $^{\circ}\text{C}$	17,30	26,63	16,97	7,65	17,14
Çözünmüş Oksijen (mg L^{-1})	16,17	12,37	14,67	10,45	13,41
Derinlik (cm)	145,47	141,37	125,23	131,50	136
Işık Geçirgenliği (cm)	50,83	71,90	36,23	31,25	48
Mg (mg L^{-1})	53,97	75,57	90,90	84,15	79,5
Ca (mg L^{-1})	87,90	54,97	78,67	68,60	72,25
Total sertlik (Fr°)	44,63	44,87	57,17	49,40	45,5
Nitrat azotu (mg L^{-1})	4,347	2,490	1,112	0,000	2,04
Nitrit azotu (mg L^{-1})	0,000	0,000	0,094	0,000	0,02
Sülfat (mg L^{-1})	3,20	3,10	3,56	1,32	2,96
Fosfat (mg L^{-1})	0,011	0,040	0,031	0,017	0,02

5.2. Göl Suyunda Tespit Edilen Alg Türleri

Göl Fitoplanktonunun incelenmesi sonucunda 7 Cyanophyta, 49 Chlorophyta, 11 Euglenophyta, 45 Bacillariophyta'ya ait olmak üzere toplam 112 takson tespit edilmiştir (Tablo 5.2.). Gala Gölü sığ bir göl olmasına rağmen etrafındaki sulama kanallarıyla ve Meriç Nehri ile sıkı ilişki içindedir. Bunun etkisiyle özellikle Tunca ve Meriç nehirlerinin baskın organizmaları olan Bacillariophyta grubunun özellikle

Centrales ordosuna ait olan ve genellikle akarsularda sık rastlanan *Cyclotella* sp. türleri Gala Gölü'nde de baskın konumdadır.

Tablo 5.2. Gala Gölü'nde Tespit Edilen Alg Türleri.

Divizyo: CYANOPHYTA

Sınıf: CYANOPHYCEAE

Ordo: Chroococcales

Familya: Chroococcaceae

Merismopedia sp.

Ordo: Hormogonales

Familya: Oscillatoriaceae

Oscillatoria sp.

O. limosa Agardh

O. articulata Agardh.

Familya: Nostocaceae

Anabaena sp.

Aphanizamenon sp.

Familya: Microcystaceae

Microcystis sp.

Divizyo: CHLOROPHYTA

Sınıf: CHLOROPHYCEAE

Ordo: Chlorellales

Familya: Chlorellaceae

Chlorella vulgaris Beijj.

C. luteoviridis Chod.

C. emersooii Shih&Krauss

Ordo: Chlorococcales

Familya: Chlorococcaceae

Golenkiniopsis longispina Kors.

Familya: Hydrodictyaceae

Pediastrum duplex Meyen

P. boryanum Meyen

P. tetras Rafl

P. simplex Meyen

Familya: Oocystaceae

Dictyosphaerium sp.

Lagerhemia genevensis Chod.

L. wratislaviensis Schörd

Oocystis sp.

O. parva West

Tetraedron minimum Hansg

T. triangulare Komm.

T. trigonum Hansg

T. regulare Kütz.

T. caudatum Hansg

Familya: Scenedesmaceae

Actinastrum hantzchii Lagerh.

Coelastrum astroideum Breb.

Crucigenia tetrapedia West

Crucigeniella saugeii Kom.

C. rectangularis Kom.

Scenedesmus quadricauda Chod.

S. acutus Meyen

S. acuminatus Meyen

S. sempervirens Chod

S. ecornis Chod
S. disciformis Fott
S. bicaudatus Dedus
S. alternans Meyen
Tetrastrum staugeniforme Lemm.
T. triangulare Komm
T. komarekii Hind
Tetrademus major Fott
T. wisconsinensis Smt

Familya: Sphaeropleaceae

Korshikoviella gracileps Silva

Ordo: Sphaeropleales

Familya: Ankistrodesmaceae

Closteriopsis longissima Lemm.
Monoraphidium contortum Kom.
M. arcuatum Hind.
M. griffithii Kom.
M. minutum Kom.

Familya: Neochloridaceae

Schroederia robusta Kors.

Ordo: Volvocales

Familya: Volvocaceae

Pandorina sp.

Ordo: Zygnematales

Familya: Zygnemataceae

Mougeotia capucina (Bory) Ag.

Ordo: Desmiales

Familya: Desmidiaceae

Cosmarium sp.

Familya: Closteriaceae

Closterium acutum Breb.
Closterium lunula (Müll.) Ralfs.
C. aciculare West

Divizyo: EUGLENOPHYTA

Smf: EUGLENOPHYCEAE

Ordo: Euglenales

Familya: Euglenaceae

Euglena sp.
E. polymorpha Dang.
E. limnophlia Lemm.
E. tuberculata Swir.
E. acus Ehrb.
E. elangata Schrew
Phacus sp.
P. helikoides Pochm.
P. curvicauda Stokes
P. tortus Skv.
Trachenomonas sp.

Divizyo: BACILLARIOPHYTA

Smf: BACILLARIOPHYCEAE

Ordo: Centrales

Familya: Thalassiosiraceae

Aulacoseira italica Sim.
Cyclotella sp.
C. meneghiniana Kütz.

Familya: Melosiraceae

Melosira varians Agardh

Ordo: Pennales

Familya: Fragilariaceae

Asterionella formosa Hass.
Diatoma gatum Ehr.
D. vulgare Bory
Fragilaria crotonensis Kitton
F. acus Kütz.
F. ulna Kg.

Familya: Achnanthaceae

Cocconeis placentula .Ehr.

Familya: Naviculaceae

Amphora ovalis Kütz.
Caloneis amphisbaena Cleve
Cymbella cystula Grun.
C. tumida Breb.
Gomphonema truncatum Ehr.
Gyrosigma sp.
G. macrum Griff&Henfr.
G. attenuatum Kütz.
G. acuminatum Rabh.
Navicula sp.
N. virudula Kütz.
N. capitata Kütz.
N. clausii Kütz.
N. cuspidata Kütz.
Neidium sp.
N. expansa Ehr.
Pinnularia sp.
P. viridis Ehr.
P. acuminata Smith
Rhoicosphenia curvata Grun

Familya: Epithemiaceae

Epithemia sorex Kütz.
E. turgida (Eh.) Brun

Familya: Bacillariaceae

Hantzschia amphioxys (Eh.) Grun.
Nitzschia acicularis Smith
N. amphibia Grun.
N. apiculata Greg.
N. palea Smith
N. sigmoideae Smith
N. hungarica Grun.
N. lorentinia Smith

Familya: Surirellaceae

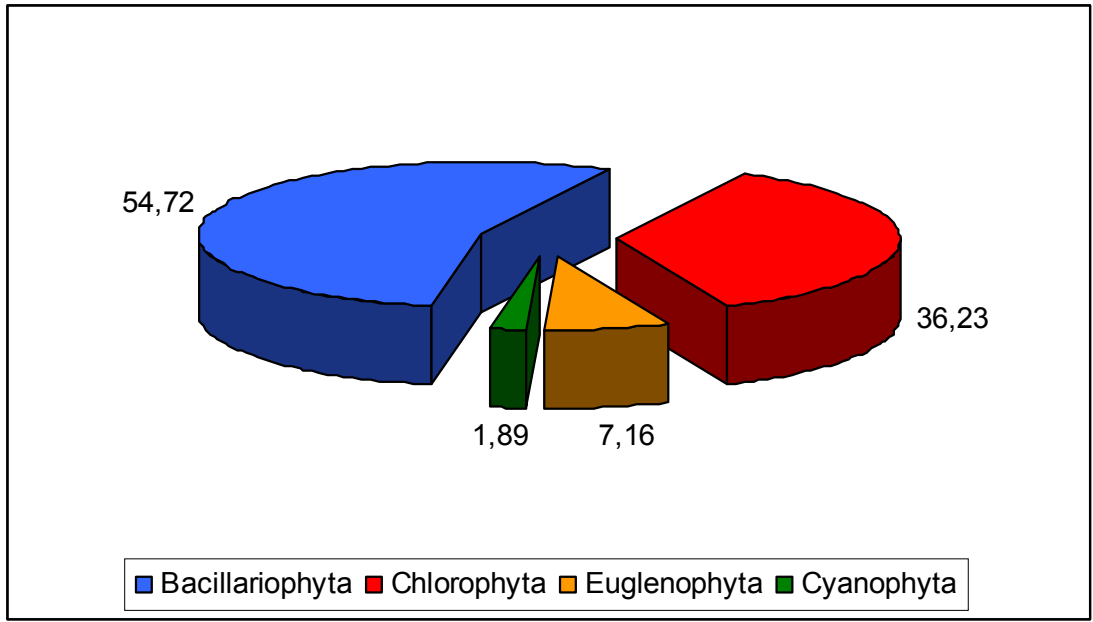
Cymatopleura eliptica Smith
C. solea Smith
Surirella robusta Ehr.
S. ovalis Breb.

Yapılan kantitatif analizde Gala Gölü'nde üç alg cinsinin baskın olduğu tespit edilmiş ve bu cinslere ait en çok bulunan 3 tür (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda* ve *Cyclotella meneghiniana*) test organizması olarak seçilmiştir (Tablo 5.3).

Tablo 5.3. Yapılan Çalışmlarda Gala Gölü'nde Tespit Edilen Fitoplankton Taksonlarının Litredeki Sayıları ve Göl Suyunda Bulunma Yüzdeleri.

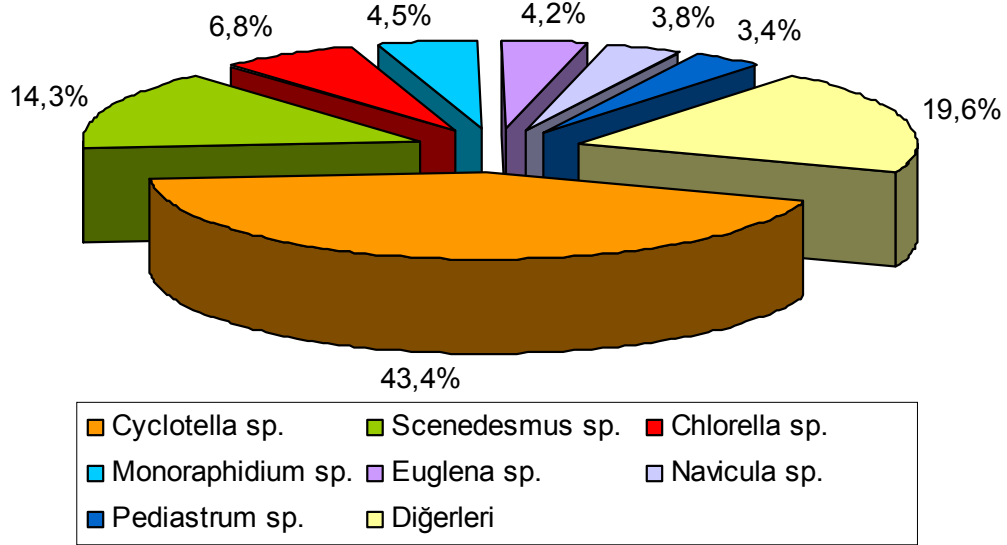
Cins Adı	Litredeki Organizma Sayısı (Org. L⁻¹)	Bolluk (%)
<i>Cyclotella</i> sp.	716042	43,40
<i>Scenedesmus</i> sp.	236605	14,34
<i>Chlorella</i> sp.	112076	6,79
<i>Monoraphidium</i> sp.	74717	4,53
<i>Euglena</i> sp.	68491	4,15
<i>Navicula</i> sp.	62265	3,77
<i>Pediastrum</i> sp.	56038	3,40
<i>Chlamydomonas</i> sp.	43585	2,64
<i>Synedra</i> sp.	37359	2,26
<i>Phacus</i> sp.	37359	2,26
<i>Anabaena</i> sp.	31132	1,89
<i>Tetraedron</i> sp.	31132	1,89
<i>Nitzchia</i> sp.	31132	1,89
<i>Oocystis</i> sp.	24906	1,51
<i>Cymatopleura</i> sp.	24906	1,51
<i>Epithemia</i> sp.	18679	1,13
<i>Tetrastrum</i> sp.	12453	0,75
<i>Trachelomonas</i> sp.	12453	0,75
<i>Coelastrum</i> sp.	6226	0,38
<i>Cymbella</i> sp.	6226	0,38
<i>Gyrosigma</i> sp.	6226	0,38
TOPLAM	1650010	100

Arazi çalışmaların sonunda yapılan analizlerde litredeki toplam fitoplankton sayısının gruplara göre dağılımına bakıldığında Toplam litredeki hücrede Bacillariophyta %54,72'lik bir bulunma sıklığı ile ilk sırada yer alırken bunu %36,23'lük bulunma oranıyla Chlorophyta, % 7,16'lık bir oranla Euglenophyta ve %1,89'luk bir oranla ise Cyanophyta takip etmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Gala Gölü'nde Tespit Edilen Taksonların Gruplara Göre Yüzde Olarak Dağılımı.

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda gölde tespit edilen alg türlerinin litredeki sayıları da hesaplanmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda göl suyunda litrede en çok hücreye sahip olan alg *Cyclotella* sp. (716042 hücre mL^{-1}) olup bunu sırasıyla *Scenedesmus* sp. (236605 hücre mL^{-1}), *Chlorella* sp. (112076 hücre mL^{-1}) ve *Monoraphidium* sp. (74717 hücre mL^{-1}) takip etmektedir. Bu alg türlerinin yüzde dağılımlarına bakıldığında ise *Cyclotella meneghiniana* %43,4 ile ilk sırada yer alırken bu organizmayı *Scenedesmus quadricauda* %14,3 ve *Chlorella vulgaris* %6,5'lik oranlarla takip etmektedirler. Bu 3 tür'ün göl suyunda baskın konumda olmasından dolayı yapılan bu araştırma için test organizması olarak seçilmişlerdir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Gala Gölünde Tespit Edilen Fitoplanktonik Alg Türlerinin Yüzde Dağılımları.

5.3. Akselik Alg Kültürlerinin Büyüme Oranları

Gelişmenin ölçülmesi için alg süspansiyonunun optik yoğunluğu 680 nm’de geçirgenliği olan bir fotoelektrik kolorimetre ile periyodik olarak tespit edilmiştir (Sorokin ve Krauss, 1958) (Ma, 2002). Yapılan çalışmada her üç alg çözeltisinde optik yoğunluk, hücre sayısı bakımından alg popülasyonunun birim çözelti hacmine olan oranı olarak hesaplanmıştır. Bunun için 250 ml’lik erlenlere 100 ml besiyeri olacak şekilde test kültürleri ekilmiş ve 60 günlük periyot boyunca her 5 günde bir 680 nm’de spektrofotometrik absorbansları okunarak mm^3 ’teki hücre sayıları hesaplanarak. Büyüme Oranları (BO), Günlük Bölünme (GB) ve Nesil Zamanları (NZ) hesaplanmıştır.

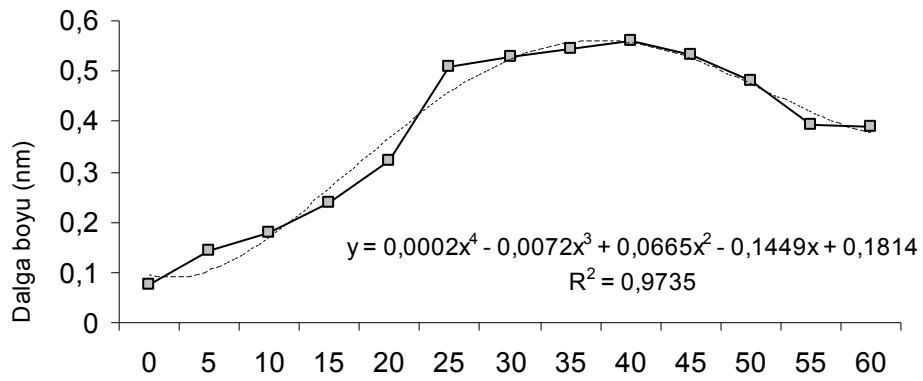
Büyüme oranlarının tespit edilmesi için yapılan çalışmalarda her üç alg türü içinde 3’er tekrar olacak şekilde yapılmıştır. Her üç alg türü için de Büyüme Oranları (B.O.), Günlük Bölünme (G.B.) ve Nesil Zamanları (N.Z.) 5 tekrar olacak şekilde 60 günlük ekim periyodu boyunca Mc Cormick vd. 1996’ya göre hesaplanmıştır.

5.3.1. *Chlorella vulgaris*'in büyüme oranları (BO), günlük bölünme (GB) ve nesil zamanları (NZ)

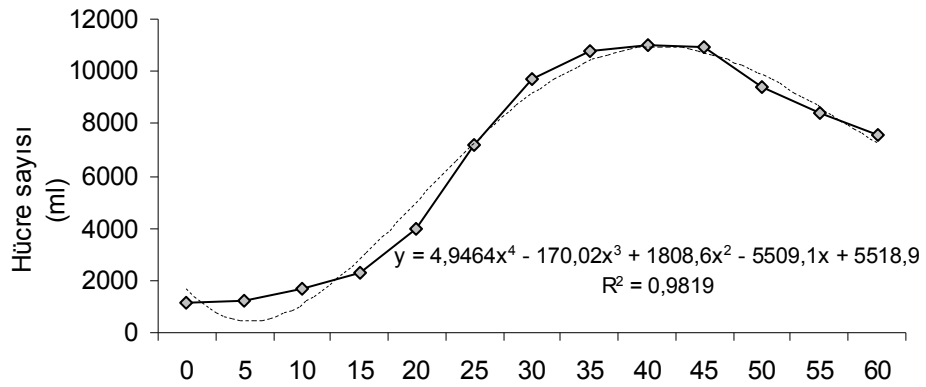
Fitoplanktonun karakteristik gelişme safhaları beş ayrı aşamada gerçekleşir: Uyum veya adaptasyon safhası, hızlı gelişme safhası, gelişmenin yavaşlama safhası, duraklama safhası ve çökme safhası bu çalışma için kullanılan alg kültürleri de benzer safhaları benzer oranlarda göstermişlerdir.

Chlorella sp. için yeni kültürlere ekimler bir önceki kültürün durgunluk safhasına geçtiği zamanlarda, yaklaşık 40-45 günler arasında yapılmıştır. Ekimler genellikle mm^3 'te 1000-1250 hücre arasına gelecek şekilde yapılmıştır. Spektrofotometrik olarak 680 nm dalga boyunda kültürler optik yoğunluğu ise 0.050-0.075 nm olacak şekilde ekimler yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda *Chlorella vulgaris*'in ekim yapıldıktan sonra ilk 15-20 gün arasında Uyum Safhasında kaldıkları görülmüştür. Yaklaşık 18-22. günler arasında gelişme hızlanmış ve 35-40. günlere kadar bu hızlı gelişim azalarak devam etmiştir. Ortamda bulunan hücre sayısının artması ve besiyerinde bulunan maddelerinde azalmasına bağlı olarak 40. günden sonra kültürün gelişimi azalmaya başlamıştır. 50. günden sonra ise kültürdeki ölü hücre sayısı hızlı bir şekilde artmaya başlamış ve kültürde topaklanma ve renk bozulmaları görülmüştür (Şekil 5.3 ve 5.4).

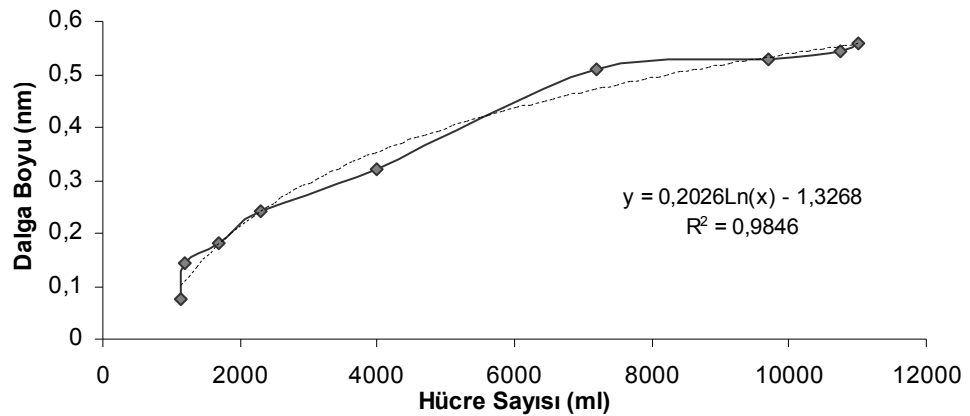


Şekil 5.3. *Chlorella vulgaris*'in 680 nm Dalga Boyundaki 60 Günlük Gelişimi.



Şekil 5.4. *Chlorella vulgaris*'in Hücre Sayısının 60 Günlük Gelişimi.

Yapılan ön denemeler sonucunda *Chlorella vulgaris*'in kültür gelişiminin 680 nm dalga boyundaki gelişiminin hücre sayısının artışı ile arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Aradaki bu ilişkinin R^2 değeri 0.98 olarak bulunmuştur (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. *Chlorella vulgaris*'in 680 nm'deki Absorbansın Hücre Sayısına Göre Değişimi.

Chlorella vulgaris için 100 ml'lik yeni besiyerine yapılan yeni kültür ekimi 5 gün süresince uyum safhasına bırakılmıştır. Bu ilk 5 gün içindeki gelişim için herhangi bir hesaplama yapılmamıştır. Bu süre içinde kültürün yeni besiyerine adaptasyonunun gerçekleşmesi beklenmiştir. Bu ilk 5 günlük süre kültürün gelişiminde dikkate alınmamıştır. İlk 5. günün sonunda kültürün büyüme oranı 2.302 ve günlük bölünme zamanı 0.301 gün olarak belirlenmiştir. 25. günde büyüme oranı 6.461 ve günlük bölünme zamanı 0.107 gün olarak hesaplanmıştır. 25. günden itibaren kültür gelişimi,

hücre sayısının hızlı artmasına bağlı olarak ortamdaki besleyici elementlerin kültür ortamında azalmasına bağlı olarak azalmaya başlamıştır. Elde edilen bu verilere dayanarak *Chlorella vulgaris* için en uygun deney zamanı 20-25. günler arası olarak belirlenmiştir.

Chlorella vulgaris için 60 günlük ekim periyodu boyunca hesaplanan Büyüme Oranları (B.O.), Günlük Bölünme (G.B.) ve Nesil Zamanları (N.Z.) Tablo 5.4'te gösterilmiştir.

Tablo 5.4. *Chlorella vulgaris* İçin 60 Günlük Ekim Periyodu Boyunca Hesaplanan Büyüme Oranları, Günlük Bölünme ve Nesil Zamanları.

Gün	K ¹	Div. day ⁻¹	Gen ' t Gün
0	0	0	0
5	2,302	3,322	0,301
10	4,605	6,645	0,151
15	4,787	6,908	0,145
20	5,828	8,410	0,119
25	6,461	9,323	0,107
30	6,214	8,967	0,112
35	5,347	7,716	0,130
40	3,912	5,645	0,177

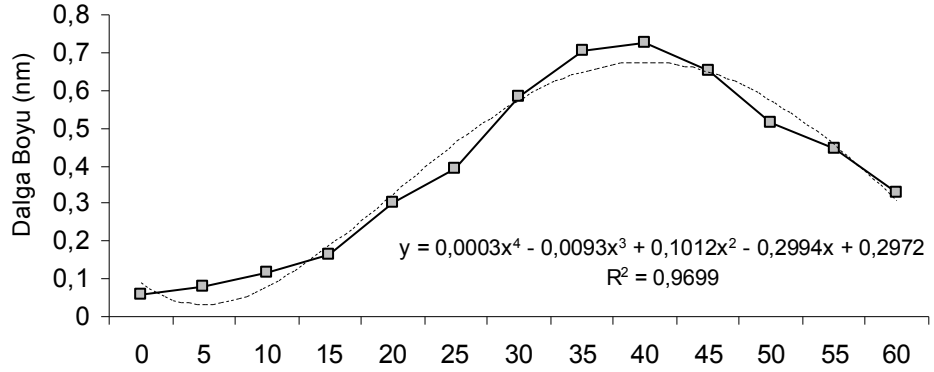
* K¹: Büyüme Oranı, Div. Day⁻¹: Günlük Bölünme, Gen ' t: Nesil zamanı,

5.3.2. *Scenedesmus quadricauda*'nın büyüme oranları (B.O.), günlük bölünme (G.B.) ve nesil zamanları (N.Z.)

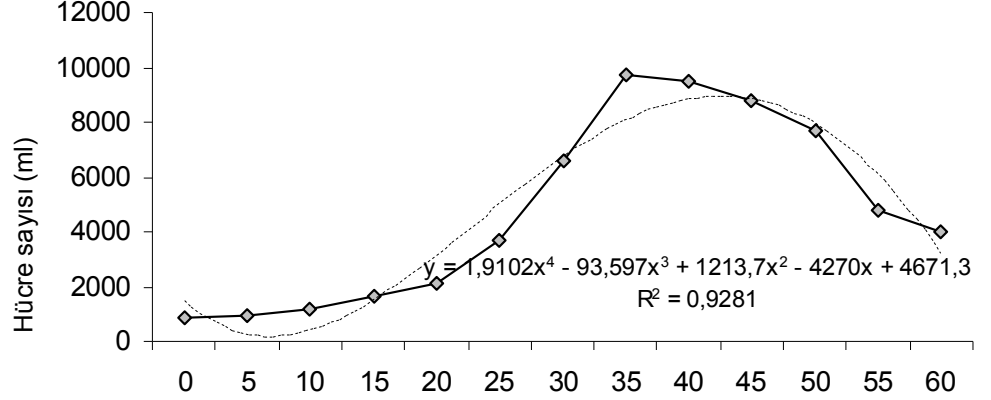
Scenedesmus quadricauda için yeni kültürlere ekimler bir önceki kültürün durgunluk safhasına geçtiği zamanlarda, *Chlorella*'dan yaklaşık 8-10 gün önce yaklaşık 35-40 günler arasında yapılmıştır. Ekimler genellikle mm³'te 1000 hücre civarında olacak şekilde ayarlanmaya çalışılmıştır. Spektrofotometrik olarak 680 nm dalga boyunda kültürler optik yoğunluğu ise 0.080-0.100 nm olacak şekilde ekimler yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda *Scenedesmus quadricauda*'nın kültürünün ekim yapıldıktan sonra ilk 15 gün civarında yeni kültür ortamına adapte olması gerekmiş yani

Uyum Safhasında kaldıkları görülmüştür. Yaklaşık 20. günden itibaren gelişme hızlanmış ve 35. güne kadar bu hızlı gelişim azalarak devam etmiştir. Ortamda bulunan hücre sayısının artması ve besiyerinde bulunan maddelerinde azalmasına bağlı olarak 40. günden sonra kültürün gelişimi *Chlorella*'ya oranla daha hızlı bir şekilde azalmaya başlamıştır. 50. günden sonra ise kültürdeki ölü hücre sayısı hızlı bir şekilde artmaya başlamış ve kültürde topaklanma ve renk bozulmaları görülmüştür (Şekil 5.6 ve 5.7).

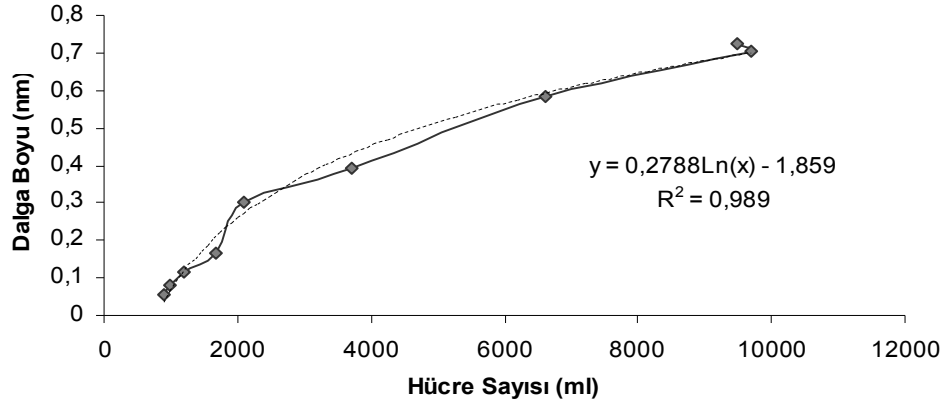


Şekil 5.6. *Scenedesmus quadricauda*'nın 680 nm Dalga Boyundaki 60 Günlük Gelişimi.



Şekil 5.7. *Scenedesmus quadricauda*'nın Hücre Sayısının 60 Günlük Gelişimi.

Yapılan ön denemeler sonucunda *Scenedesmus quadricauda*'nın kültür gelişiminin 680 nm dalga boyundaki gelişiminin hücre sayısının artışı ile ilişkisi arasında %99 oranında tespit edilen bir doğru orantı vardır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. *Scenedesmus quadricauda*'nın 680 nm'deki Absorbansın Hücre Sayısına Göre Değişimi.

Scenedesmus quadricauda için 100 ml'lik yeni besiyerine yapılan yeni kültür ekimi 5 gün süresince uyum safhasına bırakılmıştır. İlk 5 gün süresince sayım yapılmamıştır. Bu süre içinde kültürün yeni besiyerine adaptasyonunun gerçekleşmesi beklenmiştir. Bu ilk 5 günlük süre kültürün gelişiminde dikkate alınmamıştır. İlk 5. günün sonunda kültürün büyüme oranı 2.772 ve günlük bölünme zamanı 0.250 gün olarak belirlenmiştir. 25. günde büyüme oranı 5.768, günlük bölünme zamanı 0.120 ve nesil zamanı 172 dakika olarak hesaplanmıştır. 25. günden itibaren 35. güne kadar kültür ortamındaki hücre sayısındaki artış yavaşlamış 35. günden itibaren ise kültürler de hızlı bir azalma gözlenmiştir. Elde edilen bu verilere dayanarak *Scenedesmus quadricauda* için en uygun deney zamanı 20-25. günler arası olarak belirlenmiştir.

Scenedesmus quadricauda için 60 günlük ekim periyodu boyunca hesaplanan Büyüme Oranları (B.O.), Günlük Bölünme (G.B.) ve Nesil Zamanları (N.Z.) Tablo 5.5'te gösterilmiştir.

Tablo 5.5. *Scenedesmus quadricauda* İçin 60 Günlük Ekim Periyodu Boyunca Hesaplanan Büyüme Oranları, Günlük Bölünme ve Nesil Zamanları.

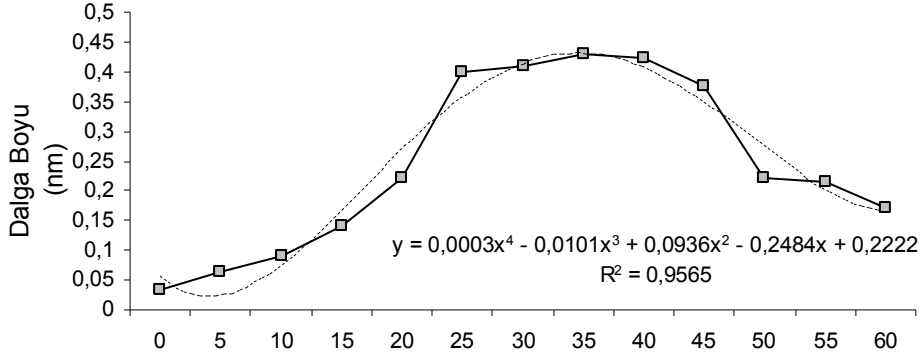
Gün	K ¹	Div. day ⁻¹	Gen ' t Gün
0	0	0	0
5	2,772	4,000	0,250
10	3,784	5,460	0,183
15	4,564	6,586	0,152
20	4,43	6,392	0,157
25	5,768	8,323	0,120
30	6,363	8,182	0,129
35	6,429	8,277	0,128

* K¹: Büyüme Oranı, Div. Day⁻¹: Günlük Bölünme, Gen ' t: Nesil zamanı,

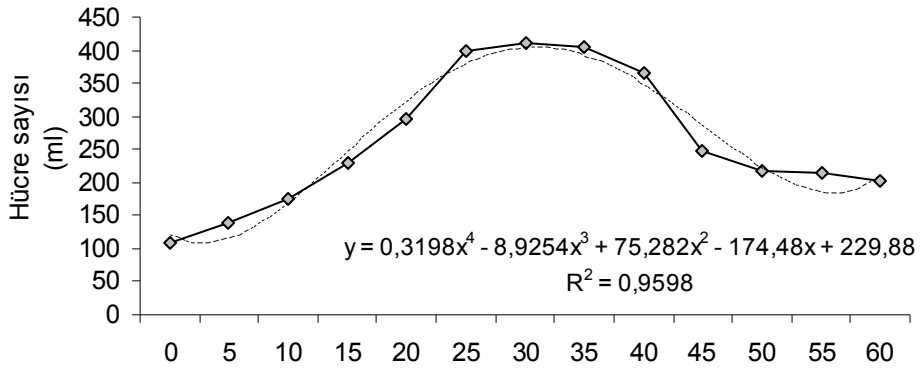
5.3.3. *Cyclotella meneghiniana*'nın büyüme oranları (B.O.), günlük bölünme (G.B.) ve nesil zamanları (N.Z.)

Cyclotella sp. için yeni kültürlere ekimler diğer türlerde olduğu gibi bir önceki kültürün durgunluk safhasına geçtiği zamanlarda yapılmıştır. Yaklaşık 25-30. günler arasında yeni kültürlere ekimler yapılarak büyüme oranları çalışmaları yapılmıştır. *Cyclotella* sp. için ekimler genellikle mm³'te 100-150 hücre arasına gelecek şekilde yapılmıştır. Spektrofotometrik olarak 680 nm dalga boyunda kültürler optik yoğunluğu ise 0.03-0.04 nm olacak şekilde ekimler yapılmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda *Cyclotella meneghiniana*'nın ekim yapıldıktan sonra diğer türlerden farklı olarak uyum safhasının nispeten kısa sürdüğü gözlenmiştir. 15 ile 20. günler arasında gelişme hızlanmış ve 25-30. günlere kadar bu hızlı gelişim azalarak devam etmiştir. Ortamda bulunan hücre sayısının artması ve besiyerinde bulunan maddelerinde azalmasına bağlı olarak 30. günden sonra kültürün gelişimi hızlı bir şekilde azalmaya başlamıştır. 50. günden sonra ise kültürdeki ölü hücre sayısı hızlı bir şekilde artmaya başlamış ve kültürde renk kaybı hızlanmıştır. (Şekil 5.9 ve 5.10).

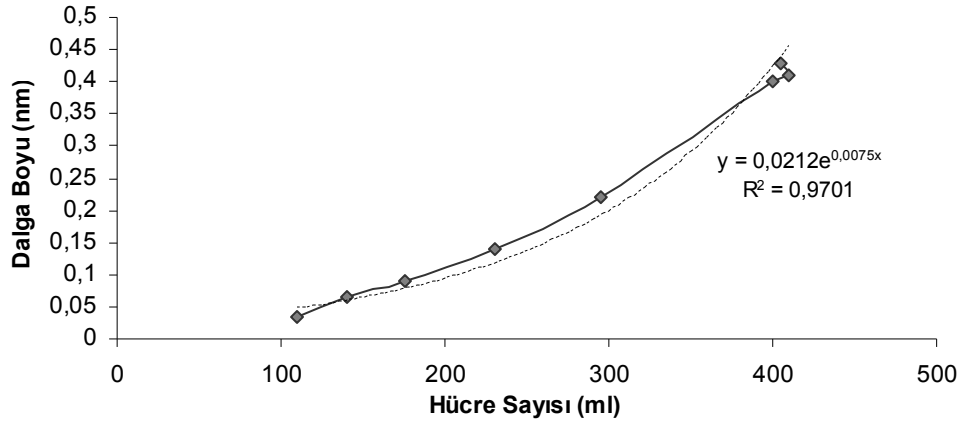


Şekil 5.9. *Cyclotella meneghiniana*'nın 680 nm Dalga Boyundaki 60 Günlük Gelişimi.



Şekil 5.10. *Cyclotella meneghiniana* Hücre Sayısının 60 Günlük Gelişimi.

Yapılan ön denemeler sonucunda *Cyclotella meneghiniana*'nın kültür gelişiminin 680 nm dalga boyundaki gelişiminin hücre sayısının artışı ile ilişkisinin R^2 değeri 0.97 olarak bulunmuştur (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. *Cyclotella meneghiniana*'nın 680 nm'deki Absorbansın Hücre Sayısına Göre Değişimi.

Cyclotella meneghiniana için 100 ml'lik yeni besiyerine yapılan yeni kültür ekimi 5 gün süresince uyum safhasına bırakılmıştır. Bu ilk 5 gün içindeki gelişim için herhangi bir hesaplama yapılmamıştır. Bu süre içinde kültürün yeni besiyerine adaptasyonunun gerçekleşmesi beklenmiştir. Bu ilk 5 günlük süre kültürün gelişiminde dikkate alınmamıştır. İlk 5. günün sonunda kültürün büyüme oranı 1.719, günlük bölünme zamanı 0.387 ve nesil zamanı 558 dakika olarak belirlenmiştir. 25. günde büyüme oranı 3.044, günlük bölünme zamanı 0.228 ve nesil zamanı 328 dakika olarak hesaplanmıştır. 30. günden itibaren kültür gelişimi, hücre sayısının hızlı artmasına bağlı olarak ortamdaki besleyici elementlerin kültür ortamında azalmasına bağlı olarak azalmaya başlamıştır. Elde edilen bu verilere dayanarak *Cyclotella meneghiniana* için en uygun deney zamanı 20-25. günler arası olarak belirlenmiştir.

Cyclotella meneghiniana için 60 günlük ekim periyodu boyunca hesaplanan Büyüme Oranları (B.O.), Günlük Bölünme (G.B.) ve Nesil Zamanları (N.Z.) Tablo 5.6'da gösterilmiştir.

Tablo 5.6. *Cyclotella meneghiniana* İçin 60 Günlük Ekim Periyodu Boyunca Hesaplanan Büyüme Oranları, Günlük Bölünme ve Nesil Zamanları.

Gün	K ¹	Div. day ⁻¹	Gen ' t / Gün
	0	0	0
5	1,791	2,584	0,387
10	1,945	2,807	0,357
15	2,397	3,459	0,289
20	2,564	3,700	0,271
25	3,044	4,392	0,228
30	0,693	1,000	1,001

* K¹: Büyüme Oranı, Div. Day⁻¹: Günlük Bölünme, Gen ' t: Nesil zamanı,

5.4. Göl Suyunda Bulunan Pestisitlerin Dağılımı

TÜBİTAK-MAM Laboratuvarlarında yapılan analizler sonucunda Gala Gölü'nde tespit edilen pestisitler ve bu pestisitlerin sudaki miktarları ppb (Milyarda bir) olarak hesaplanmıştır. Göl suyunda sürekli olarak bulunan pestisitlerden 5 tanesi Azinphos-methyl, Malathion, Parathion-ethyl, Terbufos ve Trichlorfon aldı pestisitler araştırma için seçilmiştir. Gölün dip kısmının milli balçık olmasından dolayı çamurunda herhangi bir pestisit tespit edilememiştir (Tablo 5.7.).

Tablo 5.7. Gölde Araştırma Süresince Gölde Tespit Edilen Organofosforlu Pestisit Türleri ve Miktarları.

GC/MS'te Ölçülen Pestisitler	Çeltik Ekiminden Önce		Çeltik Ekiminden 15 Gün Sonra		Çeltik Ekiminden 45 Gün Sonra	
	Gala 1	Gala 2	Gala 1	Gala 2	Gala 1	Gala 2
Tetrachlorvinphos	2,9	2,6	2,7	2,1	6,7	6,8
Guthion (A.Z.M.)	44,9	27,4	40,4	16,7	89,9	75,6
Ethroprop						
Parathion-ethyl	1,8	2,1	1,6	1,9	6,8	8,9
Demeton-O		4,9				
Naled						
Phorate						
Fensulfothion						
TEPP		6,0		6,7	9,8	12,4
Mevinphos						
Fenthion						
Merphos						
Tokuthion						
Bolstar						
Coumaphos						
Azinphos-ethyl	2,3	3,1	1,9	0,8	6,6	7,8
Trichloronate						
Chlorpyrifos						
Demeton-S		2,8	1,2	2,4	5,1	4,7
Diazinon	2,0	1,9	2	1,4	3,9	3,4
Disulfoton	3,4	3,2	3,2	3,1	6,5	6,2
Dichlorvos	2,2	2,0	1,9	1,5	5,2	3,4
Monochrotophos		0,3	0	0	0	0
Trichlorfon	6,8	8,4	6,2	8,1	18,7	16,4
Fonofos						
Crotoxyphos						
Phosphamidon						
Chlorpyrifos-methyl						
Malathion		0,4		0,8	1,2	1,6
Fenitrothion						
Terbufos	7,4	6,5	5,8	4,7	12,9	13,4
Parathion-ethyl						
Chlorfenvinphos						
Dichrotophos						

* Ölçümler ppb olarak verilmiştir.

5.5. Pestisit Birikim Deneyleri

Yapılan bu çalışmada Gala gölü'nde tespit edilen 5 farklı İnsektisit'in gölde baskın durumda bulunan ve çalışma için seçilen üç alg türü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Her alg türü için ayrı ayrı yapılan bu deneyler için Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon olarak belirlenen 5 farklı pestisit ve kontrol grubu olmak üzere 6 set kurulmuştur. Her deney 3'er tekrar olacak şekilde hazırlanmıştır.

Daha önce yapılan inhibisyon testlerine dayanarak bu alglerin gelişmelerini %50 oranında azaltan en düşük konsantrasyon "Düşük Pestisit Konsantrasyonu", gelişimi yavaşlatan en yüksek konsantrasyon ise "Yüksek Pestisit konsantrasyonu" olarak belirlenmiştir. Deneyler "0 mg L⁻¹" yani hiç pestisit içermeyen kültürler, 100 mg L⁻¹'lik Düşük Pestisit Konsantrasyonu ve 300 mgL⁻¹'lik Yüksek Pestisit Konsantrasyonu olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda 3 tekrar halinde 96 saat boyunca (0. saat, 12. saat, 24. saat, 48. saat, 72. saat ve 96. saat olmak üzere) aynı anda başlayacak ve bitecek şekilde Trakya Üniversitesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı Araştırma Laboratuvarında bulunan Teknosem Marka İklimlendirme Kabininde önceden hazırlanmış şartlarda Standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

5.5.1. Düşük konsantrasyon deneyleri (100 mgL⁻¹)

Yeterli hücre sayısına ulaşan büyük hacimdeki ana stoktan 250 ml'lik erlenlere 100 kültür ortamı olacak şekilde alt kültürlerle ayrılan *Chlorella vulgaris* kültürleri deney öncesinde 1 gün uyum sürecinde bırakılmışlardır. Daha sonra 3 adet erlen Malathion, 3 adet erlen Azinphos-metil, 3 adet erlen Parathion-etil, 3 adet erlen Terbufos, 3 adet erlen Trichlorfon ve 3 adet erlen Kontrol olmak üzere şekilde her bir erlen içinde Litrede 100 mgL⁻¹ olacak şekilde steril şartlarda hazırlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan deney setinde 96 saat boyunca önceden belirlenen analizler yapılmıştır.

***Chlorella vulgaris*:**

Chlorella vulgaris üzerinde, Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon'un 100 mgL⁻¹ pestisit konsantrasyonunda istatistiksel olarak değerlendirmeye alınan özelliklerinden Klorofil_a, mm³'teki canlı hücre sayısı ve 680 nm dalga boyunda vermiş olduğu absorbands değerlerinin ortalamaları ve Standart Sapmaları Tablo 5,8'de gösterilmiştir.

Tablo 5.8. Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122
680 nm	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16
Sayım (mm ³ Hücre)	3695 ± 165	3695 ± 165	3695 ± 165	3695 ± 165	3695 ± 165	3695 ± 165
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	2068,8 ± 120	2086,8 ± 135	2131,2 ± 104	2175,6 ± 128	2131,2 ± 122	2353,2 ± 171
680 nm	0,309 ± 18	0,304 ± 20	0,305 ± 18	0,306 ± 15	0,305 ± 12	0,294 ± 16
Sayım (mm ³ Hücre)	3350 ± 206	3350 ± 157	3330 ± 273	3280 ± 148	3205 ± 97	3840 ± 165
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	2397,6 ± 149	2175,6 ± 173	2175,6 ± 143	2131,4 ± 129	2841,6 ± 130	2131,2 ± 184
680 nm	0,363 ± 16	0,346 ± 20	0,338 ± 28	0,349 ± 21	0,33 ± 17	0,354 ± 14
Sayım (mm ³ Hücre)	3255 ± 191	2890 ± 119	2680 ± 148	3010 ± 221	3313 ± 107	2690 ± 160
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	2930,4 ± 123	1998 ± 120	1998 ± 129	1687,4 ± 93	2042,4 ± 91	2175,6 ± 187
680 nm	0,394 ± 16	0,365 ± 20	0,354 ± 30	0,36 ± 17	0,362 ± 11	0,339 ± 12
Sayım (mm ³ Hücre)	3985 ± 114	2995 ± 119	2905 ± 128	3000 ± 100	3045 ± 232	2555 ± 85
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	3627 ± 231	2243,2 ± 150	2287,6 ± 134	2420,8 ± 167	2376,4 ± 147	2376,4 ± 130
680 nm	0,68 ± 16	0,52 ± 12	0,468 ± 16	0,519 ± 17	0,483 ± 14	0,455 ± 18
Sayım (mm ³ Hücre)	4655 ± 125	3625 ± 139	3720 ± 179	4290 ± 201	4140 ± 156	2930 ± 140
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	4750,8 ± 154	3285,6 ± 149	2752,8 ± 111	2575,2 ± 128	2664 ± 173	2619,6 ± 117
680 nm	0,837 ± 16	0,704 ± 13	0,662 ± 14	0,679 ± 14	0,6 ± 13	0,565 ± 12
Sayım (mm ³ Hücre)	5670 ± 78	4750 ± 132	4735 ± 70	4110 ± 143	2855 ± 148	2750 ± 146

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Deney süresince ölçülen diğer parametrelerin (pH, Kuru Ağırlık, 500 ve 750 nm'deki absorbands) 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özellikleri Tablo 5.9'da gösterilmiştir. Deney başlangıcında 6,9 olarak ayarlanan pH, 96 saat sonunda tüm deney setlerinde yükselmiştir. Bunun yanı sıra ölçülen kuru ağırlık miktarları da benzer olarak bütün deney setlerinde yükselmiştir.

Tablo 5.9. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
500 nm	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
750 nm	0,328	0,328	0,328	0,328	0,328	0,328
pH	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
500 nm	0,322	0,314	0,328	0,33	0,323	0,326
750 nm	0,304	0,29	0,292	0,292	0,288	0,28
pH	6,9	6,88	6,86	6,85	6,85	6,81
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,12	0,1	0,16	0,09	0,09	0,07
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
500 nm	0,377	0,363	0,352	0,359	0,354	0,37
750 nm	0,361	0,323	0,33	0,336	0,333	0,327
pH	6,93	6,9	6,91	6,91	6,9	6,86
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,16	0,13	0,11	0,13	0,15	0,1
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
500 nm	0,4	0,362	0,351	0,367	0,369	0,342
750 nm	0,382	0,347	0,344	0,344	0,357	0,331
pH	6,92	6,91	6,9	6,9	6,89	6,66
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,21	0,15	0,13	0,17	0,14	0,17
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
500 nm	0,712	0,56	0,498	0,565	0,517	0,506
750 nm	0,619	0,486	0,458	0,49	0,467	0,44
pH	7,12	7,11	7,06	7,05	7,03	6,87
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,24	0,21	0,19	0,2	0,17	0,18
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
500 nm	0,953	0,791	0,759	0,774	0,687	0,662
750 nm	0,74	0,637	0,613	0,622	0,562	0,512
pH	8,83	8,77	8,67	8,61	8,09	7,58
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,28	0,3	0,28	0,22	0,19	0,18

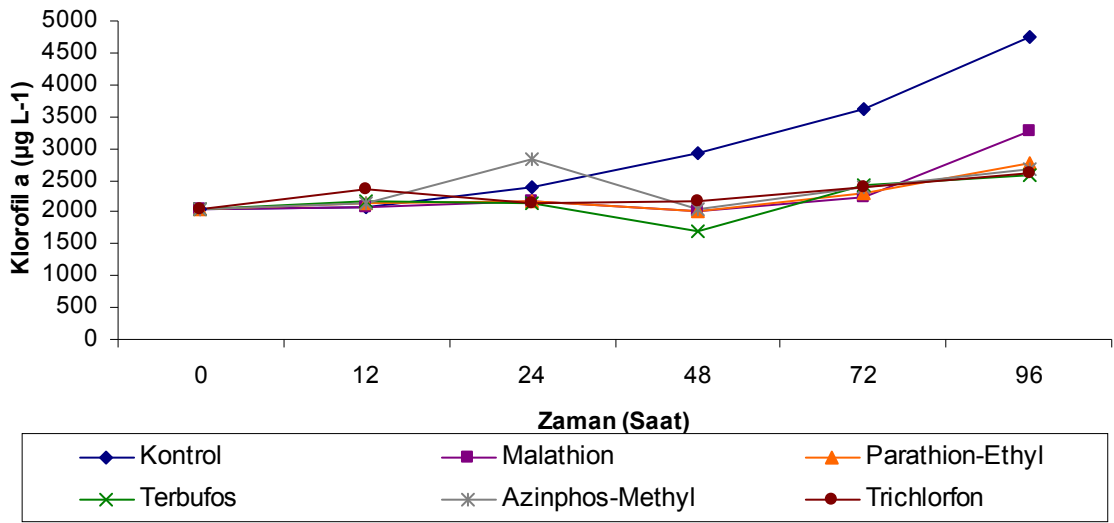
*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

İnhibisyon deneylerinin başında kontrol gruplarında ortalama 3255 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olan Klorofil_a miktarı 96. saatin sonunda kontrol gruplarında ortalama 5670 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. Pestisitle muamele edilmiş diğer deney gruplarında ise 96 saat sonunda klorofil_a miktarı en yüksek Malathionda ($3285.6 \mu\text{g L}^{-1}$), en düşük ise Terbufos ($2575.2 \mu\text{g L}^{-1}$)'ta bulunmuştur (Şekil 5.12a).

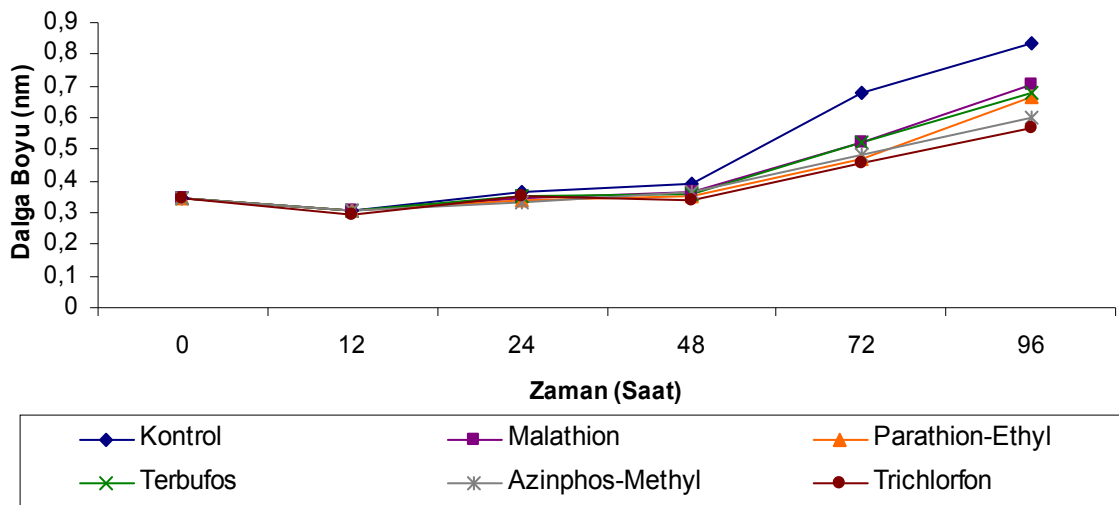
Gelişimin Spektrofotometrik olarak ölçülmesinde kullanılan dalga boylarından, 680 nm dalga boyunda deney başlangıcında 0.346 nm olan dalga boyu ölçümü, 96.

saatin sonunda 0.837 nm olarak ölçülmüştür. Deneilerin sonunda en yüksek Malathionda (0.704 nm), en düşük ise Terbufos (0.565 nm)'ta bulunmuştur (Şekil 5.12b).

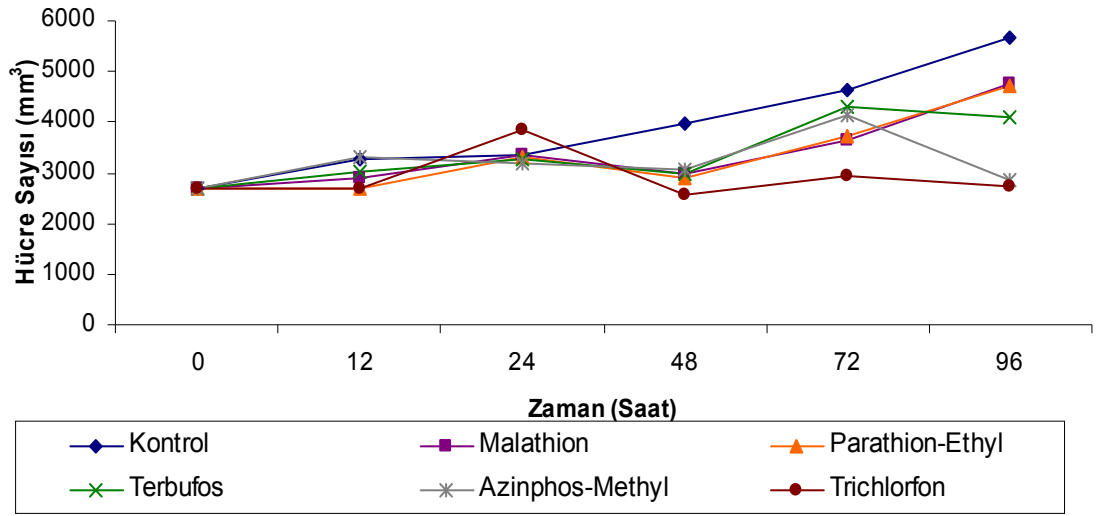
Hücre sayısında ise kontrol grubu standart hızlı büyüme evresine devam ederken, mm^3 'teki hücre sayısı en yüksek Malathionda (4750 hücre mm^3), en düşük ise Terbufos (2750 hücre mm^3)'ta bulunmuştur (Şekil 5.12c).



Şekil 5.12a. *Chlorella vulgaris*'in Klorofil_a Miktarının Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5. 12b. *Chlorella vulgaris* için 680 nm'deki Spektrofotometrik Absorbans Değerlerinin 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5. 12c. *Chlorella vulgaris*'in mm^3 'teki Canlı Hücre Sayısının 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.

İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde *Chlorella vulgaris*'in Klorofil_a miktarları arasındaki değişim Terbufos > Trichlorfon > A.Z.M. > Parathion ethyl > Malathion olarak gerçekleşmiştir. Klorofil_a miktarındaki bu sonuçlar $P < 0,001$ 'e göre istatistiksel olarak anlamlı olarak yorumlanmıştır.

***Cyclotella meneghiniana*:**

Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon'un 100 mgL⁻¹ pestisit konsantrasyonunda *Cyclotella meneghiniana* üzerinde 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özelliklerinden, istatistiksel olarak değerlendirmeye alınan özelliklerinden Klorofil *a*, mm³'teki canlı hücre sayısı ve 680 nm dalga boyunda vermiş olduğu absorbans değerlerinin ortalamaları ve Standart Sapmaları Tablo 5.10'da gösterilmiştir.

Tablo 5.10. Klorofil *a*, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11
680 nm	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10
Sayım (mm ³ Hücre)	260 ±22	260 ±22	260 ±22	260 ±22	260 ±22	260 ±22
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	133 ±11	133 ±10	133,2 ±9	138 ±10	133,8 ±9	132,2 ±20
680 nm	0,241 ±10	0,262 ±10	0,277 ±12	0,275 ±12	0,242 ±12	0,238 ±14
Sayım (mm ³ Hücre)	265 ±22	295 ±18	240 ±15	240 ±13	245 ±14	255 ±16
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	142 ±7	133,2 ±11	133,2 ±5	133,2 ±9	122,2 ±12	177,6 ±25
680 nm	0,284 ±12	0,271 ±12	0,281 ±16	0,282 ±16	0,282 ±12	0,253 ±12
Sayım (mm ³ Hücre)	310 ±17	285 ±12	280 ±13	285 ±23	285 ±13	275 ±19
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	177,6 ±15	177,6 ±17	177,6 ±16	177,6 ±16	133,2 ±9	157,6 ±16
680 nm	0,292 ±12	0,285 ±14	0,304 ±12	0,298 ±14	0,28 ±16	0,282 ±12
Sayım (mm ³ Hücre)	340 ±28	300 ±16	310 ±21	300 ±30	295 ±13	290 ±12
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	188,8 ±9	188,8 ±6	188,8 ±9	188,8 ±9	188,8 ±9	188,8 ±12
680 nm	0,308 ±12	0,308 ±12	0,344 ±12	0,326 ±16	0,31 ±14	0,302 ±12
Sayım (mm ³ Hücre)	365 ±28	345 ±18	400 ±16	380 ±9	360 ±25	351 ±24
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	217,6 ±10	226,4 ±17	288,8 ±22	222 ±14	188,8 ±11	188,8 ±13
680 nm	0,329 ±10	0,301 ±14	0,342 ±12	0,327 ±16	0,312 ±14	0,32 ±8
Sayım (mm ³ Hücre)	434 ±26	365 ±18	495 ±9	460 ±18	350 ±29	360 ±14

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Deney süresince ölçülen diğer parametrelerin (pH, Kuru Ağırlık, 500 ve 750 nm'deki absorbans) 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özellikleri Tablo 5.11'da gösterilmiştir.

Tablo 5.11. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.

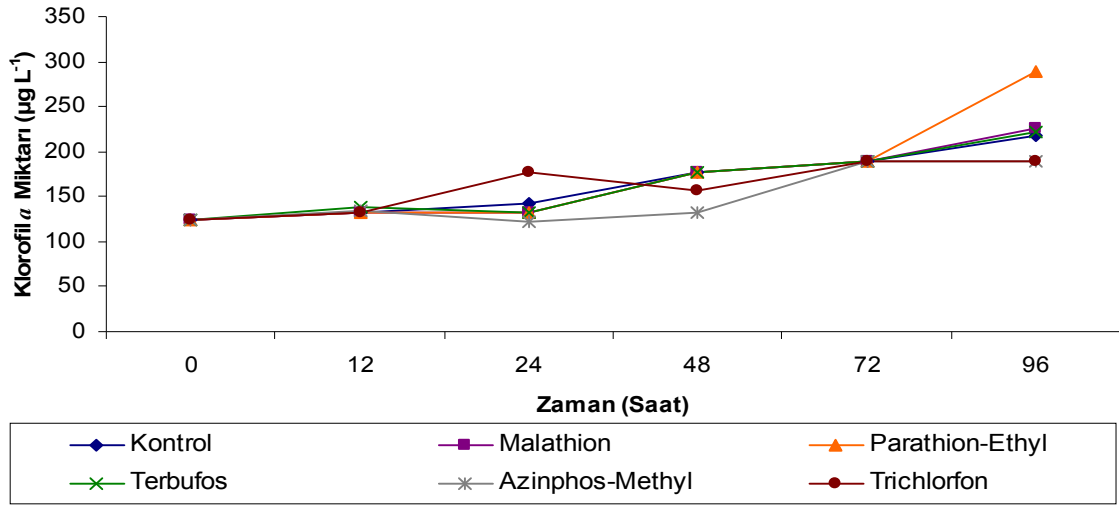
	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
500 nm	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351
750 nm	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196
pH	7,15	7,15	7,15	7,15	7,15	7,15
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
500 nm	0,377	0,394	0,406	0,381	0,371	0,37
750 nm	0,215	0,212	0,218	0,222	0,211	0,212
pH	7,56	7,59	7,47	7,42	7,54	7,35
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,05	0,03	0,06	0,05	0,05	0,07
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
500 nm	0,436	0,406	0,401	0,405	0,412	0,4
750 nm	0,268	0,266	0,274	0,268	0,264	0,257
pH	7,63	7,53	7,52	7,46	7,52	7,4
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,08	0,07	0,06	0,06	0,1	0,07
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
500 nm	0,474	0,461	0,477	0,468	0,456	0,455
750 nm	0,274	0,236	0,26	0,235	0,218	0,226
pH	7,94	7,81	7,77	7,73	7,71	7,46
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,1	0,1	0,1	0,09	0,1	0,09
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
500 nm	0,516	0,554	0,571	0,561	0,547	0,537
750 nm	0,274	0,266	0,32	0,304	0,36	0,258
pH	7,91	7,75	7,7	7,68	7,65	7,51
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,12	0,11	0,13	0,12	0,11	0,1
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
500 nm	0,595	0,576	0,622	0,604	0,582	0,587
750 nm	0,296	0,268	0,318	0,304	0,274	0,276
pH	7,86	7,83	7,79	7,77	7,62	7,53
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,14	0,12	0,15	0,13	0,11	0,11

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

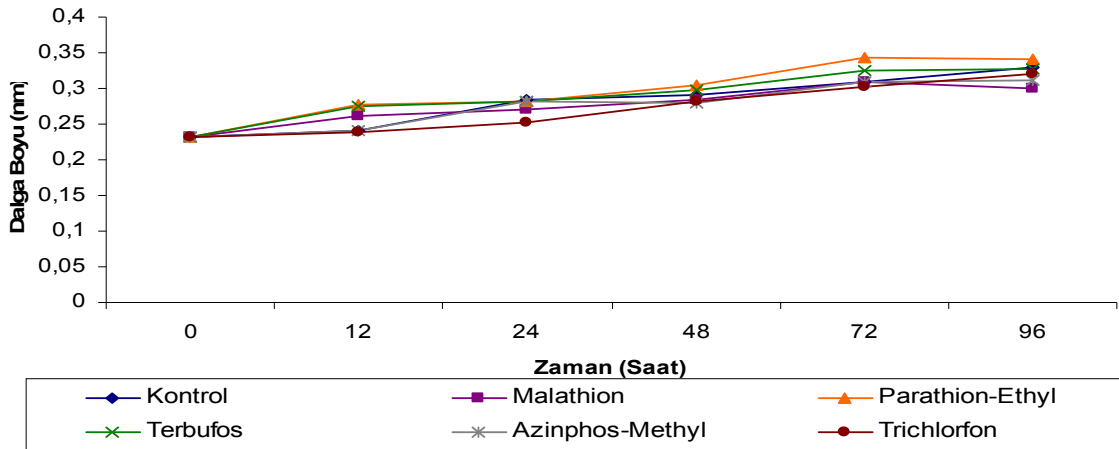
İnhibisyon deneylerinin başında ortalama 123.6 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olan Klorofil_a miktarı 96. saatin sonunda kontrol gruplarında ortalama 217.6 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. Pestisitlerle muamele edilmiş diğer deney gruplarında ise Aninfos-Methyl ve Trichlorfon dışındaki diğer pestisitlerde Klorofil_a miktarı kontrol grubu ortalamasının üzerinde ölçülmüştür. 96 saat sonunda klorofil_a miktarı en yüksek Parathion-Ethylde (288.8 $\mu\text{g L}^{-1}$), en düşük ise Terbufos ve Azinphos-Methylde (188.8 $\mu\text{g L}^{-1}$)'ta ölçülmüştür (Şekil 5.13a).

Gelişimin Spektrofotometrik olarak ölçülmesinde kullanılan dalga boylarından, 680 nm’de 0. saatte kontrol gruplarında deney başlangıcında 0.231 nm olan dalga boyu ölçümü, 96. saatin sonunda kontrol gruplarında 0.329 nm olarak ölçülmüştür. Deneyleerin sonunda en yüksek Parathion-Ethylde (0.342 nm), en düşük ise Malathionda (0.301 nm) bulunmuştur (Şekil 5.13b).

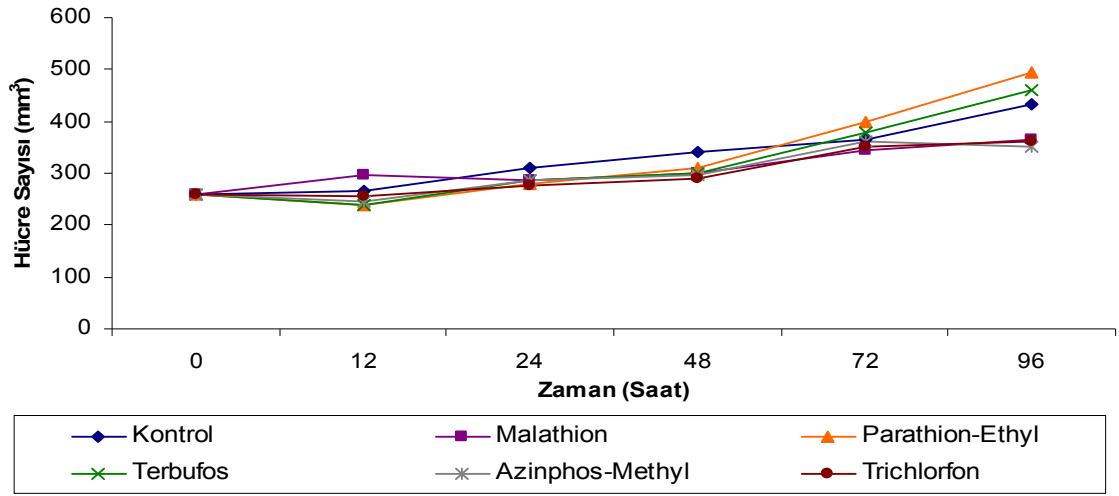
Hücre sayısında ise kontrol grubu standart hızlı büyüme evresine devam ederken, ml’deki hücre sayısı Parathion-Ethylde (495 hücre mm³) ve Terbufosta (460 hücre mm³) kontrol grubunun da üzerine çıkmıştır. Canlı hücre sayısı en düşük ise Aninfos-Methylde (350 hücre mm³) bulunmuştur (Şekil 5.13c).



Şekil 5.13a. *Cyclotella meneghiniana*'nın Klorofil_a Miktarının Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.13b. *Cyclotella meneghiniana*'nın 680 nm'deki Spektrofotometrik Absorbansın Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.13d. *Cyclotella meneghiniana*'nın Hücre Sayısının mm^3 'teki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.

İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde *Cyclotella meneghiniana*'nın Klorofil_a miktarları arasındaki değişim $P < 0,001$ 'e göre istatistiksel olarak anlamlı değildir olarak yorumlanmıştır.

***Scenedesmus quadricauda*:**

Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon'un 100 mgL⁻¹ pestisit konsantrasyonunda *Scenedesmus quadricauda* üzerinde 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özelliklerinden, istatistiksel olarak değerlendirmeye alınan özelliklerinden Klorofil_a, mm³'teki canlı hücre sayısı ve 680 nm dalga boyunda vermiş olduğu absorbans değerlerinin ortalamaları ve Standart Sapmaları Tablo 5.12'de gösterilmiştir.

Tablo 5.12. Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296
680 nm	0,32 ±24	0,32 ±24	0,32 ±24	0,32 ±24	0,32 ±24	0,32 ±24
Sayım (mm ³ Hücre)	2100 ±242	2100 ±242	2100 ±242	2100 ±242	2100 ±242	2100 ±242
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	3575,8 ±356	3330 ±259	3330 ±277	3241,2 ±168	2797,2 ±266	2841,6 ±283
680 nm	0,334 ±32	0,321 ±26	0,335 ±22	0,313 ±18	0,306 ±12	0,291 ±14
Sayım (mm ³ Hücre)	2600 ±112	2350 ±224	2690 ±351	2060 ±206	2240 ±210	1600 ±148
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	3852 ±249	2264,4 ±179	2664 ±421	3108 ±236	2974,8 ±358	3152,4 ±309
680 nm	0,407 ±42	0,357 ±18	0,375 ±26	0,344 ±23	0,348 ±24	0,336 ±26
Sayım (mm ³ Hücre)	2780 ±185	2070 ±188	2080 ±239	1690 ±264	2120 ±207	1670 ±197
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	4596,4 ±460	2575,2 ±261	2442 ±339	2619,6 ±299	2708,4 ±266	2792,2 ±187
680 nm	0,449 ±26	0,382 ±42	0,372 ±26	0,361 ±32	0,372 ±22	0,347 ±18
Sayım (mm ³ Hücre)	3370 ±266	2740 ±320	2290 ±226	1970 ±26	2360 ±236	2060 ±242
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	5064 ±328	2909,2 ±318	2488,4 ±280	2642,8 ±304	2642,8 ±270	2776 ±314
680 nm	0,651 ±32	0,48 ±32	0,439 ±30	0,418 ±36	0,451 ±22	0,441 ±26
Sayım (mm ³ Hücre)	3812 ±150	2860 ±267	2500 ±315	3020 ±418	2780 ±310	2680 ±342
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	6660 ±244	3862,8 ±250	2042,4 ±239	3374,4 ±377	3507,6 ±314	3152,4 ±289
680 nm	0,735 ±12	0,6 ±30	0,409 ±20	0,462 ±30	0,528 ±14	0,461 ±28
Sayım (mm ³ Hücre)	4700 ±320	3240 ±261	2340 ±309	2320 ±418	3400 ±254	2290 ±199

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Deney süresince *Scenedesmus quadricauda* kültürlerinde ölçülen diğer parametrelerin (pH, Kuru Ağırlık, 500 ve 750 nm'deki absorbans) 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özellikleri Tablo 5.13'da gösterilmiştir.

Tablo 5.13. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.

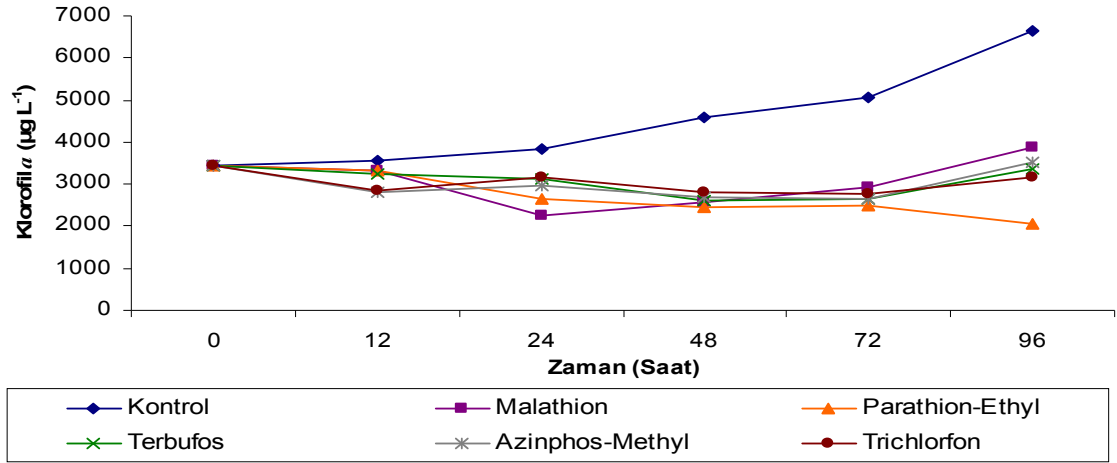
	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
500 nm	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
750 nm	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
pH	7,08	7,08	7,08	7,08	7,08	7,08
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
500 nm	0,353	0,333	0,339	0,328	0,327	0,308
750 nm	0,288	0,28	0,283	0,271	0,27	0,254
pH	7,16	7,08	7,04	7,06	7,05	6,96
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,1	0,11	0,12	0,1	0,1	0,1
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
500 nm	0,413	0,37	0,393	0,357	0,371	0,357
750 nm	0,346	0,306	0,323	0,296	0,303	0,293
pH	7,06	7,03	7,1	7,05	7,05	6,87
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,11	0,09	0,1	0,09	0,11	0,1
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
500 nm	0,455	0,39	0,392	0,371	0,396	0,368
750 nm	0,392	0,338	0,32	0,293	0,316	0,302
pH	7,16	7,13	7,09	7,09	7,05	6,92
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,17	0,13	0,15	0,11	0,14	0,14
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
500 nm	0,738	0,514	0,485	0,438	0,476	0,465
750 nm	0,553	0,411	0,383	0,36	0,392	0,38
pH	7,62	7,58	7,49	7,51	7,42	7,32
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,22	0,16	0,15	0,16	0,16	0,17
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
500 nm	0,84	0,65	0,508	0,564	0,602	0,55
750 nm	0,651	0,44	0,324	0,362	0,509	0,366
pH	8,69	8,88	8,24	8,8	8,64	8,21
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,32	0,23	0,21	0,19	0,24	0,23

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

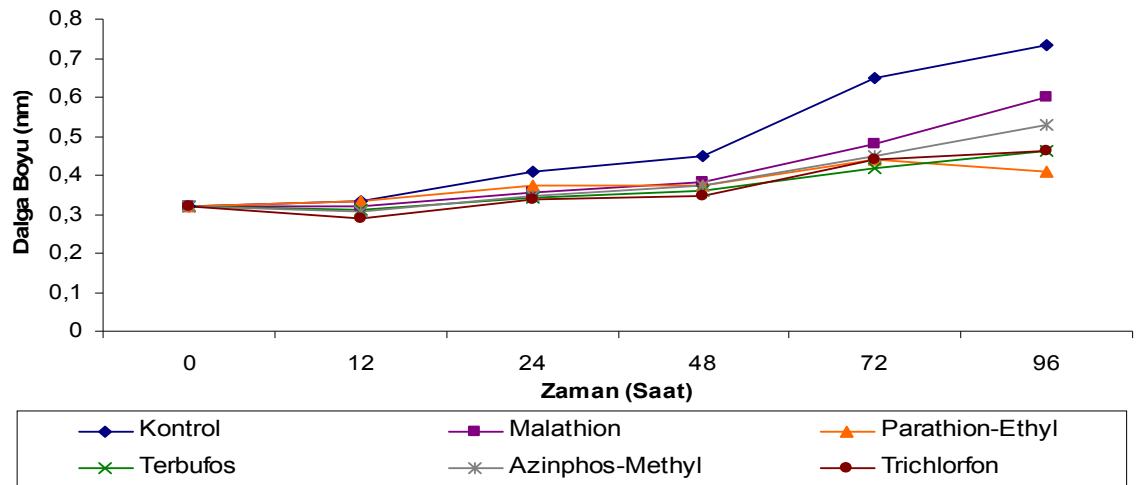
Scenedesmus quadricauda da ise inhibisyon deneylerinin başında ortalama 3437 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olan Klorofil_a miktarı 96. saatin sonunda kontrol gruplarında ortalama 6660 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. Pestisitlerle muamele edilmiş diğer deney gruplarında ise diğer iki alg türünün aksine (*Chlorella* ve *Cyclotella*) *Scenedesmus quadricauda* kullanılan pestisitler çok daha fazla etkili olmuştur ve gelişmeyi belirgin bir şekilde yavaşlatmıştır. 96 saat sonunda Klorofil_a miktarı en yüksek Malathionda ($3862.8 \mu\text{g L}^{-1}$), en düşük ise Parathion-Ethylde ($2042.4 \mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.14a).

Gelişimin Spektrofotometrik olarak ölçülmesinde kullanılan dalga boylarından, 680 nm dalga boyunda kontrol gruplarında deney başlangıcında 0.320 nm olan dalga boyu ölçümü, 96. saatin sonunda kontrol gruplarında 0.735 nm olarak ölçülmüştür. Deneylerin sonunda 680 nm'deki en yüksek değer Malathionda (0.600 nm) en düşük ise Parathion-Ethylde (0.409 nm) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.14b).

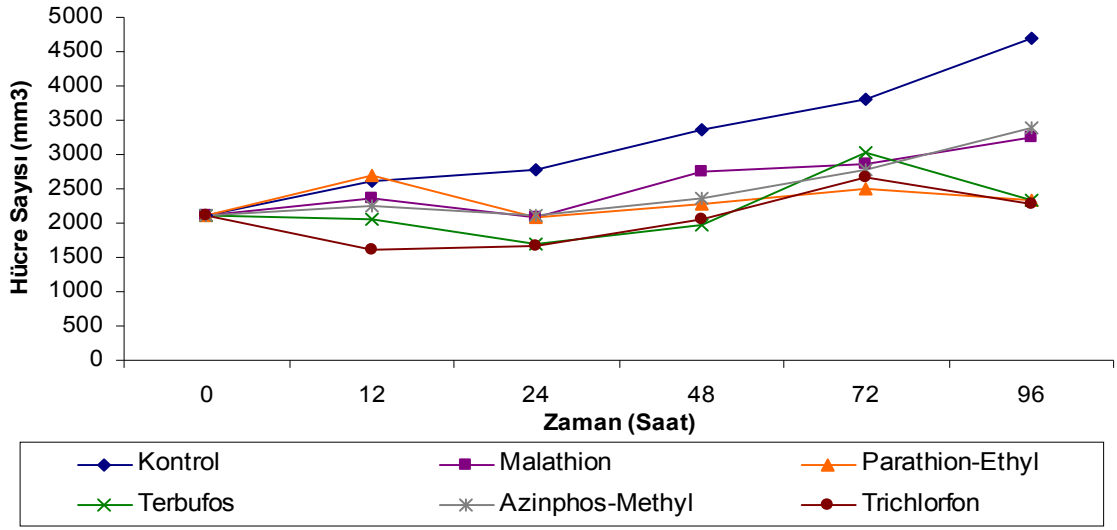
Hücre sayısında ise kontrol grubu standart hızlı büyüme evresine devam ederken (başlangıçta 2100 hücre mm^3 , 96. saatin sonunda 4700 hücre mm^3) mm^3 'teki hücre sayısı en yüksek Aninfos-Methylde (3400 hücre mm^3), en düşük hücre sayısı Terbufosta (2320 hücre mm^3) olarak sayılmıştır (Şekil 5.14b).



Şekil 5.14a. *Scenedesmus quadricauda*'nın Klorofil_a Miktarının Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.14b. *Scenedesmus quadricauda*'nın 680 nm'deki Spektrofotometrik Absorbansın Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.14c. *Scenedesmus quadricauda*'nın Hücre Sayısının mm³'teki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.

İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde *Scenedesmus quadricauda*'nın Klorofil_a miktarları arasındaki değişim Parathion ethyl > Trichlorfon > Terbufos > A.Z.M. > Malathion olarak gerçekleşmiştir. Klorofil_a miktarındaki bu sonuçlar P<0,001'e göre istatistiksel olarak anlamlı olarak yorumlanmıştır.

5.5.2. Yüksek konsantrasyon deneyleri

Chlorella vulgaris

Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon'un 300mgL⁻¹ pestisit konsantrasyonunda *Chlorella vulgaris* üzerinde 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özelliklerinden istatistiksel olarak değerlendirilen, Klorofil_a, mm³'teki canlı hücre sayısı ve 680 nm'de göstermiş oldukları absorbands değerleri Tablo 5.14'te gösterilmiştir.

Tablo 5.14. Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122	2042,4 ± 122
680 nm	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16	0,346 ± 16
Sayım (mm ³ Hücre)	2895 ±131	2895 ±131	2895 ±131	2895 ±131	2895 ±131	2895 ±131
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	2042,4 ±50	1920,8 ±79	2098,4 ±79	1920,8 ±71	1987,2 ±81	1965,2 ±158
680 nm	0,381 ±16	0,374 ±16	0,375 ±16	0,379 ±18	0,376 ±16	0,369 ±16
Sayım (mm ³ Hücre)	4250 ±182	3546 ±95	3950 ±106	3937 ±135	3416 ±106	4124 ±131
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	2242,8 ±32	1554 ±67	1376,4 ±105	2054 ±90	1832 ±62	1920,8 ±42
680 nm	0,411 ±28	0,394 ±22	0,403 ±14	0,402 ±14	0,396 ±14	0,386 ±12
Sayım (mm ³ Hücre)	4159 ±115	3296 ±118	3767 ±75	3375 ±84	3381 ±100	3419 ±105
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	3418,8 ±205	2276 ±158	2098,4 ±79	1687,2 ±92	1876,4 ±78	1953,6 ±46
680 nm	0,478 ±20	0,439 ±14	0,443 ±16	0,443 ±16	0,395 ±16	0,418 ±16
Sayım (mm ³ Hücre)	4667 ±142	3637 ±114	3444 ±144	2620 ±101	2762 ±96	2948 ±159
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	3675,6 ±34	2098,4 ±90	2154,4 ±85	2332 ±124	1476,8 ±111	1876,4 ±126
680 nm	0,574 ±16	0,489 ±12	0,52 ±28	0,542 ±18	0,364 ±18	0,413 ±14
Sayım (mm ³ Hücre)	5220 ±139	3489 ±117	3321 ±200	2790 ±112	2342 ±73	2882 ±165
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
Klorofil <i>a</i> Miktarı (µg L ⁻¹)	3907,2 ±191	1820,4 ±41	1642,8 ±118	1420,8 ±58	1021,2 ±28	1598,4101
680 nm	0,751 ±22	0,442 ±16	0,489 ±20	0,44 ±18	0,279 ±14	0,346 ±18
Sayım (mm ³ Hücre)	6159 ±173	3223 ±132	2781 ±175	2560 ±95	2266 ±88	2787 ±77

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Deney süresince *Chlorella vulgaris* kültürlerinde ölçülen diğer parametrelerin (pH, Kuru Ağırlık, 500 ve 750 nm'deki absorbands) 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özellikleri Tablo 5.15'da gösterilmiştir.

Tablo 5.15. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
500 nm	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
750 nm	0,328	0,328	0,328	0,328	0,328	0,328
ph	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
500 nm	0,376	0,36	0,407	0,377	0,372	0,371
750 nm	0,368	0,36	0,367	0,368	0,372	0,358
ph	7,94	7,8	7,81	7,8	7,62	6,92
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,12	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
500 nm	0,408	0,37	0,385	0,392	0,381	0,379
750 nm	0,39	0,383	0,387	0,389	0,384	0,372
ph	8,05	7,92	7,89	7,88	7,68	6,82
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,14	0,18	0,12	0,16	0,12	0,18
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
500 nm	0,485	0,423	0,437	0,432	0,395	0,414
750 nm	0,447	0,42	0,42	0,42	0,348	0,401
ph	8,59	8,5	8,56	8,31	7,57	6,71
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,24	0,22	0,16	0,2	0,18	0,22
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
500 nm	0,565	0,506	0,494	0,507	0,389	0,456
750 nm	0,528	0,466	0,476	0,507	0,348	0,42
ph	8,75	7,82	7,8	7,78	7,43	6,63
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,3	0,24	0,21	0,24	0,22	0,24
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
500 nm	0,733	0,455	0,504	0,449	0,327	0,358
750 nm	0,655	0,423	0,466	0,422	0,266	0,326
ph	8,68	7,9	7,78	7,74	7,32	6,4
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,38	0,22	0,3	0,28	0,28	0,3

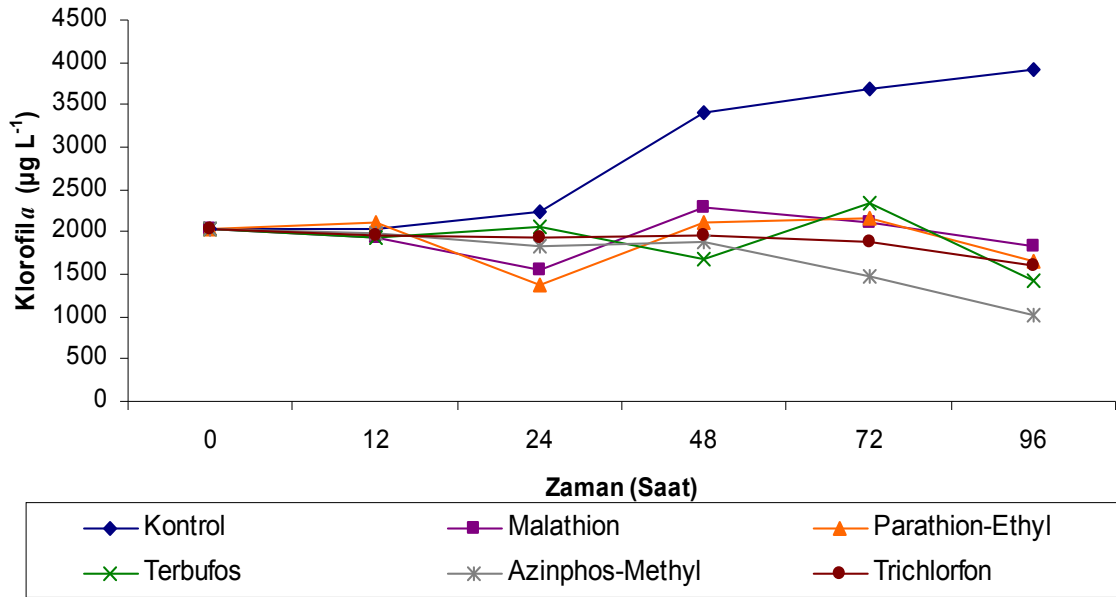
*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Chlorella vulgaris da ise yüksek konsantrasyon inhibisyon deneylerinin başında kontrol gruplarında ortalama 2042.4 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olan Klorofil *a* miktarı 96. saatin sonunda kontrol gruplarında ortalama 3907.2 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. Pestisitle muamele edilmiş diğer deney gruplarında ise 96 saat sonunda Klorofil *a* miktarı en yüksek

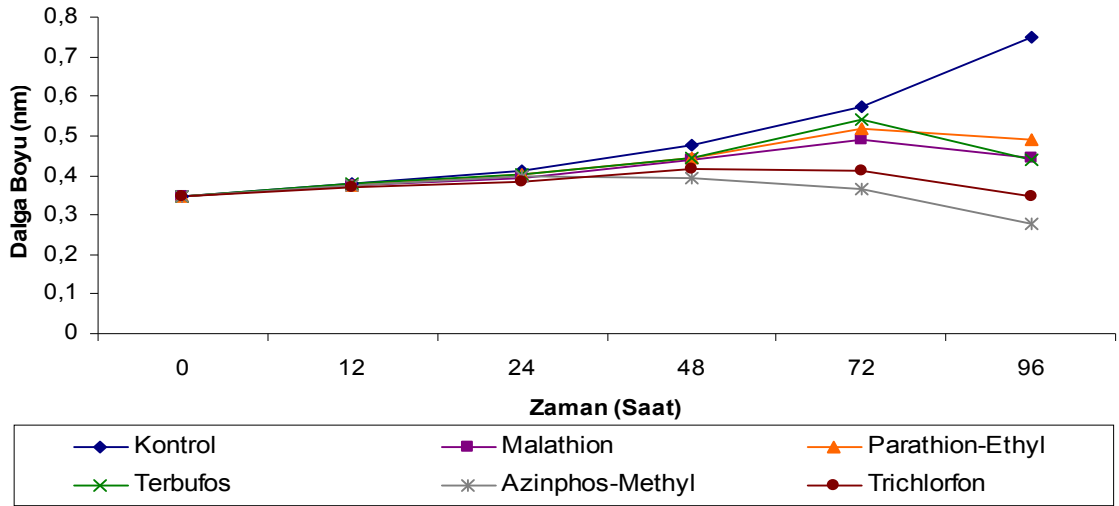
Malathionda ($1820.4 \mu\text{g L}^{-1}$), en düşük ise Azinphos-Methylde ($1021.2 \mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.15a).

Gelişimin Spektrofotometrik olarak ölçülmesinde kullanılan dalga boylarından, 680 nm'de 0. saatte 0.346 nm olan dalga boyu ölçümü, 96. saatin sonunda kontrol gruplarında 0.751 nm olarak ölçülmüştür. Deneylein sonunda 680 nm'deki en yüksek değer Parathion-Ethylde (0.489 nm) en düşük ise Azinphos-Methylde (0.279 nm) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.15b).

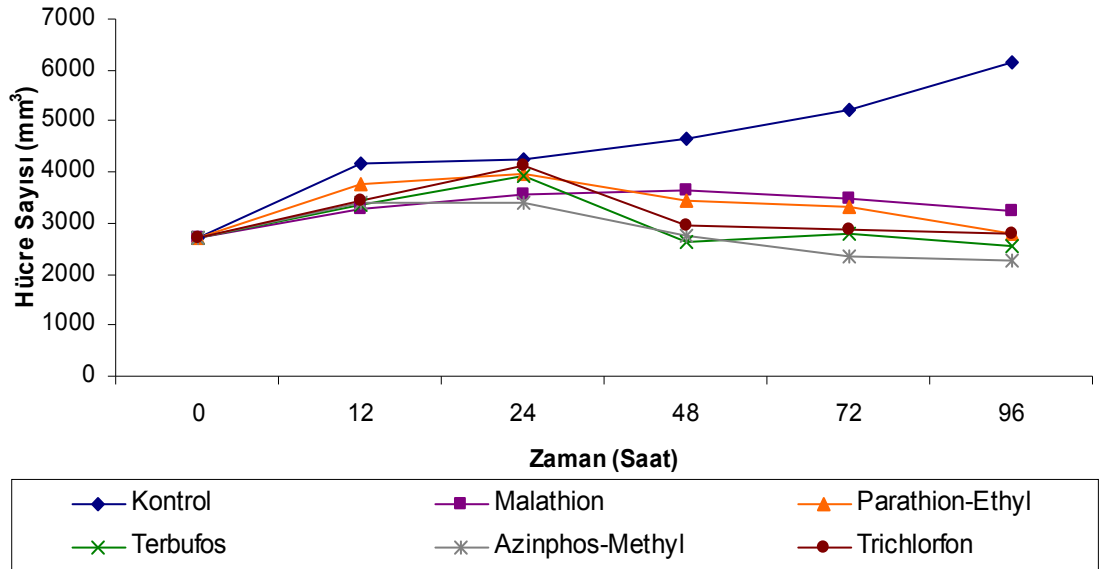
Hücre sayısında ise kontrol grubu standart hızlı büyüme evresine devam ederken (başlangıçta 2895 hücre mm^3 , 96. saatin sonunda 6159 hücre mm^3) mm^3 'teki hücre sayısı en yüksek Malathion (3223 hücre mm^3), en düşük Aninfos-Methylde (2266 hücre mm^3) olarak sayılmıştır (Şekil 5.15c).



Şekil 5.15a. *Chlorella vulgaris*'in Klorofil_a Miktarının Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.15b. *Chlorella vulgaris*'in 680 nm'deki Spektrofotometrik Absorbansın Deneysel Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.15c. *Chlorella vulgaris*'in mm³'teki Canlı Hücre Sayısının 96 Saatlik Deneysel Setlerindeki Ortalama Değişim Miktarları.

İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde *Chlorella vulgaris*'in Klorofil_a miktarları arasındaki değişim A.Z.M. >Terbufos > Trichlorfon > Parathion ethyl > Malathion olarak gerçekleşmiştir. Klorofil_a miktarındaki bu sonuçlar P<0,001'e göre istatistiksel olarak anlamlı olarak yorumlanmıştır.

***Cyclotella meneghiniana*:**

Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon'un 300 mgL⁻¹ pestisit konsantrasyonunda *Cyclotella meneghiniana* üzerinde 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özelliklerinden istatistiksel olarak değerlendirilen, Klorofil_a, mm³'teki canlı hücre sayısı ve 680 nm'de göstermiş oldukları absorbans değerleri Tablo 5.16'da gösterilmiştir.

Tablo 5.16 Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11	123,6 ± 11
680 nm	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10	0,231 ±10
Sayım (mm ³ Hücre)	260 ±22	260 ±22	260 ±22	260 ±22	260 ±22	260 ±22
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	141,6 ±9	130,4 ±14	150,8 ±11	141,6 ±14	107,4 ±10	123,2 ±9
680 nm	0,245 ±12	0,237 ±10	0,264 ±10	0,242 ±10	0,214 ±8	0,226 ±10
Sayım (mm ³ Hücre)	295 ±18	309 ±10	353 ±12	362 ±22	251 ±11	243 ±16
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	160,6 ±6	150,4 ±9	160,6 ±8	160,6 ±29	123,2 ±9	141,7 ±11
680 nm	0,251 ±12	0,239 ±10	0,269 ±8	0,249 ±10	0,205 ±8	0,226 ±10
Sayım (mm ³ Hücre)	318 ±15	273 ±21	415 ±13	300 ±15	313 ±15	318 ±11
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	163,1 ±9	160,6 ±7	160,6 ±17	160,6 ±17	107 ±8	150,2 ±14
680 nm	0,248 ±12	0,221 ±10	0,235 ±10	0,221 ±10	0,149 ±10	0,175 ±12
Sayım (mm ³ Hücre)	340 ±28	304 ±21	335 ±8	282 ±15	225 ±16	287 ±22
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	187,7 ±10	143,9 ±14	170,7 ±11	107 ±11	98,7 ±12	107 ±8
680 nm	0,322 ±12	0,244 ±10	0,351 ±10	0,257 ±8	0,158 ±10	0,195 ±10
Sayım (mm ³ Hücre)	362 ±20	304 ±14	273 ±19	251 ±9	190 ±15	243 ±15
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	267,6 ±12	160,6 ±12	160,6 ±17	116,8 ±9	107 ±9	116,3 ±8
680 nm	0,319 ±8	0,135 ±10	0,255 ±10	0,169 ±8	0,125 ±10	0,173 ±10
Sayım (mm ³ Hücre)	388 ±22	229 ±19	243 ±13	190 ±16	150 ±17	238 ±12

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Deney süresince *Cyclotella meneghiniana* kültürlerinde ölçülen diğer parametrelerin (pH, Kuru Ağırlık, 500 ve 750 nm'deki absorbans) 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özellikleri Tablo 5.17'de gösterilmiştir.

Tablo 5.17. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.

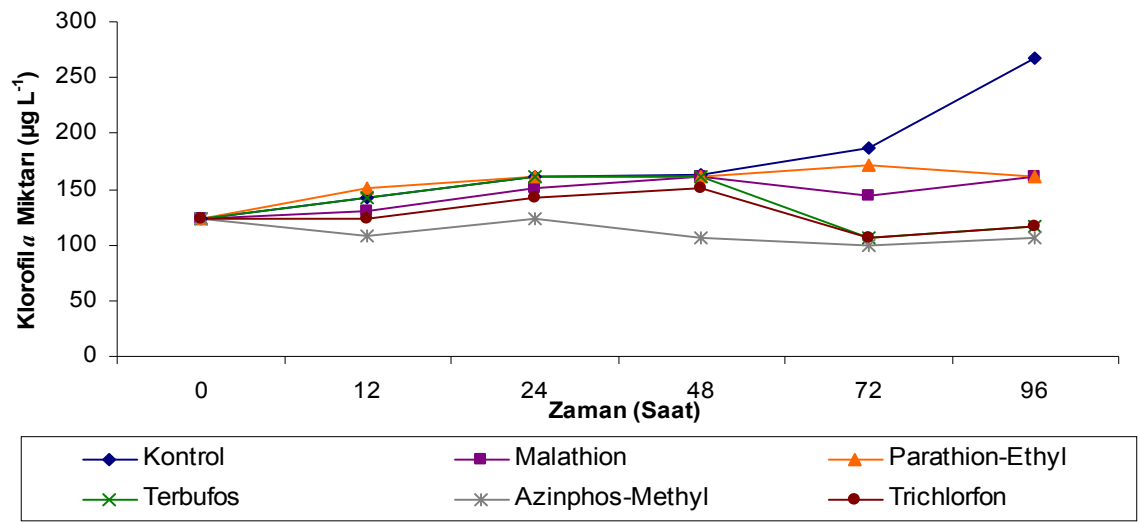
	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
500 nm	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351	0,351
750 nm	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196	0,196
ph	7,04	7,04	7,04	7,04	7,04	7,04
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
500 nm	0,4	0,38	0,42	0,385	0,328	0,367
750 nm	0,209	0,2	0,224	0,201	0,184	0,19
ph	7,16	7,29	7,16	7,37	7,38	6,81
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,5	0,6	0,08	0,07	0,1	0,12
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
500 nm	0,431	0,377	0,43	0,389	0,31	0,359
750 nm	0,215	0,207	0,24	0,211	0,172	0,189
ph	7,62	7,31	7,21	7,2	7,16	6,72
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,09	0,08	0,1	0,1	0,1	0,12
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
500 nm	0,448	0,412	0,455	0,402	0,282	0,345
750 nm	0,337	0,301	0,32	0,301	0,203	0,238
ph	7,58	7,39	7,32	7,31	7,34	6,79
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,14	0,12	0,13	0,14	0,12	0,14
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
500 nm	0,497	0,313	0,523	0,413	0,236	0,306
750 nm	0,273	0,207	0,291	0,229	0,13	0,162
ph	7,54	7,45	7,43	7,46	7,52	6,51
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,18	0,13	0,15	0,12	0,11	0,12
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
500 nm	0,528	0,238	0,456	0,276	0,203	0,274
750 nm	0,286	0,119	0,208	0,137	0,106	0,141
ph	7,34	7,28	7,29	7,29	7,42	6,08
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,24	0,18	0,16	0,1	0,09	0,1

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

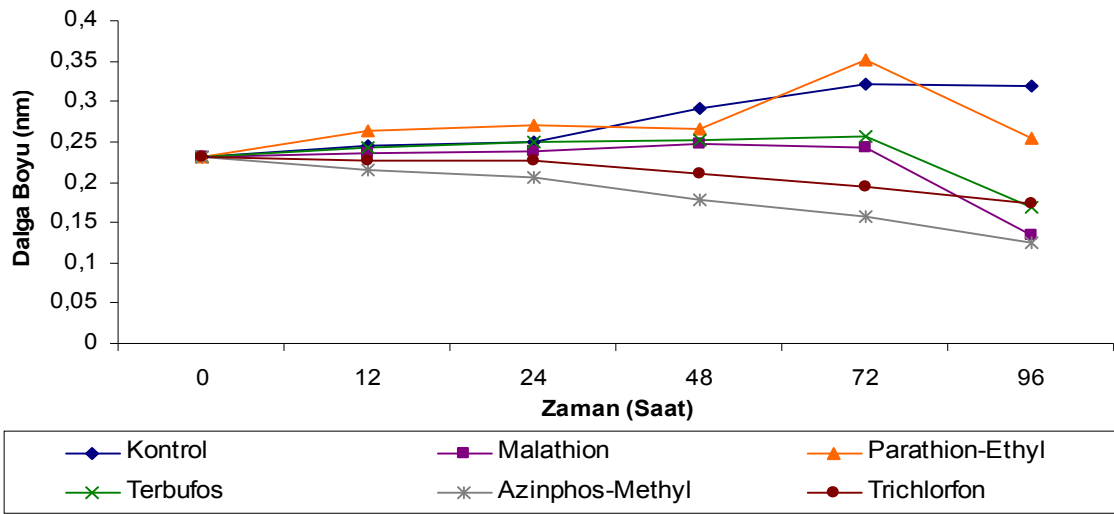
Cyclotella meneghiniana da ise inhibisyon deneylerinin başında kontrol gruplarında ortalama 123.6 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olan Klorofil_a miktarı 96. saatin sonunda kontrol gruplarında ortalama 267.6 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. Düşük Pestisit konsantrasyonu ile muamele edilmiş olan deney setinin aksine Cyclotella için de diğer iki alg türünde olduğu gibi tüm pestisit konsantrasyonlarında gelişimde gerileme gözlenmiştir 96 saat sonunda Klorofil_a miktarı en yüksek Malathion (160.8 $\mu\text{g L}^{-1}$) ve Parathion-Ethylde (160.8 $\mu\text{g L}^{-1}$), en düşük ise Aninfos-Methylde (107.0 $\mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.16a).

680 nm dalga boyunda kontrol gruplarında deney başlangıcında 0.231 nm olan dalga boyu ölçümü, 96. saatin sonunda kontrol gruplarında 0.319 nm olarak ölçülmüştür. Deneyleerin sonunda 680 nm'deki en yüksek değer Parathion-Ethylde (0.255 nm) en düşük ise Aninfos-Methylde (0.125 nm) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.16b).

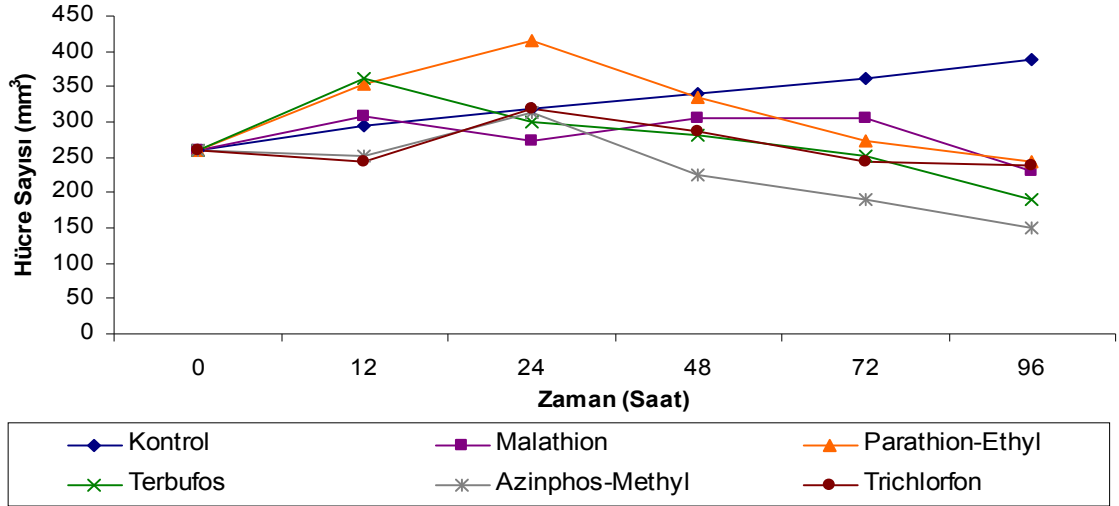
Hücre sayısında ise kontrol grubu standart hızlı büyüme evresine devam ederken (başlangıçta 260 hücre mm^3 , 96. saatin sonunda 388 hücre mm^3) mm^3 'teki hücre sayısı en yüksek Parathion-Ethylde (243 hücre mm^3), en düşük canlı hücre sayısı ise Aninfos-Methylde (1500 hücre mm^3) olarak sayılmıştır (Şekil 5.16c).



Şekil 5.16a. *Cyclotella meneghiniana*'nın Klorofil_a Miktarının Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.16b. *Cyclotella meneghiniana*'nın 680 nm'deki Spektrofotometrik Absorbansın Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.16c. *Cyclotella meneghiniana*'nın Hücre Sayısının ml'deki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.

İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde *Cyclotella meneghiniana*'nın Klorofil_a miktarları arasındaki değişim A.Z.M. > Trichlorfon > Terbufos > Parathion ethyl > Malathion olarak gerçekleşmiştir. Klorofil_a miktarındaki bu sonuçlar P<0,001'e göre istatistiksel olarak anlamlı olarak yorumlanmıştır.

***Scenedesmus quadricauda*:**

Azinphos-metil, Malathion, Parathion-etil, Terbufos ve Trichlorfon'un 300 mgL⁻¹ pestisit konsantrasyonunda üzerinde 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özelliklerinden istatistiksel olarak değerlendirilen, Klorofil_a, mm³'teki canlı hücre sayısı ve 680 nm'de göstermiş oldukları absorbans değerleri Tablo 5.18'de gösterilmiştir.

Tablo 5.18. Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Parathion E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296	3437 ± 296
680 nm	0,32 ± 36	0,32 ± 36	0,32 ± 36	0,32 ± 36	0,32 ± 36	0,32 ± 36
Sayım (mm ³ Hücre)	2180 ± 190	2180 ± 190	2180 ± 190	2180 ± 190	2180 ± 190	2180 ± 190
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	3866,9 ± 356	3161,6 ± 279	2749,2 ± 240	2818 ± 328	2749,2 ± 447	2886,7 ± 173
680 nm	0,383 ± 26	0,362 ± 28	0,362 ± 14	0,392 ± 16	0,395 ± 34	0,356 ± 18
Sayım (mm ³ Hücre)	2760 ± 269	2130 ± 222	1880 ± 204	2040 ± 126	2500 ± 127	2060 ± 164
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	4210,6 ± 249	2749,2 ± 364	1993,2 ± 322	3092,9 ± 285	2405,6 ± 345	2886,7 ± 168
680 nm	0,417 ± 26	0,387 ± 24	0,412 ± 22	0,418 ± 24	0,396 ± 12	0,414 ± 18
Sayım (mm ³ Hücre)	3060 ± 182	2440 ± 243	2700 ± 220	2560 ± 162	2340 ± 152	2440 ± 241
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	5017,4 ± 460	2474,3 ± 348	1305,9 ± 217	2749,2 ± 370	2130,7 ± 348	2611,8 ± 170
680 nm	0,501 ± 48	0,377 ± 32	0,404 ± 12	0,405 ± 24	0,392 ± 26	0,428 ± 24
Sayım (mm ³ Hücre)	4520 ± 144	2375 ± 196	1840 ± 232	1920 ± 120	1800 ± 137	2820 ± 99
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	6170,9 ± 328	2130,7 ± 244	756 ± 84	1649,5 ± 322	1512,1 ± 247	2680,5 ± 231
680 nm	0,646 ± 32	0,572 ± 12	0,513 ± 28	0,583 ± 26	0,43 ± 18	0,472 ± 16
Sayım (mm ³ Hücre)	4880 ± 195	3240 ± 266	1460 ± 204	2440 ± 123	2240 ± 207	2120 ± 89
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
Klorofil _a Miktarı (µg L ⁻¹)	8179 ± 244	2818 ± 205	1374,6 ± 346	3436,6 ± 376	2130,7 ± 136	2405,6 ± 274
680 nm	0,859 ± 26	0,331 ± 20	0,314 ± 24	0,551 ± 26	0,305 ± 16	0,352 ± 34
Sayım (mm ³ Hücre)	5720 ± 215	3700 ± 235	1920 ± 110	2840 ± 202	2300 ± 127	2360 ± 230

*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Deney süresince *Cyclotella meneghiniana* kültürlerinde ölçülen diğer parametrelerin (pH, Kuru Ağırlık, 500 ve 750 nm'deki absorbans) 96 saat boyunca göstermiş olduğu gelişim özellikleri Tablo 5.19'de gösterilmiştir.

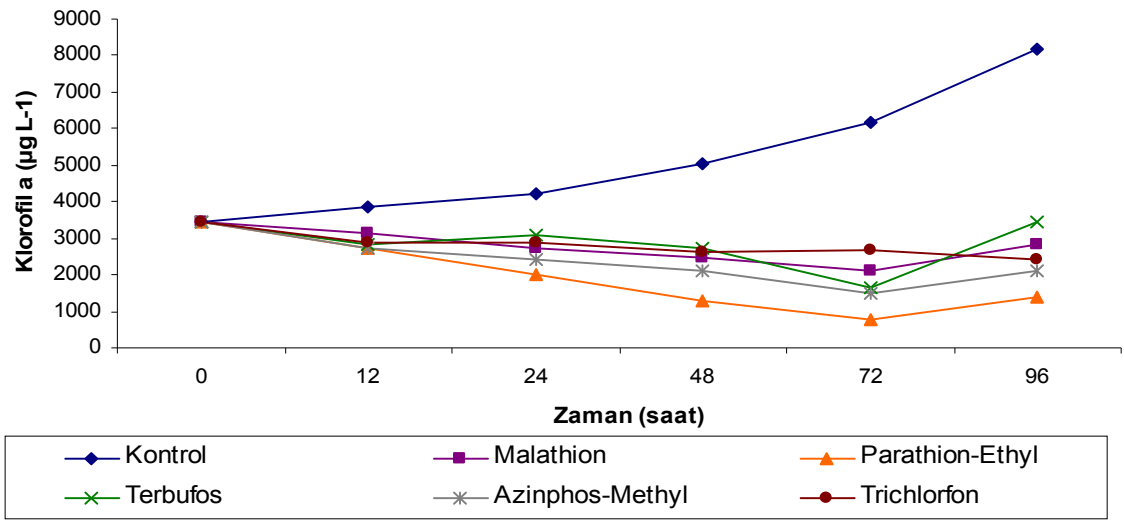
Tablo 5.19. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.

	Kontrol	Malathion	Par. E.	Terbufos	A.Z.M.	Trichlorfon
Uygulama Zamanı (Saat)	0	0	0	0	0	0
500 nm	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
750 nm	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
ph	7,12	7,12	7,12	7,12	7,12	7,12
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Uygulama Zamanı (Saat)	12	12	12	12	12	12
500 nm	0,356	0,339	0,333	0,354	0,351	0,342
750 nm	0,34	0,33	0,32	0,35	0,33	0,33
ph	7,61	7,42	7,39	7,46	7,26	6,72
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,14	0,14	0,12	0,14	0,16	0,12
Uygulama Zamanı (Saat)	24	24	24	24	24	24
500 nm	0,363	0,344	0,379	0,371	0,367	0,381
750 nm	0,37	0,36	0,4	0,38	0,38	0,38
ph	7,69	7,7	7,65	7,91	7,66	6,88
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,24	0,18	0,14	0,2	0,16	0,16
Uygulama Zamanı (Saat)	48	48	48	48	48	48
500 nm	0,454	0,356	0,376	0,357	0,339	0,399
750 nm	0,43	0,35	0,38	0,38	0,37	0,39
ph	8,71	8,26	7,9	8,41	7,67	6,97
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,32	0,18	0,26	0,16	0,28	0,26
Uygulama Zamanı (Saat)	72	72	72	72	72	72
500 nm	0,557	0,547	0,479	0,533	0,408	0,437
750 nm	0,57	0,51	0,49	0,53	0,39	0,43
ph	8,6	7,59	7,41	7,5	7,47	6,74
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,44	0,19	0,2	0,19	0,29	0,26
Uygulama Zamanı (Saat)	96	96	96	96	96	96
500 nm	0,763	0,325	0,321	0,52	0,273	0,336
750 nm	0,74	0,3	0,29	0,49	0,24	0,32
Ph	9,76	8,04	7,57	8,02	7,54	6,82
Kuru Ağırlık (gr L ⁻¹)	0,52	0,22	0,24	0,24	0,34	0,28

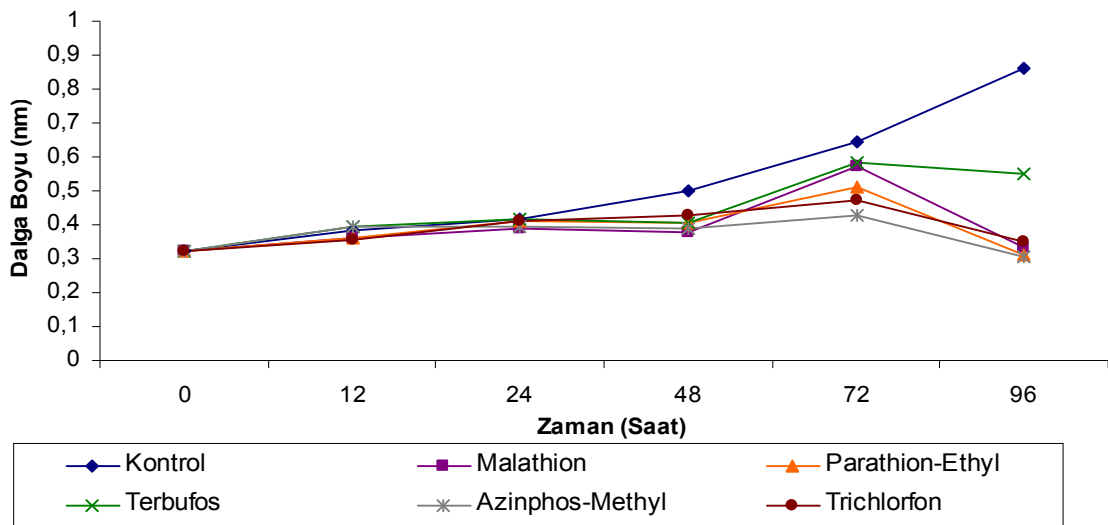
*Par. E.: Parathion-ethyl, A.Z.M.: Azinphos-methyl

Scenedesmus quadricauda da ise inhibisyon deneylerinin başında ortalama 3437 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olan Klorofil_a miktarı 96. saatin sonunda kontrol gruplarında ortalama 8179.0 ($\mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür. Pestisitle muamele edilmiş diğer deney gruplarında ise diğer iki alg türünün aksine (*Chlorella* ve *Cyclotella*) *Scenedesmus quadricauda* kullanılan pestisitler çok daha fazla etkili olmuştur ve gelişmeyi belirgin bir şekilde yavaşlatmıştır. 96 saat sonunda Klorofil_a miktarı en yüksek Terbufosta ($3436.6 \mu\text{g L}^{-1}$), en düşük ise Parathion-Ethylde ($1374.6 \mu\text{g L}^{-1}$) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.17a).

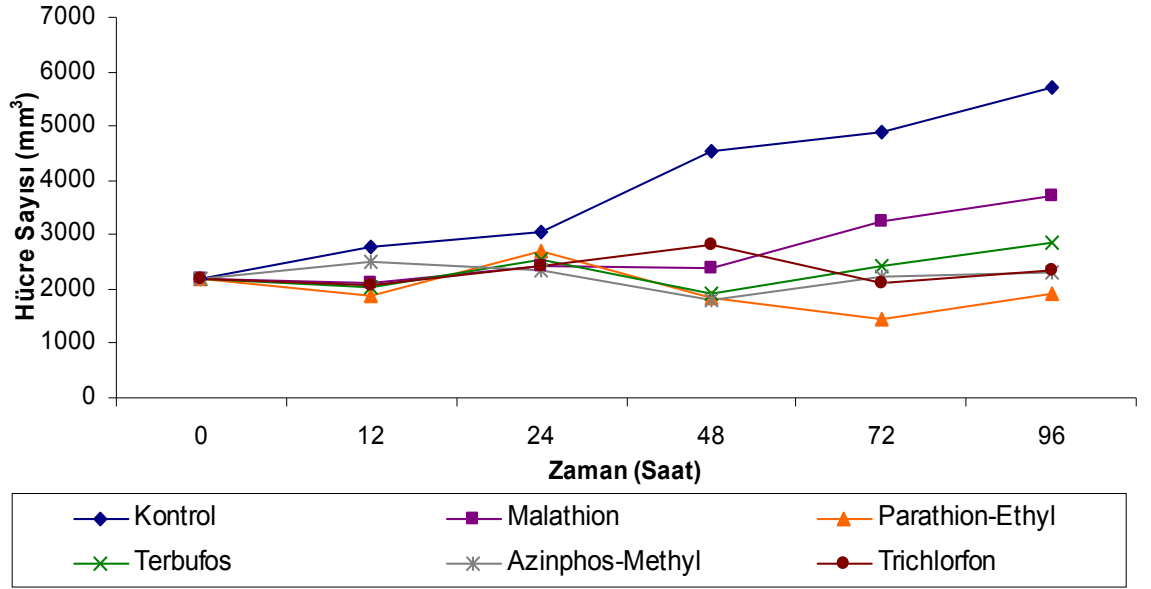
680 nm dalga boyunda kontrol gruplarında deney başlangıcında 0.320 nm olan dalga boyu ölçümü, 96. saatin sonunda kontrol gruplarında 0.859 nm olarak ölçülmüştür. Deneylerin sonunda 680 nm'deki en yüksek değer Terbufosta (0.551 nm) en düşük ise Aninfos-Methylde (0.305 nm) olarak ölçülmüştür (Şekil 5.17b). Hücre sayısında ise kontrol grubu standart hızlı büyüme evresine devam ederken (başlangıçta 2180 hücre mm^3 , 96. saatin sonunda 5720 hücre mm^3) mm^3 'teki hücre sayısı en yüksek Malathionda (3700 hücre mm^3), en düşük hücre sayısı ise Parathion-Ethylde (1920 hücre mm^3) olarak bulunmuştur (Şekil 5.17c).



Şekil 5.17a. *Scenedesmus quadricauda*'nın Klorofil_a Miktarının Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.17b. *Scenedesmus quadricauda*'nın 680 nm'deki Spektrofotometrik Absorbansın Deney Setlerindeki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.



Şekil 5.17c. *Scenedesmus quadricauda*'nın Hücre Sayısının mm^3 'teki 96 Saatlik Ortalama Değişim Miktarları.

İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde *Scenedesmus quadricauda*'nın Klorofil_a miktarları arasındaki değişim Parathion ethyl > A.Z.M. > Trichlorfon > Malathion > Terbufos olarak gerçekleşmiştir. Klorofil_a miktarındaki bu sonuçlar $P < 0,001$ 'e göre istatistiksel olarak anlamlı olarak yorumlanmıştır.

5.2.1. Pestisit analizleri

Çalışmada pestisit ölçümünde yararlanılan GC/MS cihazında direkt olarak alg kültürleri üzerinde pestisit analizi yapılamadığından ölçümler dolaylı olarak yapılmıştır. İlk olarak 100 ml besi yerine ekilen kültürlerden 12-24-48-72 ve 96. saatte 20'şer ml kültür alınarak filtre kağıdından süzölmüş ve bu süzöntü üzerinde pestisit kalıntı analizleri yapılmıştır. Ancak ölçümler ve hesaplamalar dolaylı yoldan yapıldığı için hata oranını en az seviyeye indirmek için kültür ekimi yapılmadan 100 ml'lik besi yerleri içine de pestisit uygulaması yapılmıştır. İçinde herhangi bir alg kültürü olmayan bu besiyerlerine uygulanan pestisitlerde filtre kağıdından süzölerek pestisit kalıntı analizi yapılmış ve filtre kağıdında kalan miktarlarda bulunmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda bu kültürlerden de 12-24-48-72 ve 96. saatlerde örnekler alınarak zamana bağlı olarak olası bir pestisit yıkımında belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek alımı ve analizlerin ölçümünde EPA8141 metodu kullanılmış ve ölçümler TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde (MAM) Dioksin Laboratuvarında GC-NPD cihazı kullanılarak yapılmıştır. Pestisit birikim miktarlarının belirlenmesinde EC₅₀ değerlerine ulaşabilen konsantrasyonlar seçilmiştir. (Tablo 5.20.).

Tablo 5.20. *C. vulgaris*, *C. meneghiniana* ve *S. quadricauda*'nın 96 Saat Sonunda Pestisit Birikim Miktarları.

	<i>C. vulgaris</i>		<i>C. meneghiniana</i>		<i>S. quadricauda</i>	
	Konsantrasyon		Konsantrasyon		Konsantrasyon	
	100 mgL ⁻¹	300 mgL ⁻¹	100 mgL ⁻¹	300 mgL ⁻¹	100 mgL ⁻¹	300 mgL ⁻¹
Malathion	80,44	-	-	48,16	-	96,33
Parathion-Ethyl	79,62	-	-	89,83	61,08	-
Terbufos	82,25	-	-	94,34	96,24	-
Azinphos-Methyl	-	100	-	96,56	-	5,76
Trichlorfon	-	90,34	-	71,41	94,92	-

Yapılan ölçümler sonunda yalnızca *S. quadricauda*'da Azinphos-methyl'de 5,76 mgL⁻¹ gibi düşük bir birikim varken, çalışma için seçilen diğer pestisitlerin alg kültürleri tarafından büyük oranda ortamdan bünyelerine çekildiği tespit edilmiştir.

5.2.2. EC₅₀ deneyleri

Yapılan çalışmada kontrol gruplarına oranla canlı hücre sayısını %50 oranında azaltan pestisit konsantrasyonları tespit edilerek EC₅₀ değerleri hesaplanmaya çalışılmıştır. EC₅₀ değerlerinin hesaplanmasında inhibisyon oranlarının doğal logaritması alınarak lineer regresyon analizleri kullanılmıştır. Test ortamındaki hücre sayısının zamana göre logaritmik olarak arttığı bu tip kültürlerde deneylere giren kontrol gruplarındaki organizma sayısı sürekli arttığından EC₅₀ değerleri %95 güven aralıklı tek yönlü olarak hesaplanmıştır.

Yapılan deneyler sonunda Trichlorfon *C. vulgaris* (97,08 mL⁻¹) ve *S. quadricauda* (97,51 mL⁻¹) için en etkili pestisit olarak bulunmuştur. *C. meneghiniana* için ise Azinphos-methyl (244,47 mL⁻¹) konsantrasyon ile en etkili pestisit olarak tespit edilmiştir (Tablo 5.21).

Tablo 5.21. *C. vulgaris*, *C. meneghiniana* ve *S. quadricauda*'nın Deney Pestisitlerinde Elde Edilen EC₅₀ Konsantrasyonları ve Büyüme Oranları.

	<i>C. vulgaris</i>		<i>C. meneghiniana</i>		<i>S. quadricauda</i>	
	EC ₅₀ Konsantrasyonu	(BO). K ¹	EC ₅₀ Konsantrasyonu	(BO). K ¹	EC ₅₀ Konsantrasyonu	(BO). K ¹
Kontrol	0	6,15	0	3,22	0	6,13
Malathion	314,68 ±13	3,28	366,77±28	2,32	424,75 ±26	3,72
Parathion-Ethyl	273,47 ±16	2,43	400,13 ± 24	1,73	99,57 ±18	3,41
Terbufos	256,66 ± 22	3,60	293,39 ±19	0,92	98,73 ±20	2,52
Azinphos-Methyl	100,71 ± 17	1,28	244,47 ±23	0,82	250,87 ±24	3,19
Trichlorfon	97,08 ±12	2,59	388,36 ±19	0,86	97,51 ±16	3,32

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gala Gölü, Meriç deltasında yer alan önemli sulak alanlarımızdan biridir. Ayrıca biyolojik çeşitlilik nitel ve nicel olarak ta yüksektir. Gölün bulunduğu bölgenin büyük bir kesimi tarım alanları ile çevrilidir. Bu alanlarda sadece çeltik ekimi yapılmaktadır. Çeltik alanlarında kullanılan su hemen hemen Trakya bölgesinin bütün kirliliğinin yükünü taşıyan Meriç Nehri ve bu nehrin en büyük kollarından biri olan Ergene Nehri'nden sağlanmaktadır. Yapılan bu araştırmada gölün ayna kısmındaki suya bu olumsuzlukların fazla etkisi gözükmemekle birlikte göl çevresindeki sazlık alanların atmasına ve sonuçta gölün ayna kısmının daralarak küçülmesine neden olmaktadır.

Gala Gölü'nden alınan su kalitesi analizleri sonucunda ortalama pH 8.41, Elektriki İletkenlik 2.19 ($\mu\text{mho cm}^{-1}$), Su sıcaklığı 18 ($^{\circ}\text{C}$), Klorofil_*a* 24.2 ($\mu\text{gr L}^{-1}$), Çözünmüş Oksijen 13.45 (mg L^{-1}), Derinlik 139 (cm), Bulanıklık 48.7 (cm), Mg 79.5 (mg L^{-1}), Ca 72.25 (mg/L), Sertlik 45.5, Nitrat azotu 2.04 (mg/L), Nitrit azotu 0.02 (mg L^{-1}), Toplam Fosfor 0.02 (mg L^{-1}), Sülfat 2.96 (mg L^{-1}) olarak bulunmuştur. Gala Gölü Kıtaıçi Su Kirliliği Kalite Kontrol yönetmeliği Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre değerlendirildiğinde Çözünmüş Oksijen bakımından I. Sınıf, Nitrit Azotu bakımından II. Sınıf, Nitrat Azotu bakımından I. Sınıf, Toplam Fosfor bakımından ise bakımından I. sınıf su olarak bulunmuştur (S.K.K.Y. 2004). Verimlilik açısından ise Dokulil (2003)'ün sınıflandırmasına göre Secchi diski derinliği ve klorofil_*a* göz önüne alındığında mezotrof karakterde bulunmuştur.

Gölde yapılan fitoplankton analizinde Cyanophyta'ya ait 7, Chlorophyta'ya ait 49, Euglenophyta'ya ait 11, Bacillariophyta'ya ait 45 takson olmak üzere toplam 112 takson tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında Gala Gölü'nde elde edilen algolojik bulgular gölde daha önce yapılmış olan çalışmalarla ve ülkemizin diğer göllerinde yapılan bulgular ile benzerlikler göstermiştir. Gala Gölü sığ bir göl olmasına rağmen etrafındaki sulama kanallarıyla ve Meriç Nehri ile sıkı etkileşim içindedir. Bu nedenle

özellikle Tunca ve Meriç nehirlerinin baskın organizmaları olan Bacillariophyta grubundan bazı türleri özellikle *Cyclotella* sp. türleri Gala Gölü'nde de baskın konumda bulunmuştur. Ülkemizde yapılan diğer çalışmalara benzer olarak Chlorococcales üyeleri de tür sayısında olduğu gibi yoğunluk bakımından da Chlorophyta'nın diğer ordolarından daha zengin bulunmuştur. Bu türlerin bir kısmı oligotrofik, bir kısmında öyotrofik özellikleriyle tanınırlar. Gala Gölü'nde *Scenedesmus* sp., ve *Pediastrum* sp. gibi öyotrofik türler zaman zaman yüksek sayılara ulaşmışlardır. Bunun dışında *Chlorella* sp. ve *Monoraphidium* sp. türleride genel olarak sayıca yüksek miktarlarda her istasyonda ve örneklemede bulunmuşlardır. Cyanophyta üyeleri ise zaman zaman yüksek sayılara ulaşmışlardır.

Litredeki alg sayısının sıcaklığın yükselmesine bağlı olarak buharlaşma ve gölden sulama amacıyla çekilen suların etkisiyle ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında yükseldiği tespit edilmiştir.

Bilindiği gibi, göle giren besin tuzları bakımından zengin kirletici kaynaklar genel olarak hakim konumda bulunan organizmalarını etkilemektedir. Gala Gölü'nde de 3 planktonik alg türünün (*Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda* ve *Cyclotella meneghiniana*) bu zenginleşmeden etkilendiği ve en yüksek sayılara ulaştığı görülmüştür. Seçilen pestisitlerin algler üzerindeki etkisini görmek için test organizması olarak seçilen bu üç alg türü Gala Göl'nde izole edilmeyip saf kültür olarak satın alınmıştır.

Test organizması olarak seçilen bu üç alg türünün Gala Göl'nde izole edilmemesinin nedeni saf kültür olarak satın alındıkları için test edildikleri zamana kadar pestisitler gibi herhangi bir olumsuz ajanla etkileşim içine girmemiş olmalarındandır. Bu nedenle de herhangi bir pestisite karşı tolerans geliştirmiş olmadıkları düşünülmüştür.

İklim kabininde her üç alg türü için optimum şartlarda hazırlanmış olan kültür koşullarında kültürlerin gelişimleri, devamlılıkları ve deneyler gerçekleştirilmiştir. Algal gelişimin tespiti için 500, 680 ve 750 nm'de optik yoğunluk ölçümleri yapılmıştır.

Alg kültürlerinin gelişimi hesaplamak için 60 gün periyodu boyunca her 5 günde bir olacak şekilde yapılan deneylerde Büyüme Oranları (K^{-1}), Günlük Bölünme (Div.day^{-1}) ve Nesil sayıları (Gen^t) hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre deneylerde kullanılan iki yeşil alg türünden *Chlorella vulgaris*'in *Scenedesmus quadricauda*'ya oranla Hızlı Büyüme Safhasının çok daha kısa sürdüğü ancak Durgunluk ve Çökme Safhalarının ise daha uzun bir süre aldığı ve kültürün daha yavaş çöktüğü tespit edilmiştir. Deneylerde kullanılan üçüncü alg türü olan *Cyclotella meneghiniana* ise diğer iki alg türünden biraz daha farklı bir gelişim evresine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. *Cyclotella meneghiniana*'da ise hücre sayısı kültür ortamlarında çok daha az sayıya sahip olmaktadır ve gelişimde hücre sayısı çok daha kısa sürede üssel büyüme fazına girerek kısa süren bir durgunluk safhası geçirdikten sonra çok daha hızlı bir şekilde kültürler ölüm fazına girmişlerdir.

Hem fotosentez hem solunum hem de hücre bölünmesi algal gelişim içinde yer alan olaylardır ve bunlardan herhangi birisi engellenirse bu durumda algal gelişim de etkilenecektir (Yan vd. 2002; Wang vd. 2004; Liu vd. 2006). Pestisitlerin algal gelişim üzerine olan toksisite mekanizmalarının iyi bir şekilde araştırılması bu pestisitlerin kullanımının yaratacağı ekolojik risklerin değerlendirilmesini sağlayabilecek ve buna bağlı olarak da yüksek etkili olan ve düşük toksisiteye sahip pestisitlerin seçimi mümkün olabilecektir (Peng vd. 2001; Nie vd. 2002; Li vd. 2005; Ou vd. 2003a).

Yapılan deneyler sonunda düşük miktardaki pestisit uygulamalarında *Chlorella vulgaris*'te yapılan bu pestisit ilavesi ilk 24 saat boyunca tüm pestisitler klorofil_a oluşumunu teşvik ederek, fotosentezi arttırmıştır. Fakat bu süre içinde spektrofotometrik absorbanslarda ve hücre sayısında belirgin bir artış olmamıştır. 48., 72. ve 96 saatlerde ise gelişim yavaşlamıştır. *Chlorella vulgaris* düşük konsantrasyonda ençok Azinphos-Methyl ve Trichlorfondan etkilenmiştir ancak 100 mgL^{-1} 'lik bu konsantrasyon hiçbir pestisit grubunda EC_{50} değerlerini yakalamayı başaramamıştır. *Cyclotella meneghiniana*'da yapılan düşük miktardaki pestisit uygulamalarında yapılan 100 mgL^{-1} 'lik pestisit ilavesi ilk günlerde kültürler üzerinde olmazken 72. saatten sonra hormonal tarzda bir etki yaratarak gelişimi kontrol gruplarına göre %30'lara varan düzeyde arttırmıştır. 96. saatin sonunda düşük konsantrasyonda *Cyclotella meneghiniana*'da

Parathion-Ethyl ilavesi hücre sayısını, klorofil_a miktarını ve spektrofotometrik absorbans değerlerini arttırarak bu organizma üzerinde gelişmeyi arttırıcı bir etkide bulunmuştur. Diğer pestisitler *Cyclotella* üzerinde anlamlı bir etkide bulunmamıştır. *Scenedesmus quadricauda*'da yapılan düşük miktardaki pestisit uygulamalarında ilk saatlerden itibaren gelişmeyi baskılayıcı bir etki görülmüştür. Bu organizma üzerindeki gelişimi en çok etkileyen pestisit Parathion-Ethyl olarak karşımıza çıkmaktadır. 100 mgL⁻¹'lik konsantrasyon 96 saatte canlı hücre sayısının yaklaşık olarak %55 oranında azalmasına neden olmuştur. Diğer 4 pestisit ilk 72 saat boyunca sürekli azalırken 72. ve 96. saatler arsında muhtemelen kültür içindeki pestisitlerin ortamdaki algler tarafından absorblanmasına bağlı olarak ortamdaki azalmasıyla birlikte ufakta olsa artış göstermiştir.

Düşük konsantrasyon deneylerinde uygulanan konsantrasyon *Cylorella meneghiniana*'da gelişim üzerinde herhangi bir baskı gerçekleştirilmemiştir. *Chlorella vulgaris*'te ise ilk 24 saat hormonal etki gözlenmiştir. *Scenedesmus quadricauda* ise bu deneylerin sonucunda pestisitlerden en fazla miktarda etkilenen organizma olarak tespit edilmiştir.

Yapılan deneyler sonunda yüksek miktardaki pestisit uygulamalarında *Chlorella vulgaris*'te yapılan 300 mgL⁻¹'lik bu pestisit ilavesi Parathion-Ethilde ve Azinphos-Methylde sadece 12 saat boyunca kültürde kontrol gruplarına oranla ufak bir gelişim gösterirken 96. saatin sonunda bütün pestisitler ait oldukları kültürlerin gelişimlerini baskılamışlardır. Yüksek konsantrasyon deneylerinde *Chlorella vulgaris* üzerinde en etkili olan pestisit Azinphos-Methyl olarak tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla Terbufos, Trichlorfon, Parathion-Ethyl ve Malathion takip etmiştir. *Cylorella meneghiniana*'da ise düşük konsantrasyon deneylerinin aksine bu kez gelişim baskılanmıştır. Yine *Cylorella meneghiniana* üzerinde en çok etki gösteren pestisit. Azinphos-Methyl olarak tespit edilmiştir. *Scenedesmus quadricauda*'da ise bu deneylerin sonucunda tüm pestisitler gelişimi büyük oranda geriletmişlerdir. Parathion-Ethil *Scenedesmus quadricauda* gelişimi üzerinde en fazla etkili olan pestisit olmuştur.

Kültüre eklenen pestisitler algler tarafından absorblanıp alg gelişiminde ve protein içeriğinin artışında kullanılabilir besleyici bir madde niteliği kazanır (Shen vd. 1999; Yan vd. 1999). Ancak bu kullanılan pestisitlerin alglerin kendi düzenleme sınırları dışında kalacak şekilde yüksek bir konsantrasyonda verilirse bu durumda da konsantrasyon artışına bağlı olarak alg kültürlerinin gelişimleri pestisitlerin etkinliğine bağlı olarak dereceli olarak önlenmiştir. Bunun sonucunda *Chlorella vulgaris* kültürlerinde alg hücrelerinin yapılarında meydana gelen bozulmaya bağlı olarak alg hücrelerindeki kloroplast yapısı bozulmaya başlamış ve *Chlorella vulgaris*'in tipik at nalı şeklindeki kloroplastı küçülerek hücre çeperinin bir kenarına doğru çekilmiştir. Zaman ilerdikçe kültürünün kontrol grubuna oranla açılmaya başlamıştır. Klorofil *a* içeriği düşmüş ve hücrelerdeki sentez azalmıştır ki bu da protein ve diğer organik madde içeriğinin azalmasına neden olmuştur. *Cylothella meneghiniana*'da ise yüksek konsantrasyonda deney sonunda hücre içlerinde karakteristik olarak bulunan yağ damlacıklarının sayısı ve büyüklükleri artmıştır. *Scenedesmus quadricauda*'da ise 96. saatin sonunda hücre şekilleri küçülerek daha küresel bir hal almıştır. Zamanla beraber kültürün rengi yeşilden, yeşilimsi-sarıya dönmüştür.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Nie vd. (2002), Ou vd. (2003) ve Yue vd. (2007)'nin elde ettikleri sonuçlar ile benzerdir. Bu nedenle, pestisit alg hücrelerine olan toksisitesi ve pestisit alg hücrelerince degregasyonu algler ve pestisitler arasındaki etkileşim sürecinde söz konusu olmaktadır.

Alg hücreleri ve pestisit konsantrasyonları farklı seviyelerde bulduklarında sahip oldukları fonksiyonlar farklı baskınlıkta olmaktadır. Bu nedenle farklı etkiler ve fonksiyonlar sergilenmektedir (Liu vd. 1998). *Chlorella vulgaris*'te pestisit konsantrasyonu daha az olduğunda pestisit degregasyona uğrayarak alg hücreleri tarafından bir nutrientmiş gibi absorbe edilir; ancak daha sonra pestisit zehirli etkisi ortaya çıkacak ve algal gelişimi kısıtlamaktadır. *Cylothella meneghiniana* ise düşük konsantrasyon gelişim üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır. *Scenedesmus quadricauda* ise deneylerde kullanılan 100 mgL⁻¹'lik konsantrasyon gelişimi ilk andan itibaren yavaşlatmıştır.

Tarım alanlarındaki toprak fertilitelerini etkileyen en önemli faktörlerden ve aquatik ortamda balıklar için temel besin kaynağı olan algler doğada çok geniş yayılış göstermektedirler (Yan vd. 1999). Algler aquatik ekosistemlerde önemli bir pozisyona sahiptir. Pestisitlerin tüm dünyadaki geniş kullanımının nedeniyle alglerin hayatta kalmaları, gelişmeleri ve çoğalmaları büyük ölçüde etkilenmektedir. Bu nedenle pestisitler ile yapılan çalışmalar bunların algler üzerine olan toksik etkileri ile ilgili olarak hayati önem taşımaktadır; diğer taraftan algler pestisitlerin kullanıldıkları ortamda, o ortamın güvenliğinin değerlendirilmesinde önemli bir indikatör olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Pestisitlerin algler üzerine olan etkileri ve bunun sonuçlarını görmeye yönelik yapılan çalışmalar yaklaşık 15-20 yıl önce başlamış ve 2000'li yıllardan sonra artmaya başlamıştır. Ancak bu konuyla ilgili çalışmaların büyük çoğunluğu Herbisitlerin alg gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmaya yönelik olmuştur. Son zamanlarda İnsektisitlerinde alg kültürleri üzerinde inhibe edici etkilerinin ortaya çıkmasıyla bu konu üzerindeki çalışmalarda artmaya başlamıştır. Daha önce benzer konuda yapılmış çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaları yapan araştırmacıların sonuçları ile bizim çalışmamızın sonuçları arasında benzerlikler olduğu tespit edilmiştir.

Pestisitlerin hedef olmayan sucul bitkiler üzerine olan etkileri yalnızca birkaç tür kullanılarak tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan bir derleme çalışmasında Swanson vd. (1991) tatlı su algleri ve sucul vasküler bitkilerin duyarlılıkları arasında büyük değişkenlik olması nedeniyle ekolojik olarak anlamlı sonuçlar elde edebilmek için çok sayıda türün test edilmesinin gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar amaca uygun türlerin kullanılmasının önemine de vurgu yapmışlardır. Blanck vd. (1984), toksisite ile ilgili olarak alg türleri arasında 3 kata kadar ulaşabilen interspesifik farklılıklar tespit etmişler ve türlerden her hangi birisinin çeşitli kimyasallara karşı en duyarlı tür olarak belirlenemediğini ve bu nedenle de indikatör tür kavramına şüpheyle bakılabileceğini belirtmişlerdir (Peterson vd., 1997).

Genelde yeşil algler biyovolüm ve yüzey alanı olarak Diatomlardan daha küçüktürler. Dolayısı ile pestisit inhibisyonu için daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç

duyarlar (Tang vd., 1998). Farklı besin düzeyleri ve farklı taksonomik gruplardan seçilen organizmaların test edilmesiyle belirlenen pestisit biyokonsantrasyonu ve toksisitesi sucul ortamların ekolojik yönden tehlike değerlendirilmelerinde önemli bir kriterdir (Manthey vd., 1993).

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre deneylerde kullanılan iki yeşil alg türünden *Scenedesmus quadricauda*'nın, *Chlorella vulgaris*'ten kullanılan pestisitlerin tümü için daha hassas olduğu tespit edilmiştir. Peteson vd. (1997), Olivier vd. (2003), Ferraz vd. (2004) ve Ma vd. (2004)'nin yaptığı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Fargasova 1997 yılında yaptığı çalışmada pestisitlerin *Scenedesmus*'un büyüme eğrisi ve klorofil_a gelişimi üzerinde baskılayıcı bir etkisi olduğunu tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda da pestisit uygulamalarında 72. saatten sonra renkte bir sararma görülmeye başlanmış ve alg hücrelerinde bulunan pirenoidlerin yapısı bozulmaya başladığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla kullanılan pestisitlerin metabolik aktivitenin baskılandığı söylenebilir. Yapılan Düşük ve Yüksek konsantrasyon deneylerinin sonuçlarından elde edilen verilere göre yapılan değerlendirmede deney organizması olarak seçilen diatom türünün (*Cyclotella meneghiniana*) diğer iki yeşil alg türünün aksine düşük pestisit konsantrasyonlarında gelişiminin hızlandığı ve yüksek konsantrasyonlarda ise yeşil algler kadar pestisitlerden etkilenmediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak diatom türlerinin diğer alglere göre daha dirençli olduğu söylenebilir ki Lockert vd.,'in (2006) yılında yaptığı benzer bir çalışmada da benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda Tang vd., (1997)'nin farklı organizmalarla ve Herbisitlerle yaptığı çalışma da bizim çalışmamızla benzer sonuçları içermektedir.

Tek yönlü ANOVA analizi ve Student-Newman-Keul's metoduna göre test edilen çalışmada kullanılan pestisitlere göre en dirençli organizma istatistiksel hesaplamalar sonucunda *Cyclotella meneghiniana* olmuştur, bunu *Chlorella vulgaris* ve *Scenedesmus quadricauda* takip etmiştir. Kullanılan pestisitlerin algler üzerine inhibe edici özelliklerine bakıldığında ise, *Chlorella vulgaris* için en etkili pestisit Azinphos-Methyl > Trichlorfon > Terbufos > Parathion-Ethyl > Malathion olarak tespit edilmiştir. *Scenedesmus quadricauda* için Parathion-Ethyl > Trichlorfon > Azinphos-Methyl > Terbufos > Malathion olarak tespit edilmiştir. *Cyclotella meneghiniana*'da ise durum

biraz farklı gelişmiştir. Düşük konsantrasyon için Parathion-Ethyl > Malathion > Terbufos kültür gelişimini kontrol grubuna oranla hızlandırırken, Yüksek pestisit konsantrasyonunda ise kullanılan pestisitlerin kültürü etkilemesi Azinphos-Methyl > Terbufos > Trichlorfon > Malathion > Parathion-Ethyl şeklinde tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde bu fark istatistiksel olarakta önemlidir ($p = < 0,01$).

Organofosfor insektisitlerin karasal bitkilerdeki bitki sitokromu P450 monooksijenazlarını inhibe ettiği bilinmektedir (Biediger vd 1992; Kaputsa ve Krausz 1992). Sitokrom P450 monooksijenazların ksenobiyotiklerin detoksifikasyonlarında ve bitkilerdeki pestisitlerin yıkımında rol aldıkları bilinmektedir. Varsano vd., (1992) P450 monooksijenazın inhibe edilmesi durumunda mısırdaki triazine herbisitine karşı duyarlılığın arttığını tespit etmişlerdir. Buna ek olarak, mısırlarla yapılan testler sok kullanılan organofosfor bir insektisit olan malathion'un bentazone'un hidroksilasyonunu inhibe ettiğini göstermiştir (Baerg vd., 1996). Bu nedenle, P450 monooksijenazların yüksek bitkilerde ksenobiyotiklerin detoksifikasyonlarında rol alabileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Benzer şekilde, bilim adamları *Chlorella*'da çok çeşitli P450 enzimlerinin bulunduğunu ve metflurazone'un degregasyonunun P450'ya bağımlı olduğunu ileri sürmüşlerdir (Thies vd., 1996). Buna göre ksenobiyotiklerin alglerdeki yıkımının yüksek bitkilerdeki gibi bir süreçle işliyor olması kuvvetle muhtemeldir. (Munkegaard vd., 2008).

GC-NPD cihazında ölçülen değerlerin hesaplanmasından sonra genel olarak seçilen 5 pestisitinde her üç alg türü tarafından yüksek oranlarda biriktirildiği bulunmuştur. Bu birikim alg hücreleri tarafından absorbe mi edildiği yada üzerinde tutulduğu ile ilgili herhangi bir sonuca varılamamıştır. Terbufos her üç alg türünde de yüksek oranda biriktirilirken Azinphos-methylin *Chlorella* sp. ve *Cyclotella* sp.'de neredeyse tamamen ortadan kalktığı tespit edilirken bir diatom olan *Scenedesmus* sp.'de ise neredeyse hiç birikim olmamış, süzülen suda yapılan kalıntı analizlerinde yüksek miktarlarda bu pestisit olduğu tespit edilmiştir.

Test organizmalarının 96 saat sonunda %50'sinin ölümüne yol açan konsantrasyonlara bakıldığında ise Trichlorfon'un yeşil algler üzerinde çalışmada

kullanılan diğer pestisitlere oranla daha etkili olduğu söylenebilir. Diatom türü olan *Cyclotella* sp.'de ise bu ilaçlardan daha yüksek konsantrasyonlarda etkilendiğinden yeşil algelere göre daha dirençli olduğu sonucuna varılmıştır. Her iki yeşil alg türü Malathion'a karşı diatom türüne göre daha dirençli olarak bulunmuştur. Kullanılan pestisitlerin beşide İnsektisit özellikli oldukları için alg türlerini etkiledikleri konsantrasyonlar herbisitlerle yapılan benzer çalışmalara göre daha yüksek olması normal bir durumdur.

Gala Gölü, çevresine bulunan çeltik tarlalarının su ihtiyacını karşılamak amacıyla yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Etrafında yoğun çeltik tarımı yapılan Gala Gölü için alınabilecek önlemler;











- Kirlenmiş alanların risk sınıflamasının yapılması,
- Kirlenmiş alan temizlenmesi için gerekli çalışmaların yapılması,
- Toprak ve su kirlenmesinin önlenmesi ile ilgili program ve projelerin uygulaması,
- Kirlilik riski yüksek olan alanlarda acil müdahale plânlarının yapılması,
- Gübre ve pestisitlerin kontrollü ve doğru kullanılmasının sağlanması,
- Düzenli izleme ağının oluşturulması gerekmektedir.
- Sulama sularının kalitesi izlenerek, üretimin olumsuz şekilde etkilenmesinin önlenmesi;
- Tarımsal faaliyetlerin yüzey ve yeraltı sularını kirletmesinin önlenmesi şeklinde sıralanabilir.

5 Mart 2005 tarihli resmi gazetede yayınlanan 2005-8547 sayılı bakanlar kurulu kararı ile "Milli Park" ilan edilen Gala Gölü, Türkiye'nin 36. milli parkıdır. Sulak alan olması, göl-orman ekosistemi oluşturmasının yanı sıra Avrupa'nın başka bölgelerinde görülmeyen pek çok kuş türü de dahil olmak üzere toplam 130 kuş türüne ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle *Pelecanus crispus* (Tepeli pelikan), *Plegadis falcinellus* (Çeltikçi) ve *Phalacrocorax pygmeus* (Küçük karabatak) gibi nadir türleride barındırmaktadır.

Çok sayıda kuş türüne kışlama ve beslenme konusunda ev sahipliği yapması, milli park olması, çevresinde yoğun bir tarımsal aktivite olması, çalışmamız başında da belirtildiği gibi kirlenme ve aşırı kuş avcılığı gibi nedenlerle benzeri çalışmaların belli periyotlarla yapılması gerekmektedir.

7. EKLER

Ek 1. Avrupa Birliği Tehlike Sembolleri.

				
<i>Patlama</i> (E)	<i>Oksitleyici</i> <i>Etken</i> (O)	<i>Yüksek Derece</i> <i>Yanabilir</i> (F)	<i>Aşırı Derece</i> <i>Yanabilir</i> (F+)	<i>Zarar veren</i> <i>kimyasal madde</i> (C)
				
<i>Toksik</i> (T)	<i>Çok toksik</i> (T+)	<i>Zararlı</i> (Xn)	<i>Tahriş edici</i> <i>madde</i> (Xi)	<i>Çevre için</i> <i>tehlikeli</i> (N)

Ek 2. Avrupa Birliği Risk Kodları.**R1:** Kuru olduğu durumda patlayıcı.**R2:** Çok, ovalama, ateş ya da diğer yanma kaynakları ile patlama riski.**R3:** Çok, ovalama, ateş ya da diğer yanma kaynakları ile Şiddetli patlama riski.**R4:** Çok hassas patlayıcı metalik bileşikler oluşturur.**R5:** Isıtma ile patlama olasılığı.**R6:** Hava ile temas ile patlama.**R7:** Yangına neden olabilir.**R8:** Kolay tutuşan maddelerle teması yangına neden olabilir.**R9:** Kolay tutuşan maddelerle karıştırıldığında patlayıcı**R10:** Çabuk tutuşan.**R11:** Oldukça çabuk tutuşan.**R12:** Son derece çabuk tutuşan.**R13:** Son derece çabuk tutuşan sıvılaştırılmış gaz.**R14:** Suyla Şiddetli bir reaksiyon.**R15:** Su ile teması Contact with water son derece çabuk tutuşabilen bir gaz açığa çıkarır**R16:** Okside edici maddelerle karıştırıldığında patlayıcı.**R17:** Havada kendiliğinden alev alabilen..**R18:** Kullanım esnasında çok kolay tutuşabilen/patlayan bir hava-buhar karışımı oluşturabilir.**R19:** Patlayıcı peroksidazlar meydana getirebilir.**R20:** Solunduğunda zararlı.**R21:** Deri teması meydana geldiğinde zararlı.**R22:** Çiğnendiği taktirde zararlı..**R23:** Solunduğunda toksik etkili.**R24:** Deri teması meydana geldiğinde toksik etkili.**R25:** Çiğnendiği taktirde toksik etkili.**R26:** Solunduğunda oldukça toksik etkili**R27:** Deri teması meydana geldiğinde oldukça toksik etkili.**R28:** Çiğnendiği taktirde oldukça toksik etkili.

- R29:** Su ile teması toksik gaz açığa çıkarır.
- R30:** Kullanım esnasında oldukça patlayıcı olabilir.
- R31:** Asitler ile teması toksik gaz açığa çıkarır.
- R32:** Asit ile teması toksik gaz açığa çıkarır..
- R33:** Birikerek artan ekte tehlikesi.
- R34:** Yanıklara neden olur.
- R35:** Şiddetli yanıklara neden olur.
- R36:** Gözler için tahriş edici.
- R37:** Solunum sistemi için tahriş edici
- R38:** Deri için tahriş edici.
- R39:** Çok önemli ve geri dönüşümü olmayan etki tehlikesi.
- R40:** Az da olsa kansere yol açan etkilere sahip.
- R41:** Gözlere ciddi zarar verme riski
- R42:** Soluma yolu ile duyarlılığa neden olabilir.
- R43:** Deri teması ile duyarlılığa neden olabilir.
- R44:** Kapalı ortamda ısıtılırsa patlama riski.
- R45:** Kansere neden olabilir.
- R46:** Kalıtsal genetik hasara neden olabilir.
- R47:** Doğum hasarlarına neden olabilir.
- R48:** Uzun süre maruz kalındığında ciddi sağlık sorunlarına yol açma tehlikesi.
- R49:** Soluma yolu ile kansere neden olabilir.
- R50:** Sucul organizmalar için oldukça toksik etkili.
- R51:** Sucul organizmalar için toksik etkili.
- R52:** Sucul organizmalar için zarar verici.
- R53:** Su ortamında uzun süreli zararlı etkilere neden olabilir.
- R54:** Flora için toksik etkili.
- R55:** Fauna için toksik etkili.
- R56:** Toprak organizmaları için toksik etkili.
- R57:** Arılar için toksik etkili.
- R58:** Ortamda uzun süreli zararlı etkilere neden olabilir.
- R59:** Ozon tabakası için tehlikeli.
- R60:** Fertilitede azalmaya neden olabilir.

- R61:** Doğmamış çocuklar için zarar verici olabilir.
- R62:** Fertilitede azalma riski.
- R63:** Doğmamış çocuklar için zarar verme olasılı riski.
- R64:** Anne sütü ile beslenen bebeklere zarar verici olabilir.
- R65:** Zararlı; ağız yolu ile alınırsa ciğerlere zarar verebilir.
- R66:** Tekrar eden maruz kalma durumları deride kurumaya ya da çatlamaya neden olabilir.
- R67:** Buharı baş dönmesi ve sersemliğe neden olabilir.
- R68:** Geri dönüşümü olmayan etkilere neden olma riski.
- R20/21:** Soluma ya da deri teması ile zararlı.
- R20/21/22:** Soluma, deri teması ve ağız yoluyla alındığında zararlı.
- R20/22:** Soluma ve ağız yoluyla alındığında zararlı.
- R21/22:** Deri teması ve ağız yoluyla alındığında zararlı
- R23/24/25:** Soluma, deri teması ve ağız yoluyla alındığında toksik.
- R23/25:** Soluma ve ağız yoluyla alındığında toksik.
- R26/27/28:** Soluma, deri teması ve ağız yoluyla alındığında oldukça toksik.
- R26/28:** Soluma ve ağız yoluyla alındığında oldukça toksik.
- R36/37:** Gözler ve solunum sistemi için tahriş edici.
- R36/37/38:** Gözler, solunum sistemi ve deri için tahriş edici.
- R36/38:** Gözler ve deri için tahriş edici.
- R37/38:** Solunum sistemi ve deri için tahriş edici.
- R42/43:** Soluma ve deri teması ile hassasiyete neden olabilir.
- R48/22:** Tehlikeli; ağız ile alınıp uzun süreli maruz kalma durumlarında ciddi sağlık tehlikesi.
- R50/53:** Sucul organizmalar için oldukça toksik etkili; Su ortamında uzun süreli zararlı etkilere neden olabilir.
- R51/53:** Sucul organizmalar için toksik etkili; Su ortamında uzun süreli zararlı etkilere neden olabilir
- R52/53:** Sucul organizmalar için zararlı; Su ortamında uzun süreli zararlı etkilere neden olabilir

8. KAYNAKLAR

AMDUR, M.O., DOULL, J., KLASSEN C.D. 1991. Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons, Pergamon Press, New York 1033, 565-623.

ANONYMOUS, 1993. Decision-making scheme for the environmental risk assesment of plant protection products. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23,1.

ANONYMOUS, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Ed., APHA, AWWA, WPCF, Washington.

ANONYMOUS. 2002. Evros Delta. The Annotated Ramsar List: Greece. http://www.ramsar.org/profiles_greece.htm

ANONYMOUS. 2003. <http://www.geocities.com/millipark22/galagolu.htm>

ANONYMOUS. 2003a. Evros Estuarine Delta Wetland. Hellenic Republic. Ministry of Foreign Affairs. <http://www.mfa.gr/english/greece/today/environment/wetlands/evros.html>

ANONYMOUS. 2003b. The Annotated Ramsar List: Turkey. http://www.ramsar.org/profiles_turkey.htm

ASTM 2000 Annual Book of ASTM Standards. Test Metod D 1234. Sampling and testing stople length of grease wool. Sec.7. Vol.07.01: 275-278, ASTM, West Conshohocken, PA.

BAERG, R.J., BARRETT, M., POLGE, N.D. 1996. Insecticide and insecticide metabolite interactions with cytochrome P450 mediated activities in maize. Pestic Biochem Physiol 55:10–20.

BEARDALL, J., MORRIS, I. 1976. The concept of light intensity adaptation in marine phytoplankton: some experiments with *Phaeodactylum tricorutum*. Mar. Biol. 37: 377–87.

BEIJERINCK, M.W. 1890. Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen algen. Z. Bot. 47: 757-768.

BELCHER, H., SWALE, E. 1988. Culturing Algae, Kendal, pp25.

BENEDICT, C.R., McCREE, K. J., KOHEL, R. J. 1972d. High photosynthetic rate of a chlorophyll mutant of cotton. Plant Physiol. 49: 968-971.

BESZTERI, B., ÁCS, É., MEDLIN, L. 2005. Conventional and geometric morphometric studies of valve ultrastructural variation in two closely related *Cyclotella* species (Bacillariophyta). *European Journal of Phycology* 40: 89-103.

BESZTERI, B., JOHN, U., MEDLIN, L.K. 2007. An assessment of cryptic genetic diversity within the *Cyclotella meneghiniana* species complex (Bacillariophyta) based on nuclear and plastid genes, and amplified fragment length polymorphisms. *European Journal of Phycology* 42: 47-60.

BLANCK, H., WALLIN, G., WANGBERG, S.A., 1984. Species-dependent variation in algal sensitivity to chemical compounds. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 8, 339-351.

BİEDİGER, D.L., BAUMANN, P.A., WEAVER, D.N., CHANDLER, J.M., MERKLE, M.G. 1992. Interactions between primisulfuron and selected soil-applied insecticides in corn (*Zea mays*). *Weed Technol* 6:807–812.

BRÉBISSON, L.A. DE & GODEY, L.L. 1835. Algues des environs de Falaise, décrites et dessinées par MM. de Brébisson et Godey. pp. [i], [1]-66, 256-269, 8 pls. Falaise: Imprimerie de Brée l'Ainé.

BURKIEWICZ, K., SYNAK, R., TUKAJ, Z. 2005. Toxicity of Three Insecticides in a Standard Algal Growth Inhibition Test with *Scenedesmus subspicatus*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 74: 1192–1198.

CARLSON, R. 1994. Silent Spring. Houghton Mifflin Company. Boston, 368.

CİRİK, S., GÖKPINAR, Ş. 1993. Plankton Bilgisi ve Kültürü. E.Ü. Su Ürünleri Fak.Yay. N:47. Ders Kitabı Dizini. N:19 247 S. (Isbn-975 -483-221-8) İzmir.

CİRİK, S. GÖKPINAR, Ş. 2009. Plankton Bilgisi ve Kültürü. E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 47, Ders Kitabı Dizin No:17, Bornova, İzmir (6. BASKI)

CHİNİ ZİTELLİ, G., RODOLFİ, L., TREDİCİ, M.R., 2000, Mass cultivation of marine microalgae under natural , mixed and artificial illumination, Abstracts of the 4th European workshop on biotechnology of microalgae, Bergholz-Rehbrücke, Germany.

CONWAY, G. R., PRETTY, J. N. 1991. Unwelcome Harvest: Agriculture and Pollution, Earthscan, London.

CROSBY, D.G. 1973. The Fate Of Pesticides In The Environment. *Ann. R. ev. Plant Physiol.* 24: 467-492.

DELEN, N., DURMUŞOĞLU, E., GÜNCAN, A., GÜNGÖR, N., TURGUT, C., BURÇAK, A. 2006. Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı Ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre.

de **OLIVEIRA-FILHO, E.,C., LOPES, R., PAUMGARTTEN, F.,J.,R., 2004.** Comparative study on the susceptibility of fresh water species to cooper based pesticides, *Chemosphere*, 56, 369-374.

DİNÇER, A.R., DÖKMECİ, H. 2005 Concentration of some heavy metals in the Gala lake waters, sediments and pollution sources, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 4(7), 759-765.

DOKULİL, M.T. 2003. Algae as ecological bio-indicators. *Bioindicators and biomonitoring*. Chapter 9. pp285-327. Elsevier Science Ltd.

D.S.İ, 1986 Gala Gölü Limnolojik Araştırma Raporu, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.

DSİ. 1987. Aşağı İpsala Projesi, Yenikarpuzlu Depolaması ve Sulaması Planlama Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

DSİ. 1996. Aşağı İpsala Projesi, Yenikarpuzlu Depolaması ve Sulaması. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

DSİ. 1997. Ergene Nehri Kirlilik Araştırması Raporu. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İçmesuları ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.

DSİ. 2001. Gala Gölündeki Sorunların Çözüm Yolları Üzerinde Araştırmalar. (1.Yıl Çalışma Planı). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara

DSİ. 2003. Meriç Deltası Sulak Alanların İyileştirilmesi (Rehabilitasyonu) Üzerine Araştırmalar. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne.

ÇAMUR-ELİPEK, B., KIRGIZ, T, GÜHER, H., ARSLAN, N., ÖTERLER, B. 2008. Gala Gölü (Edirne)'nün bazı fizikokimyasal özellikleri ile Planktonik Organizma ve Bentik Makroomurgasız İlişkileri Üzerine Bir Ön Çalışma. III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu Urla-İzmir.

EDNA, M.L., BROOK, A.J. 1980. Desmids of The English Lake District, S.115, *Freshwater Biological Association Scientific Publication*, Buckingham, England.

ETTL, H., GÄRTNER, G. 1995. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. Vol. vii + 721. Stuttgart: Gustav Fischer.

EXTOXNET. 1996. Sethoxydim. Pesticide Information Profiles. Extension Toxicology Network. <http://ace.orst.edu/info/extoxnet/>.

FERRAZ, D.G.B., SABATER, C., CARRASCO J.M. 2004. Effects of propanil, tebufenozide and mefenacet on growth of four freshwater species of phytoplankton: a microplate bioassay *Chemosphere* 56 315–320.

FARGASOVA, A. 1997. The Effects of Organotin Compounds on Growth, Respiration Rate, and Chlorophyll a Content of *Scenedesmus quadricauda*. *Ecotoxicology And Environmental Safety* 37, 193–198.

FOGG, G.E. 1975. *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology*.

FOTT, B., NOVÁKOVÁ, M. 1969. A monograph of the genus *Chlorella*. The freshwater species. In: *Studies in Phycology*. (Fott, B. Eds), pp. 10-74. Stuttgart: Schweizerbart'sche.

GAMA-FLORES, J. L., SARMA, S.S.S., NANDINI, S. 2004. Acute and chronic toxicity of the pesticide methyl parathion to the rotifer *Brachionus angularis* (Rotifera) at different algal (*Chlorella vulgaris*) food densities *Aquatic Ecology* 38: 27–36.

GOMEZ de BARREDA FERRAZ, D., SABATER, C., CARRASCO, J.M. 2004. Effects of propanil, tebufenozide and mefenacet on growth of four freshwater species of phytoplankton: a microplate bioassay *Chemosphere* 56 315–320.

GÜNDÜZ, T., 1994, Çevre Sorunları, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, yayınları, Ankara.

GÜRNİL, M. 1989. "Enez ve Çevresi Toprakları". Gala Gölü ve Sorunları Sempozyumu. 27.Mayıs.1988-Enez. Bildiriler. Doğal Hayatı Koruma Derneği Bilimsel Yayın Serisi. Kırıl Matbaası.

PETERSON, H.G., BOUTINB, C., FREEMARKB, K.E., MARTINC, P.A. 1997. Toxicity of hexazinone and diquat to green algae, diatoms, cyanobacteria and duckweed *Aquatic Toxicology* 39 (1997) 111-134

HARTLEY, B. 1996. *An Atlas of British Diatoms*, S. 601, Biopress Limited, Bristol, England.

HEIM, R. 1966. *Les Algues D'eau Douce*, S.511, Ouvrage Publie Avec le Concours du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, France.

HOEK, C. V. D., D. G. MANN AND H. M. JAHNS. 1995. *Algae: An Introduction to Phycology*. 12-13,24-25, 300-301. New York, N.Y.: Cambridge University Press.

HONG, Y., HU, H. Y., LI, F. M. 2008. Growth and physiological responses of freshwater green alga *Selenastrum capricornutum* to allelochemical ethyl 2-methyl acetoacetate (EMA) under different initial algal densities *Pesticide Biochemistry and Physiology* 90 (2008) 203–212

<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id12729/>

http://www.ccap.ac.uk/media/documents/BB_000.pdf

<http://www.ccap.ac.uk/media/documents/DM.pdf>

http://www.ehrenstorfer.com/redirect_0.html

<http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/2006/August/Day-02/p12343.htm>

<http://www.fb.u-tokai.ac.jp/WWW/hoshi/env/light.html>

<http://www.hausserscientific.com/hausserbrightlinedirect.htm>

<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc134.htm>

<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artoct05/mmdesmid.html>

HU, H., WEI, Y. 2006. The freshwater algae of China. Systematics, taxonomy and ecology. pp. [4 pls of 16 figs], [i-iv], i-xv, 1-1023.

ISO 8692:1989. Water quality - Fresh water algal growth inhibition test with *Scenedesmus subspicatus* and *Selenastrum capricornutum*. 95.99 (2004-09-22). www.iso.org.

JANSSEN M, BATHKE L, MARQUARDT J, KRUMBEIN WE, RHIEL E. 2001. Changes in the photosynthetic apparatus of diatoms in response to low and high light intensities. *Int Microbiol. Mar*;4(1):27-33.

JIANYI, M.A., NINGHAI, L.U., QIN, W., XU, R., WANG, Y., CHEN, X. 2006. Differential responses of eight cyanobacterial and green algal species, to carbamate insecticides *Ecotoxicology and Environmental Safety* 63; 268–274.

JOHN, D.M., TSARENKO, P.M. 2002. Order Chlorococcales. In: *The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae.* (John, D.M., Whitton, B.A. & Brook, A.J. Eds), pp. 327-409. Cambridge: Cambridge University Press.

JOHN, D. M., WHITTON, B. A., BROOK, A. J. 2005. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae* (2005) Cambridge University Press.

JUNGHANS, M., BACKHAUS, M., FAUST, M., SCHOLZE, M., GRIMMEA, L. H. 2006. Application and validation of approaches for the predictive hazard assessment of realistic pesticide mixtures *Aquatic Toxicology* 76: 93–110.

- KACZMARSKA, I., BEATON, M., BENOIT, A.C., MEDLIN, L.K. 2006.** Molecular phylogeny of selected members of the order Thalassiosirales (Bacillariophyta) and evolution of the fulcrotortula. *Journal of Phycology* 42: 121-138.
- KAPUTSA, G., KRAUSZ, R.F. 1992.** Interaction of Terbufos and Nicosulfuron on Corn (*Zea mays*). *Weed Technol* 6:999–1003.
- KAYA, M., KURTONUR, C. 2003.** Gala Gölü ve Çevresinin (EDİRNE) Ornitho Faunası Üzerine Araştırmalar, *Trakya Üniv. J. Sci*, 4(2) : 169-179,
- KIELY, T., DONALDSON D., GRUBE, A. 2004.** Pesticides Industry Sales and Usage 2000 and 2001 Market Estimates. U.S. Environmental Protection Agency. pp 48.
- KIRGIZ, T. 1989.** Gala Gölü Bentik Faunası. *Anadolu Üniv. Fen-Ed. Fak. Dergisi* cilt 1, s.2, 67-87.
- KIRGIZ, T. 1988.** Gala Gölü Chironomidae (Diptera) larvaları üzerinde bir ön çalışma. IX. Ulusal Biyoloji Kong. 21-23 Eylül 1988 cilt 2, 489-498. Sivas,1988.
- KIRK, J.T.O., 1994,** Light and photosynthesis in aquatic systems, Cambridge University Press, Cambridge.
- KOMMAREDDY, A. AND G. ANDERSON. 2003.** Study of light as a parameter in the growth of algae in Photo-Bio Reactor. ASAE Paper No. 034057. Las Vegas, Nevada: ASAE.
- KONSTANTINOU, I. K., HELA, D. G., ALBANIS, T. A. 2006.** The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of Greece. Part I. Review on occurrence and levels *Environmental Pollution* 141; 555-570.
- KOZAI, T., K. OHYAMA, F. AFREEN, S. ZOBAYED, C. KUBOTA, T. HOSHİ AND C. CHUN. (1999)** Transplant production in closed systems with artificial lighting for solving global issues on environmental conservation, food, resources and energy. *Proc. of ACESYS III Conference, Rutgers University, CCEA*, 31-45.
- KRAMMER, K, BERTALOT, H.L. 1985.** Naviculaceae, S. 229, *In der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, Germany.*
- KRIENITZ, L., HEGEWALD, E.H., HEPPELLE, D., HUSS, V.A.R., ROHR, T., WOLF, M. 2004.** Phylogenetic relationship of *Chlorella* and *Parachlorella* gen. nov. (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Phycologia* 43: 529-542.
- KÜTZING, F.T. 1844.** Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: Zu finden bei W. Köhne.
- LAVENS, P., SORGELOOS, P. 1996.** Manuel on the Production and Use of Live Food for Aquaculture, *FAO Fisheries Technical Paper, No:361, Rome*, 295 p.

LEWIS, H.T., BRITTON, M.E. 1972. The Algae of Illionis, S.383, Hafner Publishing Company Inc., Newyork, USA.

LEWIS M. A. 1993. Freshwater primary producers. In Handbook of Ecotoxicology Vol. 1 (Edited by Calow P.), pp. 28-38. Blackwell Scientific, Oxford.

LÌ, X.Q., XU, L.G., MA, J.Y. 2005. Combination toxicity of prometryne and permeating agent on *Chlorella pyrenoidosa*. China Environmental Science, 25,432-436.

LÌU, Z., TIAN, S.Z., WONG, J.H. 1998. Studies on positive growth response of *Chlorella pyrenoidosa* to low concentration Bis (2-Ethylhexyl) phosphoric acid. Environmental Chemistiy, 17, 120-126.

LÌU, Q., ZHANG, X.F., LÌ, T.W., SU, X.R. 2006. Effects of light on growth rate, chlorophyll level and cell cycle in four algae species. Journal of Dalian Fisheries University, 21, 24-30.

LOCKERT, C. K., HOAGLAND, K. D., SIEGFRIED, B. D. 2006. Comparative Sensitivity of Freshwater Algae to Atrazine Bull. Environ. Contam. Toxicol. 76:73–79.

LONG, E.R., D.D. MACDONALD. 1998. Recommended uses of empirically derived, sediment quality guidelines for marine and estuarine ecosystems. Human and Ecological Risk Assessment 4 (5), 1019–1039.

LUND, J.W.G., KIPLING, C., Le CREN, E.D. 1958. The Inverted Microscope Method of Estimating Algal Numbers and the Statistical Basis of Estimations by Counting. Hidrobiologia, 11: 143-170.

MA, J., LIANG, W., XU, L., WANG, S., WEI, S., LU, J. 2001. Acute Toxicity of 33 Herbicides to the Green Alga *Chlorella pyrenoidosa* Bull. Environ. Contam. Toxicol. 66: 536–541.

MA, J., ZHENG, R., XU, L., WANG, S., 2001, Differential sensitivity of two green algae, *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa*, to 12 pesticides, Ecotoxicology and Enviromental Safety, 52, 57-61

MA, J., XU, L., WANG, S., ZHENG, R., JIN, S., HUANG, S., HUANG, Y., 2001. Toxicity of 40 herbicides to the green alga *Chlorella vulgaris*, Ecotoxicology and Enviromental Safety, 51, 128-132.

MA, J., ZHENG R., XU L., VE WANG S. 2002 Differential Sensitivity of Two Green Algae, *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa*, to12 Pesticides Ecotoxicology and Environmental Safety 52, 57–61.

MA, J., LÌN, F., ZHANG, R., YU, W., LU, N., 2004. Differential sensitivity of two green algae, *Scenedesmus quadricauda* and *Chlorella vulgaris*, to 14 pesticides, Ecotoxicology and Enviromental Safety, 58, 61-67.

MA, J., LU, N., QIN, W., XU, R., WANG, Y., CHEN, X. 2006. Differential responses of eight cyanobacterial and green algal species, to carbamate insecticides Ecotoxicology and Environmental Safety 63: 268–274.

MANTHEY M, FAUST M, SMOLKA S, AND GRIMME LH. 1993. Herbicide bioconcentration in algae: Studies on lipophilicity-sorption-activity relationships (LSAR) with *Chlorella fusca*. Sci Total Environ. 1:453–459.

MAYER P., JENSEN J. F. 1995. Factors affecting results of algal toxicity tests. MS thesis, Technical University of Denmark, Institute for Environmental Science and Technology, Lyngby.

McCREE, K.J. 1972a. The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. Agric. Meteorol. 9: 191-216.

McCREE, K.J. 1972b. Test of current definitions of photosynthetically active radiation against actual leaf photosynthesis data. Agric. Meteorol. 10: 443-453.

McCREE, K.J. 1972c. Significance of enhancement for calculations based on the action spectrum for photosynthesis. Plant Physiol. 49: 704-706.

McEVEN F.L., STEPHENSON, G.L., 1979. The use and significance of pesticides in the environment, John Wiley & Sons Pub., New York 538.

McCORMICK M.J., FAHNENSTIEL G.L., LOHRENZ S.E., REDALJE D.G. 1996. Calculation of cell-specific growth rates : A clarification. Limnology and oceanography vol. 41, no1, pp. 182-189.

MITROVIĆ, M.S., CHESSMAN C.B., ETSELLE, A.D., RYAN N. 2008. Development of blooms of *Cyclotella meneghiniana* and *Nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) in a shallow river and estimation of effective suppression flows. Hydrobiologia. 596:173–185.

MOREL, A., BRICAUD, A. 1981. Theoretical results concerning light absorption in a discrete medium, and application to specific absorption of phytoplankton. Deep Sea Res. I 28: 1375–93.

MUNKEGAARD, M., ABBASPOOR, M., CEDERGREEN, N. 2008. Organophosphorous insecticides as herbicide synergists on the green algae *Pseudokirchneriella subcapitata* and the aquatic plant *Lemna minor*. Ecotoxicology. 17:29–35.

MYERS, J., CLARK, L. B. 1944. Culture conditions and development of the photosynthetic mechanism. II. An apparatus for the continuous culture of *Chlorella*. J. Gen. Physiol. 28:103–12.

NAKATA, H., HIRAKAWA, Y., KAWAZOE, M., NAKABO, T., ARIZONO, K., ABE, S., I., KITANO, T., SHIMADA, H., WATANABE, I., LI, W., DING, X., 2005.

Concentrations and compositions of organochlorine contaminants in sediments soils, crustaceans, fishes and birds collected from Lake Tai, Hangzhou Bay and Shanghai city region, China, *Environmental Pollution*, 133, 415-429

NEUMÜLLER, M., CUNNINGHAM, A., MCKEE, D. 2002. Assesment of a microscopic photobleaching technique for measuring the spectral absorbtion efficiency of individual phytoplankton cells. *Journal of Phytoplankton Research* 24 (8): 741-746.

NİE, X.P., LAN, C.Y., LİN, L., HUANG, M.H. 2002. The effects of aroclor 1254 on the growth of *Chlorella pyrenoidosa* and *Scenedesmus obliquus*. *ACTA Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 41,68-71.

NUSH, E., 1980. Comparison of differents methods for Chlorophilla and phaeropigments determination, *Archiv für Hydrobiologie.*, 4: 14-36.

NUSCH, E.A. 1982. Evaluation of growth curves in bioassays. ISO/TC 147/SC 5/WG5 N62. Netherlands Normalisatie Instituut, Delft, The Netherlands.

NYHOLM, N., KILLQVIST, T. 1989. Methods for growth inhibition toxicity tests with freshwater algae. *Environ. Toxicol. Chem.* 8: 689-703.

NYHOLM, N., PETERSEN, H. G. 1997. Laboratory bioassays with microalgae. Chapter 9.

OKAMURA H., PIAO, M., AOYAMQA, I., SUDO, M., OKUBO, T., NAKAMURA, M., 2002. Algal growth inhibition by river water pollutants in the agricultural area around Lake Biwa, Japan, *Environmental Pollution* 117, 411 – 419

OLIVIÉR, S., SCRAGG, A.H., MORRISON, J. 2003. The effect of chlorophenols on the growth of *Chlorella* VT-1, *Enzyme and Microbial Technology* 32 837–842.

ORTAK, R., KIRGIZ, T. 1988. Gala Gölü Cladocera ve Copepoda (Crustaceae) Türleri. IX. Ulusal Biyoloji Kong., 21-23 Eylül 1988 cilt 2, 377-385. Sivas.

OU, X.M., LEI, M.X., HUANG, M.Z., WANG, Y.L., WANG, X.G., FAN, D.F. 2003a. Effects of novel sulfonylurea herbicide HNPC-(29908) on growth of green algae *Chlorella pyrenoidosa*. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 5, 16-23.

OU, X.M., LEI, M.X., WANG, X.G., FAN, D.F. 2003b. Accumulation and degradation of novel oxime insecticide HNPC-A9908 by *Chlorella pyrenoidosa*. *China Environmental Science*, 23, 475-479.

ÖTERLER, B., ALBAY, M., KIRGIZ, T. 2005 Investigations of Effects of Environmental Factors on Morphological Properties of Phtoplankton Communities in a Shallow Lake (Gala Lake). 14th. Workshop of The Internatianol Association of Phytoplankton Taxonomy and Ecology (IAP). 4-11 September 2005. pp 54. Sapanca TÜRKİYE.

- ÖTERLER, B., KIRGIZ, T., ALBAY, M. 2008.** Gala Gölü'nün Epifitik Algleri ve Su Kalitesi İle Olan İlişkilerinin İncelenmesi. III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu. 27-29 Ağustos 2008. Sayfa 28. Urla-İzmir.
- ÖZTÜRK, S. 1990.** Tarım İlaçları. Hasad Yayıncılık, Ankara, 523.
- PASCHER, A. 1930.** Die Üsswasser-Flora Mitteleuropas (Bacillariophyta), S. 466, Mit 875 Abbildungen im Text, Prag.
- PATRICK, R., REIMER, C.W. 1975.** The Diatoms of the United States Volume 1 S. 687, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
- PENG, J.L., YAN, G.A., SHEN, G.X., DENG, X.J. 2001.** Effects of a-naphthol on the glutathione and its reductase in Chlorella. Chinu Environmental Science, 21, 140-143.
- PESTALOZZY, G.H. 1983.** Das Phytoplankton Des Sübwassers (Systematik und Biologie), S. 1044, E. Schweizebart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- PETERSON, H.G., BOUTIN, C., FREEMARK, K.E., MARTIN, P.A. 1997.** Toxicity of hexazinone and diquat to green algae, diatoms, cyanobacteria and duckweed Aquatic Toxicology 39 I 11-134.
- PHINNEY, D. A., YENTSCH C. S. 1985.** A novel phytoplankton chlorophyll technique: toward automated analysis. J. Plankton Res. 7: 633-642.
- POCHMANN, A. 1972.** Synopsis der Gattung Phacus, S.251, Aus dem Botanischen Institut der Deutschen Karls-Universität, Prag.
- PRASAD, A.K.S.K., NIENOW, J.A. 2006.** The centric diatom genus *Cyclotella* (Stephanodiscaceae: Bacillariophyta) from Florida Bay, USA, with special reference to *Cyclotella choctawhatcheeana* and *Cyclotella desikacharyi*, a new marine species related to the *Cyclotella striata* species. Phycologia 45: 127-140.
- PRESCOTT, G.W. 1964.** The Freshwater Algae, S. 265, WM. C. Brown Company Publishers, Iowa.
- PRESCOTT, G.W. 1982.** Algae of The Western Great Lakes Area, S.977, Otto Koeltz Science Publishers, Koenigstein, Germany.
- PURVES, W. K. AND G. H. ORIANS. 1983.** Life: The Science of Biology. 186-211. Sunderland, M.A.: Sinauer Associates, INC.
- RHEE, G. Y., GOTHAM, I. J., CHISHOLM, S. W. 1981.** Use of cyclostat cultures to study phytoplankton ecology. In: Calcott, P. H., ed. Continuous Culture of Cells, vol II. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 159-186.
- RICHMOND, A. 2004.** Handbook on Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology. 23, 37, 125-172. Iowa State Press, Iowa: Blackwell Publishing.

RINDI, F., GUIRY, M.D. 2004. Composition and spatial variability of terrestrial algal assemblages occurring at the bases of urban walls in Europe. *Phycologia* 43: 225-235.

ROBERT, A. 2005. Andersen Algal Culturing Techniques Academic Press is an imprint of Elsevier.

ROSE, M. T., SANCHEZ-BAYO, F., CROSSAN, A. N., KENNEDY, I. R. 2006. Pesticide removal from cotton farm tailwater by a pilot-scale ponded wetland *Chemosphere* 63: 1849–1858.

ROTT, E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol*, 43: 34-59.

ROUBEIX V., LANCELOT C. 2008. Effect of salinity on growth, cell size and silicification of an euryhaline freshwater diatom: *Cyclotella meneghiniana* Kutz. *Transitional Waters Bulletin*. 1: 31-38.

SABATER, C., CARRASCO, J. M. 2001. Effects of pyridaphenthion on growth of five freshwater species of phytoplankton. A laboratory study *Chemosphere*, 44 (8): 1775-1781.

SARAÇOĞLU, H.,1990. Bitki Örtüsü Akarsular ve Göller, MEB. Yayınları Öğretmen kitapları Dizisi:177 İSTANBUL Pp:587.

SCHREIBER, U., QUAYLE, P., SCHMIDT, S., ESCHER, B. I., MUELLER, J. F. 2007. Methodology and evaluation of a highly sensitive algae toxicity test based on multiwell chlorophyll fluorescence imaging *Biosensors and Bioelectronics* 22: 2554–2563.

SCRAGG, A. H. 2006. The effect of phenol on the growth of *Chlorella vulgaris* and *Chlorella* VT-1 *Enzyme and Microbial Technology* 39: 796–799.

SHAHNAZ, A., ZARINA, A., MASUD-UL-HASAN, SHAMEEL, M. 2007. Survey of some Volvocophyta Shameel from Lahore, Pakistan. *International Journal of Phycology and Phycochemistry* 3(2): 205-212.

SHEN, G.X., YAN., G.A., PENG, J.L., YAN, X. 1999. Study on ecotoxicology for pesticides to algae II : Toxic mechanism and accumulation, degradation. *Advances in Environmental Science*, 7, 131-139.

SOKAL, R. R., ROHLF, F. J. 1981. Biometry. The Principles and Practise of Statistics in Biological Research. W.H. Freeman and Co., New York.

SOROKIN, C., KRAUSS, R.W. 1958. The Effects Of Light Intensity On The Growth Rates Of Green Algae *Plant Physiol.* March; 33(2): 109–113.

SOROKIN, C., 1973. Growth measurements; dry weight, packed cell volume and optical density. In Handbook of Phycotological Methods; Culture Methods and Growth Measurements (Stein, J., editor), pp. 321-344. Cambridge University Press, Cambridge.

STRAIN HH, MANNING WM, HARDIN G 1944 Xanthophylls and carotenes of diatoms, brown algae, dinoflagellates, and sea-anemones Biol Bull: 169-191.

SUDA, S., NOZAKI, H., WATANABE, M. 2005. Morphology and sexual reproduction of *Carteria palmata* sp. nov. belonging to the Carteria group I sensu Lembi (Chlorophyceaeem Volvocales). Phycologia 44: 596-607.

SUKATAR, A. 2002. Alg Kültür Yöntemleri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları Serisi No:184, Sf 158.

SU KİRLİLİĞİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ (S.K.K.Y.) 2004. Yayımlandığı Resmi Gazete: Tarih 31 Aralık Cuma Sayı: 25687.

SWANSON, S.M., RICKARD, C.P., FREEMARK, K.E., MACQUARRIE, P., 1991. Testing for pesticide toxicity to aquatic plants: recommendations for test species. In: Gorsuch, J.W., Lower, W.R., Wang, W., Lewis, M.A. (Eds.), Plants for Toxicity Assessment, vol. 2, STP 1115. American Society for Testing and Materials [ASTM], Philadelphia, PA, pp. 77-97.

TADROS, M.G., PHILIPS, J., PATEL, H., PANDIRIPALLY, V. 1994. Differential response of green algal species to solvents. Bull. Environ. Contam. Toxicol 52: 332-337.

TANG, J.X., HOAGLAND, K.D., SIEGFRIED, B.D. 1997. Differential toxicity of atrazine to selected freshwater algae. Bull Environ Contam Toxicol 59:631-637.

TANG, J.X., HOAGLAND, K.D., SIEGFRIED, B.D. 1998. Uptake and Bioconcentration of Atrazine by Selected Freshwater Algae Entomology, Department of aculty Publications: Department of Entomology.

TOEPEL, J., LANGNER, U., WILHELM, C. 2005. Combination of flow cytometry and single cell absorption spectroscopy to study the phytoplankton structure and to calculate the chlorophyll a specific absorption coefficients at the taxon level. Journal of Phycology 2005: 1099-1109.

THIES, F., BACKHAUS, T., BOSSMANN, B., GRIMME, L.H. 1996. Xenobiotic biotransformation in unicellular green algae - Involvement of cytochrome P450 in the activation and selectivity of the pyridazinone pro-herbicide metflurazon. Plant Physiol 112:361-370.

UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodik. Mitt Int Ver. Limnol. 9: 38.

USLU, O., TÜRKMAN, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 1, Ankara

XIA-LI, W., YU XIAO-QING, LIU YONG-HONG AND DONG YUAN-YAN 2007,Effect of Bensulfuron-Methyl on Growth of *Chlorella pyrenoidosa* Agricultural Sciences in China 6(3): 316-321.

VARSAÑO, R., RABINOWITZ, H.D., RUBEN, B. 1992. Mode of action of piperonyl butoxide as herbicide synergist of atrazine and terbutryn in maize. Pest Biochem Physiol 44:174–182.

WANG, Y.H., YUAN, J.H., DING, F.Y., ZHANG, J.P., TANG, L., CHEN, W. 2004. Toxicity effect of styrene on four algae species. Journal of Shanghai Normal University (Natural Sciences), 33,97-101.

WECKSTROM, K., JUGGINS, S. 2006. Coastal diatom-environment relationships from the Gulf of Finland, Baltic Sea . Journal of Phycology 42: 21-35.

WEINER, J.A., DELORENZO, M.E., FULTON, M.H. 2004. Relationship between uptake capacity and differential toxicity of the herbicide atrazine in selected microalgal species. Aquatic Toxicology 68: 121–128.

YAN, G., A., SHEN, G., X., YAN, X., PENG, J., L. 1999. Study on ecotoxicology for pesticides to algae 11: toxic effect. Advances in Environmental Science, 7,96-106.

YAN, X., YANG, Y., Q., LI, Y., K., SHENG, G., X., YAN, G., A. 2002. Accumulation and biodegradation of anthracene by *Chlorella protothecoides* under different trophic conditions. Chinese Journal of Applied Ecology, 13, 145-150.

YARAR, M., MAGNİN, G. 1997. Türkiye'nin Önemli Kuş Alanları. Doğal Hayatı Koruma Derneği. Ana Basım A.Ş. İstanbul.

ZAL, N. 2004. Aşağı Meriç Taşkın Ovasının Biyosfer Rezervi Olarak Planlanması, UNESCO Katılım Programı, 183 355 01 TUR Proje Raporu, Ankara (Basılmamıştır).

ÖZGEÇMİŞ

01.10.1977 yılında Kırklareli ili Lüleburgaz ilçesinde doğdum. İlköğrenimimi Edirne Kurtuluş İlkokulu'nda tamamladım. Ortaöğrenimimi 1992 yılında Edirne Atatürk Ortaokulu'nda, Lise tahsilimimi de 1995 yılında Edirne Lisesi'nde tamamladım. Trakya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Lisans programından 2000 yılında mezun oldum. Aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans programına başladım. 2003 yılında "Tunca Nehri Fitoplanktonu ve Su Kalitesi İle Olan İlişkilerinin İncelenmesi" konulu Yüksek Lisans tezi ile bilim uzmanı oldum. Aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Doktora Programına başladım. Halen Trakya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi kadrosunda görev yapmaktayım.

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmalarım boyunca beni yönlendiren, kişisel bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli tez Hocam Sayın Prof. Dr. Timur KIRGIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gala Gölü Milli Parkı ve Çevresindeki arazi çalışmalarım sırasında bana her yardımı ve kolaylığı gösteren Edirne İl Çevre ve Orman Müdürlüğü'ne ve İl Müdürü Sayın Abdullah BÜLBÜL'e, tez verilerimin istatistik olarak yorumlanmasında emeği geçen Doç.Dr. Necdet SÜT'e teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmanın gerçekleşmesi için gerekli kimyasal maddelerin bir kısmını sağlayan Trakya Üniversitesi Su Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma esnasında değerli bilgi birikiminin yanı sıra zaman ve mekan ayırt etmeksizin her türlü maddi ve manevi yardımlarını da benimle paylaşan, çalışmanın her aşamasında motive edici yaklaşımı ile çalışmanın son halini alması için elinden geleni esirgemeyen Hocam Sayın Prof. Dr. Meriç ALBAY'a ve maddi manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim eşim Dilek ÖTERLER'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Bu tez Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenen “ 3 Fitoplanktonik Alg Türü Üzerine 5 Farklı Pestisit Toksisitesi” adlı TÜBAP 747 nolu Proje kapsamında yapılmıştır.

İÇİNDEKİLER	SAYFA NO
ÖZET	I
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar LİSTESİ	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Anlam ve Önemi.....	4
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Pestisitler ve Genel Özellikleri	6
2.1.1. Pestisitlerin tarihçesi ve kullanımı	6
2.1.2. Pestisitlerin hedef olmayan organizmalar üzerine etkisi	7
2.1.3. Pestisitlerin İnsanlar Üzerine Etkileri.....	8
2.1.4. Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri	9
2.1.5. Türkiye’de Pestisit Kullanımı	10
2.2. Çalışma Alanı.....	11
2.3. Gübre Kullanımı	17
2.4. Tarımsal İlaç Kullanımı.....	17
4. MATERYAL VE METOD	18
4.1. Saha Çalışmaları	18
4.2. Laboratuvar Çalışmaları	18
4.2.1. Fiziko-kimyasal parametreler.....	19
4.2.2. Fitolankton analizleri.....	19
4.2.3. Çalışmada kullanılan algler ve genel özellikleri	20
4.2.4. Seçilen alglerin kültüre alınması, kültür ortamları, kültür şartları, havalandırma ve aydınlatma koşulları.....	24
4.2.5. Hücre Sayımı.....	30
4.2.6. Mikroalg kültürlerinin büyüme oranlarının bulunması	32
4.2.7. Alg kültürlerinin Saklanması ve Deneylere Hazırlanması	34
4.2.8. Kültürlerin Kuru Ağırlık Tayini.....	36
4.2.9. Spektrofotometrik Olarak Kültür Gelişiminin Ölçülmesi	37
4.3. Çalışmada Kullanılan Pestisitler ve Genel Özellikleri.....	38
4.3.1. Göl ve çevresinde tespit edilen pestisitlerden araştırma için seçilen pestisitler ve genel özellikleri	38
4.4. Pestisit Analizleri	44
4.4.1. Pestisit Birikim Miktarının GC/MS Cihazı Kullanılarak Ölçümü.....	45
4.5. İstatistiksel Analizler	49
5. BULGULAR	50
5.1. Göl Suyunun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	50
5. 2. Göl Suyunda Tespit Edilen Alg Türleri.....	50
5.3. Akselik Alg Kültürlerinin Büyüme Oranları	56

5.3.1. <i>Chlorella vulgaris</i> 'in büyüme oranları (BO), günlük bölünme (GB) ve nesil zamanları (NZ).....	57
5.3.2. <i>Scenedesmus quadricauda</i> 'nın büyüme oranları (B.O.), günlük bölünme (G.B.) ve nesil zamanları (N.Z.)	59
5.3.3. <i>Cyclotella meneghiniana</i> 'nın büyüme oranları (B.O.), günlük bölünme (G.B.) ve nesil zamanları (N.Z.)	62
5.4. Göl Suyunda Bulunan Pestisitlerin Dağılımı.....	65
5.5. Pestisit Birikim Deneyleri	66
5.5.1. Düşük konsantrasyon deneyleri (100 mgL ⁻¹).....	66
5.5.2. Yüksek konsantrasyon deneyleri.....	79
5.2.1. Pestisit analizleri.....	91
5.2.2. EC ₅₀ deneyleri	92
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	93
7. EKLER.....	103
8. KAYNAKLAR.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	120

TABLOLAR LİSTESİ

TABLO ADI	SAYFA NO
Tablo 2.1. Türkiye’de Yıllara Göre Pestisit Tüketimi (kg veya l)*	10
Tablo 2.2. Gala Gölü Göl Derinliği, Göl Yüzeyi ve Göl Hacmi Durumu.	14
Tablo 4.1. <i>Chlorella vulgaris</i> Beij. 1890’in Sstematiği.	21
Tablo 4.2. <i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Bréb. 1835’in Sistematiği.	22
Tablo 4.3. <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz. 1844’ün Sistematiği.	23
Tablo 4.4. Deneylerde Kullanılan ve Ticari Olarak Satın Alınan Alg Türlerinin CCAP Kültür Numaraları.	25
Tablo 4.5. Teknosem TSK 550 LN Model İklim Kabini Detay ve Teknik Özellikleri.	25
Tablo 4. 6. 3N-BBM+V Kültür Ortamı.	29
Tablo 4.7. D.M Kültür Ortamı.	30
Tablo 4.8. Deneylerde Kullanılacak Alg Kültürleri, Pestisitler ve Pestisit Konsatrasyonları.	36
Tablo 4.9. Kullanılan Pestisitler, Dr.E hrenstorfer Katolog Numaraları ve Paket Miktarları.	38
Tablo 4.10. Azinphos-Methyl’in Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.	39
Tablo 4.11. Malathion’un Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.	40
Tablo 4.12. Prathion-ethyl’in Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.	41
Tablo 4.13. Terbufos’un Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.	42
Tablo 4.14. Trichlorfon’un Spesifik Özellikleri ve Kullanımı.	43
Tablo 5.1. Çalışma Süresince Gala Gölünün Bazı Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin Mevsimlere Göre Değişimi.	50
Tablo 5.2. Gala Gölü’nde Tespit Edilen Alg Türleri.	51
Tablo 5.3. Yapılan Çalışmalarda Gala Gölü’nde Tespit Edilen Fitoplankton Taksonlarının Litredeki Sayıları ve Göl Suyunda Bulunma Yüzdeleri.	54
Tablo 5.4. <i>Chlorella vulgaris</i> İçin 60 Günlük Ekim Periyodu Boyunca Hesaplanan Büyüme Oranları, Günlük Bölünme ve Nesil Zamanları.	59
Tablo 5.5. <i>Scenedesmus quadricauda</i> İçin 60 Günlük Ekim Periyodu Boyunca Hesaplanan Büyüme Oranları, Günlük Bölünme ve Nesil Zamanları.	62
Tablo 5.6. <i>Cyclotella meneghiniana</i> İçin 60 Günlük Ekim Periyodu Boyunca Hesaplanan Büyüme Oranları, Günlük Bölünme ve Nesil Zamanları.	64
Tablo 5.7. Gölde Araştırma Süresince Gölde Tespit Edilen Organofosforlu Pestisit Türleri ve Miktarları.	65
Tablo 5.8. Klorofil _a , 680 nm’deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.	67
Tablo 5.9. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.	68
Tablo 5.10. Klorofil _a , 680 nm’deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.	71
Tablo 5.11. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.	72
Tablo 5.12. Klorofil _a , 680 nm’deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.	75
Tablo 5.13. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.	76

Tablo 5.14. Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.	79
Tablo 5.15. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.	80
Tablo 5.16 Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.	83
Tablo 5.17. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.	84
Tablo 5.18. Klorofil_a, 680 nm'deki Absorbans ve Hücre Sayısının Deney Süresince Değişimi.	87
Tablo 5.19. 500 nm, 750 nm, pH ve Kuru Ağırlığın Deney Setlerinde 96 Saat Boyunca Değişimi.	88
Tablo 5.20. <i>C. vulgaris</i> , <i>C. meneghiniana</i> ve <i>S. quadricauda</i> 'nın 96 Saat Sonunda Pestisit Birikim Miktarları.	91
Tablo 5.21. <i>C. vulgaris</i> , <i>C. meneghiniana</i> ve <i>S. quadricauda</i> 'nın Deney Pestisitlerinde Elde Edilen EC ₅₀ Konsantrasyonları ve Büyüme Oranları.	92