

***Chlorella vulgaris* BEIJERINCK' İN GELİŞİMİ
ÜZERİNE BAZI PESTİSİTLERİN ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Nur AĞIRMAN

**Yüksek Lisans Tezi
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. A. Kadri ÇETİN
OCAK -2012**

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Chlorella vulgaris* BEIJERINCK'İN GELİŞİMİ ÜZERİNE BAZI PESTİSİTLERİN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Nur AĞIRMAN
101110103

Anabilim Dalı: Biyoloji
Programı: Genel Biyoloji

Tez Danışmanı: Prof. Dr. A. Kadri ÇETİN

ELAZIĞ- 2012

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Chlorella vulgaris* BEIJERINCK'İN GELİŞİMİ ÜZERİNE BAZI PESTİSİTLERİN
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Nur AĞIRMAN
101110103

Anabilim Dalı: Biyoloji
Programı: Genel Biyoloji

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 19.12.2011
Tezin Savunulduğu Tarih: 05.01.2012

Tez Danışmanı : Prof. Dr.A. Kadri ÇETİN
Jüri Üyeleri : 1. Prof. Dr. A. Kadri ÇETİN
2.Yard. Doç. Dr. Güneş PALA
3.Yard. Doç. Dr. Vesile YILDIRIM

OCAK- 2012

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde destek ve ilgilerini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. A. Kadri ÇETİN' e sonsuz saygılarımı sunarım.

Ayrıca yaşamım boyunca benden destek, ilgi ve sevgisini esirgemeyen, çocukları olmaktan gurur duyduğum değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

NUR AĞIRMAN
ELAZIĞ- 2012

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	IV
SUMMARY	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT	8
2.1. Sıvı Besi Ortamının Hazırlanması.....	9
3. BULGULAR	13
3.1. Paraquat Uygulaması Yapılan Kültürlerde <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Gelişimi...	13
3.2. Trifluralin Uygulaması Yapılan Kültürlerde <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Gelişimi	15
3.3. Diazinon Uygulaması Yapılan Kültürlerde <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Gelişimi ..	17
3.4. Dichlorvos Uygulaması Yapılan Kültürlerde <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Gelişimi	19
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	21
KAYNAKLAR.....	25
ÖZGEÇMİŞ	29

ÖZET

Bu çalışmada, dichlorvos, diazinon, trifluralin ve paraquatın *Chlorella vulgaris*'in gelişmesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Karasal ortamda zararlılara karşı kullanılan dichlorvos, diazinon, trifluralin ve paraquatın yalnızca hedef organizma üzerinde etkili olmadıkları alıcı ortamlara ulaşarak hedef olmayan organizmaları da etkiledikleri tespit edilmiştir. Sıvı besi yerindeki kültürlerde, pestisitlerin konsantrasyonlarına ve maruz bırakılma süresine bağlı olarak *Chlorella vulgaris*' in birey sayısında değişiklikler gözlenmiştir. *Chlorella vulgaris*' in gelişmesi üzerinde diazinon, dichlorvos, trifluralin ve paraquatın benzer etkiye sahip oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Chlorella vulgaris* , diazinon, dichlorvos, trifluralin, paraquat

SUMMARY

Effects on Growth of *Chlorella vulgaris* Beijerinck of Some Pesticides (Diazinon, Dichlorvos, Trifluralin and Paraquat)

In this study, the effects of pesticides (diazinon, dichlorvos, trifluralin and paraquat) on growth of *Chlorella vulgaris* was examined. Effects of dichlorvos, diazinon, trifluralin and paraquat in terrestrial ecosystems do not only remain restricted to target organisms but also rather extend to non-target organisms. It was observed of growth *Chlorella vulgaris* decreased with the increasing pesticide concentration and time. It was found that the effect of dichlorvos, diazinon, trifluralin and paraquat have similar on the growth of *Chlorella vulgaris*.

Key Words: *Chlorella vulgaris*, diazinon, dichlorvos, trifluralin, paraquat

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. <i>Chlorella vulgaris</i>	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 2.2. <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Sistematığı.....	8
Şekil 2.3. <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Kimyasal Kompozisyonu	9
Şekil 2.1.1. İklimlendirme Dolabındaki <i>Chlorella vulgaris</i> Örnekleri ..	12
Şekil 3.1.1. Paraquat Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yerindeki <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Hücre Sayılarının Günlere Göre Değişimi.....	13
Şekil 3.2.1. Trifluralin Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yerindeki <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Hücre Sayılarının Günlere Göre Değişimi.....	15
Şekil 3.3.1. Diazinon Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yerindeki <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Hücre Sayılarının Günlere Göre Değişimi.....	17
Şekil 3.4.1. Dichlorvos Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yerindeki <i>Chlorella vulgaris</i> 'in Hücre Sayılarının Günlere Göre Değişimi.....	19

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1.1 Jaworsky Besin Çözeltisi.....	10

1. GİRİŞ

Çevre şartlarındaki önemli değişiklikler ve dünya nüfusundaki hızlı artış, birim alandan daha fazla ve nitelikli ürün alınmasını zorunlu kılmaktadır. Artan dünya nüfusuna paralel olarak tarımsal amaçla kullanılan alanların sabit kaldığı hatta tarım ve hayvancılık için kullanılan alanların süratle azaldığı bilinen bir gerçektir. Dünya nüfusundaki hızlı artış beraberinde açlık problemini de getirmektedir. Halen ciddi şekilde hissedilmekte olan bu problemi çözebilmek amacıyla önemli çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle II. Dünya savaşından sonra bu çalışmalar hızlanmış ve büyük miktarda ürün kayıplarına sebep olan bitki zararlıları ile mücadelede önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu mücadelede pestisitler önemli bir yer tutmuştur.

Pestisitler, zararlılarla mücadelede kullanılan kimyasal bileşiklerdir. Genel anlamda, bitki ve hayvanlara zarar veren canlı organizmalara karşı kullanılan kimyasalların tümüne pestisit adı verilmektedir. Pestisitler etkiledikleri organizma grubuna göre insektisitler (böcek öldürücüler), fungisitler (mantar öldürücüler), akaristler (akar öldürücüler), bakterisitler (bakteri öldürücüler), herbisitler (yabancı ot öldürücüler) gibi farklı isimlerle, birbirinden oldukça farklı yapı ve özelliklere sahip yüzlerce bileşikten meydana gelmişlerdir [1].

Pestisitlerin tümü karbon, hidrojen ve klor içerdiklerinden klorlu hidrokarbonlar olarak da adlandırılırlar. Genel anlamda pestisitlerin doğada uzun süre bozulmadan kalabilmeleri, hedeflenen organizmalar üzerinde seçiciliklerinin olmaması ve besin zinciri boyunca birikimleri sonucunda bazı bölgelerde yararlı türlerin de yok olmasına dolayısıyla ekosistemdeki dengenin bozulmasına ve bu tür ürünlere karşı direnç gösteren yeni soyların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Çevresel risk değerlendirmesinde nihai hedef çevrenin korunması amacıyla kimyasal maddelerin istenmeyen etkileri ile ilgili yeterli bilgi sağlamaktır [2].

İçinde bulunduğumuz yüzyılda kimya sanayindeki teknolojik gelişmeler ile kimyasal ürünler, insan sağlığı ve yaşam sürecini büyük ölçüde iyileştirmeyi başarmış, tarımsal üretimi artırmış, rahat yaşama imkânlarını ve genel yaşam kalitesini yükseltmiştir. Ancak bu olumlu etkilerin hem ürünün hem de üretim süreçlerinin neden olduğu kirlenmelerle birçok yeni sorunun ortaya çıkmasına yol açmıştır [3].

Zararlılarla mücadelede kullanılan pestisitlerin büyük bir kısmı uygulandıkları bitkiler, toprak ve su ortamında uzun süre bozulmadan kalabilmektedirler. Özellikle ürün artırım ve hastalıklardan korunma amacıyla ziraatı yapılan alanlara önemli miktarlarda kontrolsüz tarım ilacı uygulaması yapılmakta ve bu tarım ilaçlarının büyük bir kısmı uygulandıkları yerlerden daha uzak yerlere taşınmaktadır. Çok önemli miktardaki tarım arazisine uygulanan pestisitler, toprak partiküllerine yapışabildiği gibi sulama ve yağmur suyuna karışarak yıkama ile yeraltı sularına ulaştıkları bilinen bir gerçektir. Sürekli olarak ortaya çıkan yeni ürünlerin ve bunların atıklarının özellikle insan sağlığı ve çevre açısından uzun vadeli etkileri henüz tam olarak bilinmemektedir.

Pestisitler karasal sistemlerin yanı sıra sucul ekosistemlerde de gerek algler gerekse balıklar üzerinde önemli etkilere sebep olmaktadır. Zirai alanlara yapılan pestisit uygulamaları sadece uygulamaların yapıldığı alanlarla sınırlı kalmayıp sulama suları veya yağmur suları ile taşınarak yeraltı ve yüzey sularına kadar ulaşmakta ve sucul ekosistemlerin en önemli organizmalarından olan alglerin gelişimi üzerinde etkili olmaktadır. Yapılan çalışmalarda kimyasallara bitkisel organizmaların hayvansal organizmalara göre daha duyarlı oldukları belirtilmiştir [4].

Akuatik ekosistemlerdeki canlı organizmalar arasında yer alan algler, primer üreticiler olmaları ile bulundukları habitatlarda fonksiyonel rol oynamaktadırlar. Alglerin oluşturduğu primer üretim, sucul ortamdaki tüm organik üretimin temelini oluşturmaktadır. Sularda beslenme zincirinin ilk halkasını oluşturan algler, bulundukları ortamdaki fiziksel ve kimyasal değişikliklere son derece duyarlı organizmalardır [5, 6]. Tatlı sularda gerek planktonik gerekse bentik organizmalar içerisinde önemli bir grubu oluşturan alglerin değişik toksik maddelere duyarlılıkları farklılık göstermektedir. Su kalitesinin belirlenmesi, düzeltilmesi ve iyileştirilmesinde algler önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, algler sucul ortama fazlaca karışmış olan azot ve fosfor gibi elementleri besin maddesi olarak kullanarak ortamdaki uzaklaştırmaktadırlar. Bu nedenle, sucul ortamdaki primer üreticilerin yani alglerin kalite ve kantitesindeki bir değişim bütün ekosistemin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır.

Gerek yeraltı gerekse yüzey sularına karışan pestisitlerin, çeşitli alıcı ortamlarda gösterdiği yapısal özelliklere göre canlılar için sınır değerleri vardır. Bu sınır değerlerin üzerindeki konsantrasyonlar canlı hayatını olumsuz yönde etkilemektedir. Karasal ortamdaki sucul ekosistemlere ulaşan pestisitlerin absorplanarak bir organizma tarafından

biriktirilen miktarı bikonsantrasyon olarak ifade edilir [7].

Besin zincirinin en önemli halkası, tatlı su ve deniz ekosistemlerinin en önemli elemanı olan algler, sucul ekosistemlerinin önemli bir grubunu oluştururlar. Akuatik ortamlarda primer üreticiler olan bu organizmalar yeryüzündeki karbonun önemli bir kısmını bağlamakta ve fotosentez sonunda atmosfere çok önemli miktarda oksijen bırakmaktadırlar. Yaşadıkları ortamda meydana gelebilecek bir değişiklik alglerin gelişimini olumsuz etkileyeceğinden kendileri üzerinden beslenen organizmaları da olumsuz yönde etkileyerek bütün ekosistemin değişmesine neden olmaktadır [8].

Algler, kolay bulunurlukları, yüksek yüzey alanı ve yüksek toksik bağlama özellikleri nedeniyle toksisite çalışmalarında sıklıkla tercih edilen organizmalar arasında yer alırlar. Sucul ortamlardaki toksik maddelerin uzaklaştırılmasında özellikle *Chlorella* sp., *Ankistrodesmus* sp. ve *Eremosphaea* sp. gibi algler geniş bir şekilde kullanılmaktadır [9].

Özellikle, *Chlorella*, dünyada tüm oksidasyon gölcüklerinde ve atık sularında yaygın olarak bulunan bir algdir [10]. Laboratuvarlardaki düşük ölüm oranı, toksikantlara karşı dirençliliği ve hücre sayımının kolay olması nedeniyle *Chlorella*'nın çeşitli türleri toksisite deneylerinde kullanılmaktadır [11, 12]. *Chlorella*, çok çeşitli toksik maddelerin yüksek konsantrasyonlarını biriktirebilme yeteneğine de sahiptir. Bu nedenle bu alg türü BM Çevre Örgütü tarafından sulardaki kirliliğin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini belirtmektedir [13].

Gerek su kalitesinin belirlenmesinde gerekse toksisite çalışmalarında kullanılan algler doğal ortamında da fiziksel ve kimyasal değişikliklere son derece duyarlı organizmalardır. Tarımsal zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılan pestisitler sadece hedef organizmaları etkilememekte sulama ve yağmur sularına karışarak çok uzak bölgelere ulaşarak orada önemli değişikliklere neden olmaktadır.

Özellikle bölgemizde zararlılara karşı kullanılan pestisitler arasında diazinon, dichlorvos, paraquat ve trifluralin ön plana çıkmaktadır. Diazinon ilk olarak 1952 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılmaya başlanmış, bugün de ülkemizde ve bölgemizde yaygın olarak kullanılan önemli bir pestisittir. Ticari ismi bazudin olarak da bilinen sentetik bir kimyasaldır. Böceklerde sinir sistemi üzerinde etkili olarak ölümlere yol açmaktadır. *Antonomus* spp., *Disaphis* spp., *Zevzera pyrina*, *Cydia molesta*, *Stephanitis pyri*, *Yponomeuta malinellus*, *Eriosoma lanigerum*, *Rhagoletis cerasi*, *Hedya nubiferana*, *Archips rosana*, *Rhaphidopalpa foveicollis*, *Plutella maculipennis*, *Hylemia antiqua*, *Planococcus citri*, *Aphis gossypii*, *Syringopais temperatella* üzerinde etkili bir pestisittir.

Diazinonun algler üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada mavi-yeşil alglerin üç türünün 300-400 mg/litre konsantrasyondaki diazinonu tolere ettikleri ifade edilmektedir [14]. Clegg ve Koevening' in yapmış olduğu çalışmada, 0,01- 0,1 mg/litre konsantrasyonda diazinonun yeşil algler ve mavi-yeşil alglerin pek çok türünün gelişimini inhibe ettiğini bildirmişlerdir [15].

Dichlorvos, hoş kokulu, renksiz bir pestisittir. Özellikle seralarda ve stoklama alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik fosforlular grubundandır. *Tetranychus* spp., *Plutella maculipennis*, *Pieris brassicae*, *Polyllotreta* spp., *Zeuzera pyrina*, *Coccus coccus*, *Synanthedon myopaeformis*, *Carpophylus* spp., *Oryzaephilus surinamensis*, *Carpoglypus lactis*, *Ephestia cavtella*, *Plodia interpunctella*, *Phyllotretas* spp., *Ephestia elutella*, *Lasioderma serricorne*, *Planococcus citri*, *Ephestia figuliella*, *Apharnia guaria* ve *Toxoptera aurantii* üzerinde etkili olan bir insektisittir.

Paraquat bir herbisittir. Tek ve çok yıllık, dar ve geniş yapraklı yabancı otlara karşı etkilidir. Turunçgillerde, bağlarda, fındık ve meyve bahçelerinde, pamuk tarlalarında ve boş alanlarda kullanılmaktadır. Balıklar için zehirlidir. Paraquat canlıları farklı şekilde etkilemektedir. M.E. Sáenz ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada, *Scenedesmus quadricauda* türü paraquata (48-96 saat) maruz bırakılmış, düşük konsantrasyonlarda biraz büyüme gözlenmişse de yüksek konsantrasyonlarda birey sayısındaki azalma net bir şekilde gözlenmiştir. Bu da bize, su sisteminin en önemli parçası olan alglerde, kimyasalların alg artışı üzerindeki etkileri hakkında bilgi vermektir. Yapılan çalışmaların sonucuna göre, sudaki yabancı ot kontrolü için önerilen paraquat sucul ortamlarda yaygın olarak bulunan alg popülasyonlarında kronik hasarlara neden olmaktadır [16].

Trifluralin, ayçiçeği, pamuk, soya fasulyesi, domates, biber, soğan, patlıcan, fasulye, meyve bahçelerinde kullanılmaktadır. Toprakta kalıcı olan bir herbisittir. Bu nedenle kontaminasyon riski fazla olup doğru kullanılmadığı koşullarda oldukça tehlikeli olmaktadır.

Pestisitlerin kontrolsüz bir şekilde bütün dünyada yaygın bir şekilde kullanılması sonucunda sadece uygulandıkları alanlarda değil uygulama alanlarındaki hedef olmayan organizmalar üzerindeki etkileri yeterince incelenmemiştir. Akuatik habitatlarda planktonik ve bentik organizmalar içerisinde önemli bir grubu oluşturan alglerin, fiziksel ve kimyasal değişimlere duyarlı oldukları bilinen bir gerçektir. Özellikle son yıllarda pestisitlerin sucul ortamdaki algler üzerindeki etkileri pek çok çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Bu amaçla, denizlerde yaşayan fitoplanktonun bazı herbisitlere karşı

gösterdikleri tepkilerin incelendiği bir araştırmada 2.5 mg/L trifluralinin ortamda bulunan dört fitoplankton türünün %50 sini azalttığı tespit edilmiştir [17]. Bir başka çalışmada ise bazı herbisitlerin ekosistemdeki etkileri incelenmiş ve herbisitlerin etkilerinin sadece hedef organizmalarla sınırlı kalmadığı, alg gibi hedef olmayan organizmalarda da etkisinin oldukça yaygın olduğu görülmüştür [18]. Bir hücreli alglerin farklı toksikantlara tepkilerinin incelendiği bir çalışmada ise alglerin farklı toksikantlara tepkilerinin değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir [19].

Zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılan bazı herbisitlerin hedef organizmaları nasıl etkilediklerinin incelendiği çalışmada ise geniş yapraklı yabancı otların kontrolünde kullanılan atrazinin, bitkinin fotosentezi üzerindeki etkisi araştırılmış ve atrazinin iki foto sistem arasındaki elektron taşıma sistemini bozarak fotosentezi inhibe ettiği rapor edilmiştir [20]. Benzer bir diğer çalışmada ise etkin maddesi atrazin olan bir herbisit, D1 proteinine bağlanarak foto sistem II (PS II)'yi dönüşümsüz olarak inhibe ettiği ve nikosülfuron asetolaktat sentetazın inhibisyonu ile izolösin, lösin ve valin aminoasitlerinin sentezini engellediği belirlenmiştir [21]. Uygulamada pestisit konsantrasyonunun öneminin incelendiği çalışmalarda literatürde önemli yer tutmaktadır. Özellikle herbisit konsantrasyonunun algler üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, atrazin ile alg gelişimi arasındaki ilişki incelenmiş ve alglerin atrazine hassasiyet gösterdikleri belirlenmiştir [22]. Kelley ve arkadaşları yaptıkları çalışmada atrazinin 1µg/L gibi düşük konsantrasyonlarının algler üzerine etkilerini araştırmış ve bu düşük konsantrasyonun bazı alglerde inhibisyona sebep olduğu kaydedilmiştir [23]. Diğer taraftan, kommunité seviyesinde yapılan uzun süreli bir çalışmada, atrazinin yüksek konsantrasyonlarında (500µg/L) kommunitenin yapısının değiştiği, düşük konsantrasyonlarında (5µg/L) ise kommunitenin yapısının değişmediği görülmüştür [24].

Ferraz ve arkadaşları dört fitoplankton türü olan *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus subspicatus*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella saccharophila*'nın gelişimi üzerine çeşitli pestisitlerin etkileri araştırılmıştır. Herbisitlerin etkileri 24, 48 ve 72 saatlik periyotlarda incelenmiş ve tebufenozidinin, *Scenedesmus* ve *Chlorella* türlerinin gelişimini birinci derecede etkileyen herbisit olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada *Chlorella* türlerinin *Scenedesmus* türlerine göre herbisitlere daha dayanıklı oldukları belirlenmiştir [25]. *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus subspicatus*, *Chlorella vulgaris* ve *Chlorella saccharophila* üzerinde Bensülfuron-metil ve cinosulfuron'un etkilerinin incelendiği bir

başka çalışmada ise 8-14mg/L cinosulfuron ve 0.015-6.2 mg/L bensulfuron-metil'in 96 saatte alglerin gelişimini yaklaşık olarak % 50 oranında azalttığı kaydedilmiştir. Bensulfuron-metil, atrazin ve bentiokarp'in cinosulfuron, klorosulfuron, molinat, fenitrothion ve pridapentiondan daha toksik olduğu vurgulanmıştır. Sulfonilurea herbisitinin potansiyel bir çevre kirleticisi olduğu, hatta çok düşük konsantrasyonlarda bile tehlikeli olabileceği belirtilmektedir [26]. Ma ve arkadaşları *Scenedesmus obliquus* ve *Chlorella pyrenoidosa*'nın 12 pestisit duyarlılıklarının incelemişler ve bu alglerin pestisitlere farklı duyarlılık gösterdikleri belirlenmiştir. *Chlorella pyrenoidosa* ve *Scenedesmus obliquus*'un benomyle, test edilen diğer pestisitlerden daha duyarlı oldukları belirlenmiştir [27].

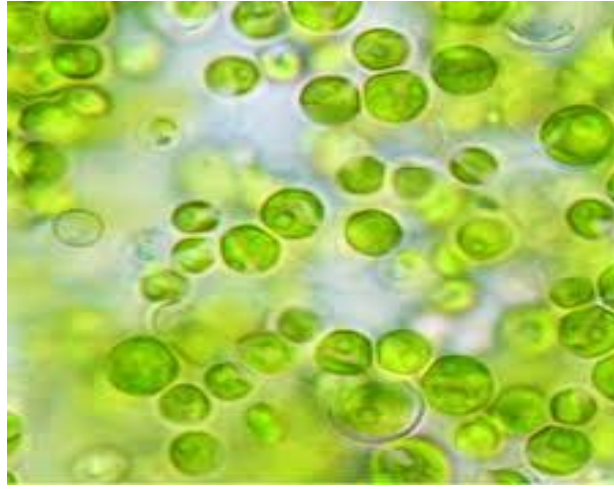
Chlorella vulgaris üzerinde 40 farklı herbisit toksisitesinin denendiği çalışmada 96 saat sonunda farklı herbisit konsantrasyonlarının % de inhibisyon sonuçları tespit edilmiştir [28]. Bir tatlı su ekosisteminde yapılan iki haftalık bir çalışma süresince, metsulfuron metil ve cypermethrin'in etkileri incelenmiştir. 0.1, 5 ve 20 µg/L herbisit konsantrasyonu ile 0-0.05 µg/L insektisit konsantrasyonunun *Elodea canadensis* ve *Myriophyllum spicatum*'un gelişimi üzerinde etkilerini incelemişlerdir [29]. Bacillariophyta, Cyanobacteria ve Dinoflagellatadan oluşan bir grup organizmanın sulfonilureaya duyarlılıklarını incelemek amacıyla 20 deniz ve 20 tatlı su türü kullanarak sulfonilurea, clorosulfuron ve metsulfuron metil'in organizmaların sayıları ile gelişmeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Türlerin varyasyonunun algal duyarlılıkta önemli olduğu ve cyanobakteriler ile dinoflagellatların diyatomelelere göre daha duyarlı oldukları belirtilmiştir [30]. Mavi-yeşil ve yeşil alglere ait 7 alg türünün 3 metal bileşiği ($K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $ZnSO_4$) ve üç herbisite (Oxyfluorphone, pendimetalin, atrazin) olan duyarlılıklarının incelenmesinde türlerin, herbisitlere duyarlı ve toleranslı türler olmak üzere iki gruba ayrılacakları ifade edilmiştir. *Chlorella kessleri* ve *Stichococcus bacillaris*'in herbisitlere toleranslı, *Selenastrum capricornutum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus subspicatus* ve *Chlamydomonas reinhardtii*'nin ise herbisitlere karşı duyarlı türler olduğu belirlenmiştir [31]. *Scenedesmus obliquus*'un, herbisit uygulaması ile pigment içeriğinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği çalışmada, 10µg/L flazasulfuron uygulamasıyla pigment miktarının önemli miktarda azaldığı belirtilmiştir [32]. Akarsularda bulunan perifiton topluluklarının yapısı üzerinde atrazin ve trifluralinin etkilerinin incelendiği çalışmada ise atrazinin *Rhopalodia*, *Phormidium* ve *Cladophora* üzerinde önemli hasarlara yol açarak

bioması azalttığı, paraquatın ise ipliksi mavi-yeşil alglerin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir [33].

Bu çalışmada, pestisit uygulaması yapılan alanlardan yağmur veya sulama sularıyla iç sulara karışan diazinon, dichlorvos, paraquat ve trifluralinin farklı konsantrasyonlarının *Chlorella vulgaris*' in gelişmesi üzerinde zamana bağlı olarak etkileri laboratuvar koşullarında araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Pestisitlerin çok yaygın ve kontrolsüz olarak kullanıldığı günümüzde, özellikle yöremizde de yaygın olarak kullanılan bazı pestisitlerin sucul ortamdaki etkilerini incelemek amacıyla tatlı su fitoplanktonunun önemli bir üyesi olan *Chlorella vulgaris* seçilmiştir. *Chlorella vulgaris*, yeşil algler (Chlorophyta) grubuna ait tek hücreli, 2-8µ çapında, mikroskobik bir alg türüdür (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. *Chlorella vulgaris*

ŞUBE	Chlorophyta (Yeşil Algler)
SINIF	Chlorophyceae
TAKIM	Chlorococcales
FAMİLYA	Oocystaceae
CİNS	Chlorella
TÜR	<i>Chlorella vulgaris</i>

Şekil 2.2. *Chlorella vulgaris*'in sistematigi [34].

Chlorella türlerinin besin kaynağı olarak kullanıldığına dair bilgiler oldukça eskidir. *Chlorella*'nın besin kaynağı olarak kullanılmasının en önemli nedeni; tek hücreli yapısı, vitamin, protein, mineral, aminoasitler, nükleik asitler (RNA, DNA), temel yağ asitleri,

enzimler ve karotenoidlerin yoğun bir kaynağı olmasından kaynaklanmaktadır. *Chlorella* organik ve inorganik maddeleri saf, katkısız ve doğal olarak mükemmel bir denge içerisinde barındırır ve tek başına bile tam bir besin kaynağı olarak bilinir. *Chlorella*, %50-60 oranında proteinden oluşmakta ve klorofilin doğada bilinen en yüksek oranlı kaynağıdır (Şekil 2.3.). Ayrıca demir, iyot, çinko, magnezyum, fosfor ve kalsiyum da içermektedir. *Chlorella*, sığır karaciğerinin içermekte olduğu B12 vitamininden daha fazla B12 vitamini içerir [35, 36].

PROTEİN	%51-58
LİPİD	%14-22
KARBOHİDRAT	%12-17
MİNERAL	%5-10

Şekil 2.3. *Chlorella vulgaris*' in kimyasal kompozisyonu (% kuru ağırlık) [37].

Tatlı sularda fitoplanktonun önemli bir üyesi olan *Chlorella* türlerini de içerisinde bulunduran örnekler plankton ağı kullanılarak araziden toplanarak Fırat Üniversitesi araştırma laboratuvarına getirilmiş, Inverted mikroskop altında mikropipetler yardımı ile *Chlorella vulgaris* karışık örnekler içerisinde izole edilmiştir. Laboratuvarında *Chlorella vulgaris* örneklerini çoğaltabilmek için Jaworsky besi yeri seçilmiştir (Tablo 2.1.1.).

2.1. Sıvı Besi Ortamının Hazırlanması

Chlorophyta üyelerinin gelişimi için en iyi besi ortamı Jaworsky olarak belirtilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda *Chlorella vulgaris*' in laboratuvarında çoğaltılmasında Jaworsky sıvı besi ortamı kullanılmıştır. Sıvı besi ortamının hazırlanmasında kullanılan maddeler ve miktarları Tablo 2.1.1.'de gösterilmiştir [38].

Stok Çözelti**200 ml.**

1. Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	4.00 gr.
2. KH ₂ PO ₄	2.48 gr.
3. MgSO ₄ .7H ₂ O 10.00 g	10.00 gr.
4. NaHCO ₃	3.18 gr.
5. EDTA FeNa	0.45 gr.
EDTA Na	0.45 gr.
6. H ₃ BO ₃	0.496 gr.
MnCl ₂ . 4H ₂ O	0.278 gr.
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ . 4H ₂ O	0.20 gr.
7. Cyanocobalamin	0.008 gr.
Thiamine HCL	0.008 gr.
Biotin	0.008 gr.
8. NaNO ₃	16.0 gr.
9. Na ₂ HPO ₄ . 12HO	7.2 gr.

Tablo 2.1.1. Jaworsky Besin Çözeltisi [38].

Hazırlanan stok çözeltilerden 1 er ml. alınıp saf su ile 1000 ml. ye tamamlanarak sıvı besiyerleri hazırlanmıştır. Daha sonra sterilizasyon işlemi için otoklava konmuştur.

250 ml.'lik erlenmayere 100 ml Jaworsky sıvı besi ortamından konmuş ve bu ortama 1.5 gr. agar-agar (Difco) ilave edilerek katı besi ortamı hazırlanmıştır. Sonra erlenmayerin ağzı pamuk tıkaçla kapatılıp otoklavda 121 °C de 1 atm basınçta 15 dk. süre ile steril edilmiş ve aynı zamanda katı olan agar-agarın erimesi sağlanmıştır. Sterilizasyon işlemi bittikten sonra erlenmayer el yakmayacak sıcaklığa gelene kadar soğutulmuş ve daha önceden steril edilmiş iki ayrı petri kutusuna eşit miktarda dökülmüştür. Petri kutularının kapağını kapattıktan sonra besi ortamının homojen bir şekilde petri kutusu tabanına yayılması için düz bir zemin üzerinde hafifçe çalkalanmıştır. Bu işlemlerden sonra sıvı halde olan besi ortamının donması ve sertleşmesi için bir gün süreyle buzdolabına bırakılmıştır. Sonraki gün alglerin bulunduğu örnekten, hazırlanan katı besi ortamına ekim yapılmıştır. Ekim yapmak için kullanılan öze, bek alevinde steril edildikten sonra yine öze yardımıyla örnekten numune alınıp katı besi ortamına yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır. Ekim işleminden sonra petri kutuları, foto periyot 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık (16/8) olacak şekilde sıcaklığı 25 ± 1 °C' ye ayarlı bitki büyüme kabinde gelişmeye bırakılmıştır. Aydınlatma için flouresans lambalar kullanılarak ortamın ışık yoğunluğunun 2000 lüks olması sağlanmıştır. Ekimden dört gün sonra petri kutularında farklı alg kolonilerinin oluştuğu gözlenmiştir. Bu koloniler mikroskop altında incelenmiş ve bu

koloniler arasından *Chlorella vulgaris* kolonileri belirlenmiştir. Bu işlemlerden sonra *Chlorella vulgaris* kolonisinden Jaworsky besi ortamına aşılama yapılmıştır. Bunun için 100 ml Jaworsky besi ortamı 250 ml.'lik erlenmayere koyulmuş ve ağzı pamuk tıkaçla kapatıldıktan sonra 121°C de 1 atm. basınçta 15 dk. süreyle steril edilmiştir. Sterilizasyon işlemi bittikten sonra erlenmayer soğumaya bırakılmıştır. Sonra bek alevinde steril edilmiş öze yardımıyla katı besi ortamında gelişen *Chlorella vulgaris* kolonisinden alınıp erlenmayer içerisindeki sıvı besi ortamına aşılama yapılmıştır. Aşılamadan sonra 25± 1 °C de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık periyodunda bitki büyüme kabininde gelişmeye bırakılmıştır.

Aşılama işleminden dört gün sonra sıvı kültür ortamında gözle görülür bir gelişme gerçekleşmiştir. Mikroskopta incelendiğinde ortamda sadece *Chlorella vulgaris* örneklerinin olduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanacağımız *Chlorella vulgaris*' i saf olarak elde ettikten sonra yeterli miktarda kültür ortamı hazırlayıp bu kültür ortamlarına herbisitlerin uygulanmasına geçilmiştir. Öncelikle çalışmada kullanacağımız pestisitler olan diazinon, dichlorvos, paraquat ve trifluralin'in 100 ppm.' lik stok çözeltileri hazırlanmıştır. Hem hazırlanan sıvı besi ortamı hem de stok herbisit çözeltilerinin ağzı pamuk tıkaç ile kapatıldıktan sonra otoklavda steril edilmiştir.

Sterilizasyon işlemi tamamlandıktan sonra 28 adet 250 ml.'lik steril erlenmayer içerisine ayrı ayrı 100 ml. steril Jaworsky besi yeri konulmuştur. Bunlardan 1'er tanesi kontrol grubu olmak üzere sırası ile 100 ml.'deki son konsantrasyonları 1×10^{-3} ml., 3×10^{-3} ml., 7×10^{-3} ml., 10×10^{-3} ml., 15×10^{-3} ml. , ve 20×10^{-3} ml. Olacak şekilde stok çözeltilerden eklenmiştir. Kontrol gruplarına ise pestisit ilave edilmemiştir. Daha sonra stok *Chlorella vulgaris* kültüründen 10'ar ml. alınarak kontrol ve içerisinde farklı miktarda pestisit bulunan erlenmayerlere eklenmiştir. Ağızları pamuk tıkaçlar ile düzgünce kapatıldıktan sonra iklimlendirme dolabına birbirlerini engellemeyecek şekilde ışık kaynağına eşit uzaklıkta yerleştirmeye özen gösterilmiştir. Erlenmayerler günde üç defa tıkaçları açılarak çalkalanıp havalandırılmıştır.



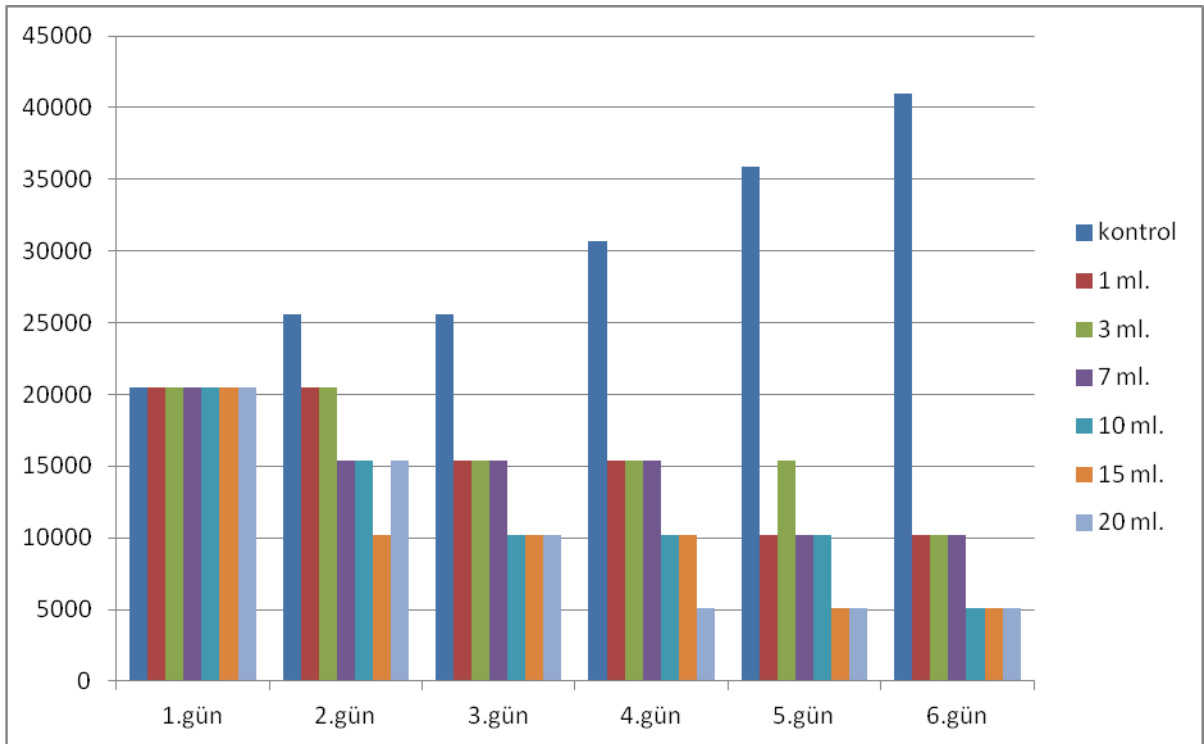
Şekil 2.1.1. İklimlendirme dolabındaki *Chlorella vulgaris* örnekleri.

Aşılamaıı takip eden ilk günden başlayarak 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. günlerde erlenmayerlerden alınan 50µl. örneklerde *Chlorella vulgaris* sayımı yapılarak 1ml.'deki *Chlorella vulgaris* sayıları belirlenmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Paraquat Uygulaması Yapılan Kùltürlerde *Chlorella vulgaris*' in Gelişimi

Chlorella vulgaris' in gelişimi üzerine paraquatın etkisini belirlemek amacı ile aşılamanı takip eden ilk günden başlayarak 24, 48, 72, 96, 120 ve 144. saat sonra, kontrol ve son konsantrasyonu 1×10^{-3} μl ., 3×10^{-3} μl ., 7×10^{-3} μl ., 10×10^{-3} μl ., 15×10^{-3} μl ve 20×10^{-3} μl olacak şekilde paraquat ilave edilen örneklerden 50 μl alınarak sayma lamına konulmuş ve mikroskopta sayımı yapılmıştır. Sonuçlar Şekil.3.1.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.1.1. Paraquat Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yeri Ortamındaki *Chlorella vulgaris*' in Hücre Sayılarının

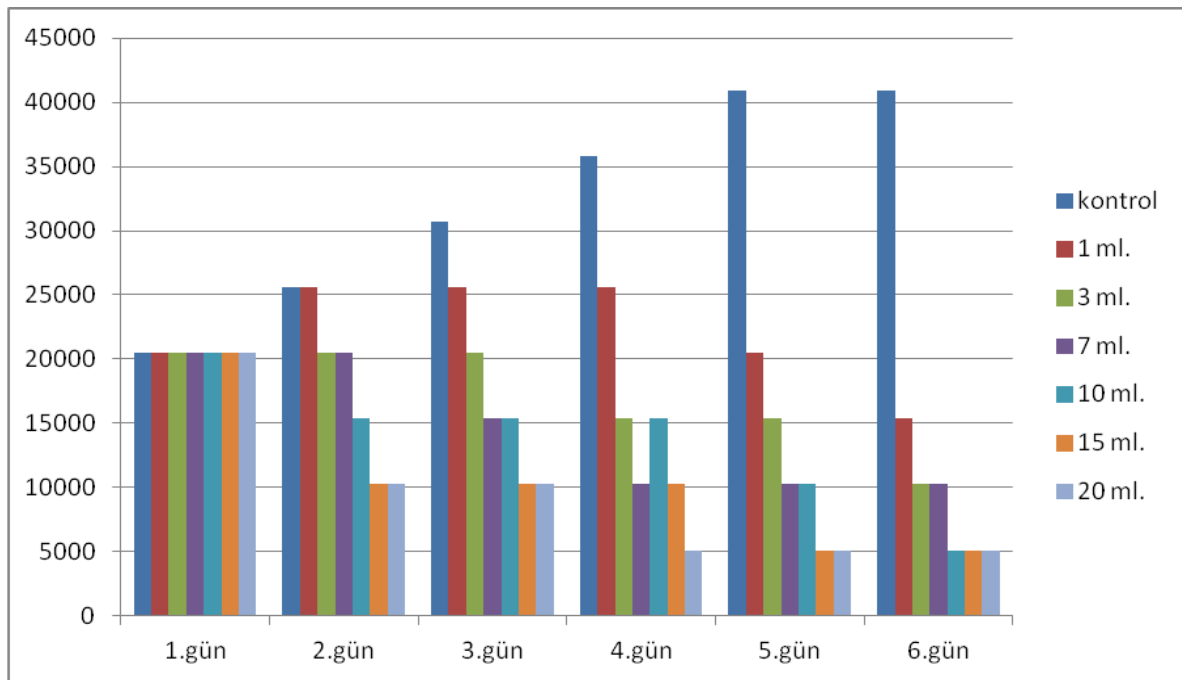
Günlere Göre Değişimi

Şekil 3.1.1.'de de görüldüğü gibi aşılamanın yapıldığı 1. günde yapılan sayımda *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısının mililitrede 20480 olduğu tespit edilmiştir. İkinci gün kontrol grubunda kültürümüzde yapılan sayımda *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısının mililitrede 25600 hücre/ml ye ulaşarak ilk güne oranla % 25'lik bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, 2. günde 1 ve 3 μl paraquat ihtiva eden kültürlerde *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısının sabit kaldığı belirlenmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi 7, 10 ve 20 μl paraquat içeren sıvı kültürlerde ikinci gün *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısının, önceki güne göre %25 oranında azaldığı

tespit edilmiştir. 15µl. paraquat ihtiva eden kültürde ise *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı ikinci gün ilk güne göre %50'lik bir azalma göstermiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml. olduğu görülmüştür. Üçüncü gün yapılan sayımlarda kontrol grubunda önemli bir artış tespit edilemezken (25600 hücre/ml), 1 ve 3 µl. paraquat içeren kültürlerde *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı % 25 azalarak ortalama 15360 hücre/ml olduğu tespit edilmiştir. 7 ve 15 µl. paraquat içeren kültürlerin, üçüncü gününde bir değişiklik olmamış, *Chlorella vulgaris*' in birey sayılarının sırası ile 15360 ve 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir. 10 ve 20 µl. paraquat ihtiva eden kültürlerde ise, üçüncü gün bir önceki güne göre %25 azalma gözlenerek, birey sayısı 10240 hücre/ml. olarak tespit edilmiştir. İnkübasyonun dördüncü gününde kontrol grubunda yapılan sayımda *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı üçüncü gün yapılan sayıya göre % 50 artmış ve 30720 hücre/ml.'ye ulaşmıştır. 1, 3 ve 7 µl. paraquat içeren sıvı kültürlerde ise *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısında üçüncü gün yapılan sayıya göre önemli bir değişikliğin olmadığı ve ortalama mililitrede 15360 hücre olduğu tespit edilmiştir. 10 ve 20 µl. paraquat içeren kültürlerin hücre sayılarında bir değişiklik olmamış, hücre sayısı mililitrede 10240 olarak sabit kalmıştır. 20 µl. paraquat ihtiva eden sıvı kültürde ise birey sayısı % 50 azalarak, 5120 hücre/ml.'ye düştüğü tespit edilmiştir. *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı beşinci gün kontrol grubu kültürü bir önceki güne göre %25 artarak 35840 hücre/ml.' e ulaşmıştır. 1 ve 7 µl. paraquat içeren sıvı kültürlerde *Chlorella vulgaris* %25 bir azalmış ve 10240 hücre/ml.'ye düşmüştür. 3, 10, 15 ve 20 µl. paraquat içeren kültürlerde ise *Chlorella vulgaris*' in birey sayıları sabit kalmış, sırası ile 15360, 10240, 10240 ve 5120 hücre/ml. olduğu görülmüştür. Son gün yapılan sayımlarda ise kontrol grubu kültüründe % 25'lik bir artış olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 40960 hücre/ml. 'ye ulaştığı tespit edilmiştir. 1, 7 ve 15 µl. paraquat içeren kültürlerde bir önceki güne göre bir değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir. 3 ve 10 µl. paraquat içeren sıvı kültürlerde ise *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının %25 azaldığı ve sırası ile 10240 ve 5120 hücre/ml. olduğu görülmüştür. 20 µl. paraquat eklenmiş kültürde altıncı gün bir öncekine göre yapılan sayımda bir değişiklik gözlenmemiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 5120 hücre/ml. olarak tespit edilmiştir.

3.2. Trifluralin Uygulaması Yapılan Kùltürlerde *Chlorella vulgaris*' in Gelişimi

Trifluralinin farklı konsantrasyonlarının *Chlorella vulgaris*' in gelişimi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla aşlamayı takip eden ilk günden başlayarak 24, 48, 72, 96, 120 ve 144. saat sonra, kontrol ve son konsantrasyonları 1×10^{-3} μl . , 3×10^{-3} μl . , 7×10^{-3} μl . , 10×10^{-3} μl . , 15×10^{-3} μl . , ve 20×10^{-3} μl . olacak şekilde trifluralin ilave edilen örneklerden 50 μl . alınarak sayma lamına konulmuş ve mikroskopta sayımı yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 3.2.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.2.1. Trifluralin Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yeri Ortamındaki *Chlorella vulgaris*' in Hücre Sayılarının Günlere Göre Değişimi

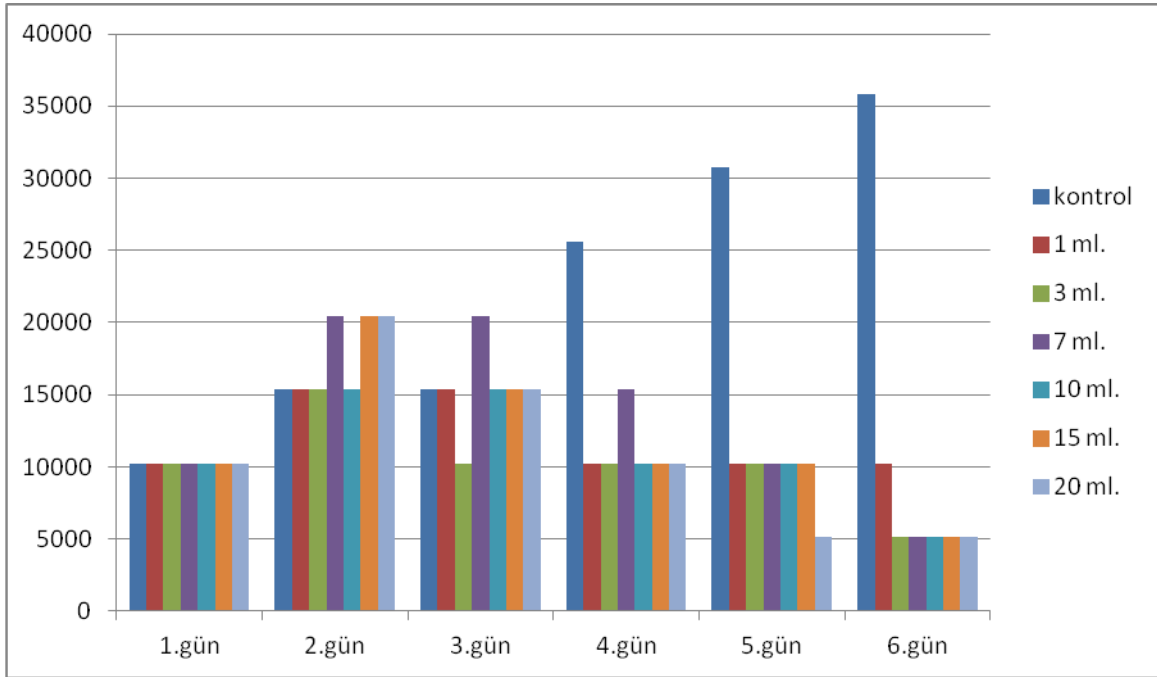
Şekilde 3.2.1.' de görüldüğü gibi trifluralin uygulamasının ilk gününde *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı sıvı kùltürlerde militrede 20480 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda ikinci gün ilk güne göre % 25'lik bir artış ile birey sayısı 25600 hücre/ml.'ye ulaşmıştır. 1 μl . trifluralin ilave edilen kùltür ortamında %25 artış gözlenmiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 25600 hücre/ml.'ye ulaşmıştır. 3 ve 7 μl . trifluralin içeren sıvı kùltürlerde ise *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı sabit kalarak 20480 hücre/ml. olarak hesaplanmıştır. 10 μl . trifluralin içeren kùltürde *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı % 25'lik bir azalış ile 15360 hücre/ml.'ye düşmüştür. 15 ve 20 μl . trifluralin ilave edilen kùltürlerde ise hücre sayısında % 50'lik bir azalış gözlenmiştir (10240 hücre/ml.). Üçüncü gün kontrol

grubunda birey sayısı bir önceki güne oranla % 25 artmış ve 30720 hücre/ml.'ye ulaşmıştır. Üçüncü gün 1 µl. trifluralin içeren sıvı kültürde ikinci önceki güne göre bir değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 25600 hücre/ml. olarak sabit kaldığı tespit edilmiştir. 3 µl. trifluralin ihtiva eden kültürde üçüncü gün bir önceki günle göre bir değişiklik gözlenmemiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 20480 hücre/ml. olarak sabit kalmıştır. *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı 7 ve 10 µl. trifluralin içeren sıvı kültürlerde % 25 azalmış ve 15360 hücre/ml. olduğu belirlenmiştir. 15 µl. trifluralin ihtiva eden sıvı kültürün birey sayısında üçüncü gün bir önceki güne göre değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 10240 hücre/ml. olmuştur. 20 µl. trifluralin ihtiva eden sıvı kültürde ise aynı gün bir önceki güne göre *Chlorella vulgaris*' in sayısında % 50 azalma gözlenmiş ve birey sayısı 5120'ye düşmüştür. Dördüncü gün, kontrol grubunda *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı yine % 25 oranında artmış ve birey sayısı 35840 hücre/ml.'ye yükselmiştir. 1 µl. trifluralin içeren kültürde ise birey sayısı bir önceki günle aynı kalmış ve 25600 hücre/ml. olarak sabit kalmıştır. 3 µl. trifluralin içeren kültür ortamında ise dördüncü gün üçüncü güne göre %25 azalma olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 15360 olarak gözlenmiştir. 7 µl. trifluralin içeren kültürde ise bir önceki güne göre % 25'lik bir azalma olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml. olduğu belirlenmiştir. 10 ve 15 µl. trifluralin içeren kültür ortamlarında hücre sayısı değişmemiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayıları sırasıyla 15360 ve 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir. 20 µl. trifluralin ihtiva eden kültürde de bir değişiklik gözlenmemiş, *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 5120 hücre/ml. olmuştur. Beşinci gün kontrol grubunda önceki güne göre %25'lik bir artış ile *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 40960 hücre/ml.'ye ulaşmıştır. 1 µl. trifluralin içeren kültürde birey sayısı önceki güne göre %25 azalmış ve birey sayısının 20480 hücre/ml.'ye düştüğü gözlenmiştir. 3 ve 7 µl. trifluralin içeren kültür ortamlarında *Chlorella vulgaris*' in birey sayılarında beşinci gün önceki güne göre bir değişiklik gözlenmemiş, birey sayıları sabit kalmıştır (sırası ile 15360 ve 10240 hücre/ml.). 10 ve 15 µl. trifluralin içeren sıvı kültürlerin birey sayıları önceki güne oranla % 25 azalmış ve sırası ile *Chlorella vulgaris*' in birey sayıları 10240 ve 5120 hücre/ml. olarak belirlenmiştir. 20 µl. trifluralin içeren kültürde ise beşinci gün önceki güne göre bir değişiklik tespit edilmemiştir, *Chlorella vulgaris*' in sayısı 5120 hücre/ml. olarak sabit kalmıştır. Altıncı gün kontrol grubunun birey sayısında bir değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 40960 hücre/ml. olarak sabit kalmıştır. 1 µl. trifluralin içeren sıvı kültürde ise, önceki güne göre % 25'lik bir azalma gözlenmiş ve

Chlorella vulgaris' in birey sayısı 15360 hücre/ml.'ye kadar azalmıştır. 3 µl. trifluralin ihtiva eden kültürde *Chlorella vulgaris*' in sayısı %25 azalarak 10240 hücre/ml olmuştur. 7 µl. trifluralin içeren sıvı kültürde son gün önceki güne göre bir değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir. 10 µl. trifluralin içeren kültürde son gün % 50 azalma olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 5120 hücre/ml.'e düşmüştür. 15 ve 20 µl. trifluralin içeren kültür ortamlarında *Chlorella vulgaris*' in sayısı değişmemiş ve 5120 hücre/ml. olmuştur.

3.3. Diazinon Uygulaması Yapılan Kültürlerde *Chlorella vulgaris*' in Gelişimi

Chlorella vulgaris' in gelişimi üzerine diazinon etkisini belirlemek amacı ile aşılama yapıp takip eden ilk günden başlayarak 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. günde, kontrol ve son konsantrasyonları 1×10^{-3} µl. , 3×10^{-3} µl. , 7×10^{-3} µl. , 10×10^{-3} µl. , 15×10^{-3} µl. , ve 20×10^{-3} µl. olacak şekilde diazinon ilave edilen örneklerden 50µl. alınarak sayma lamına konulmuş ve mikroskopta sayımı yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 3.3.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.3.1. Diazinon Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yeri Ortamındaki *Chlorella vulgaris*' in Hücre Sayılarının Günlere Göre Değişimi

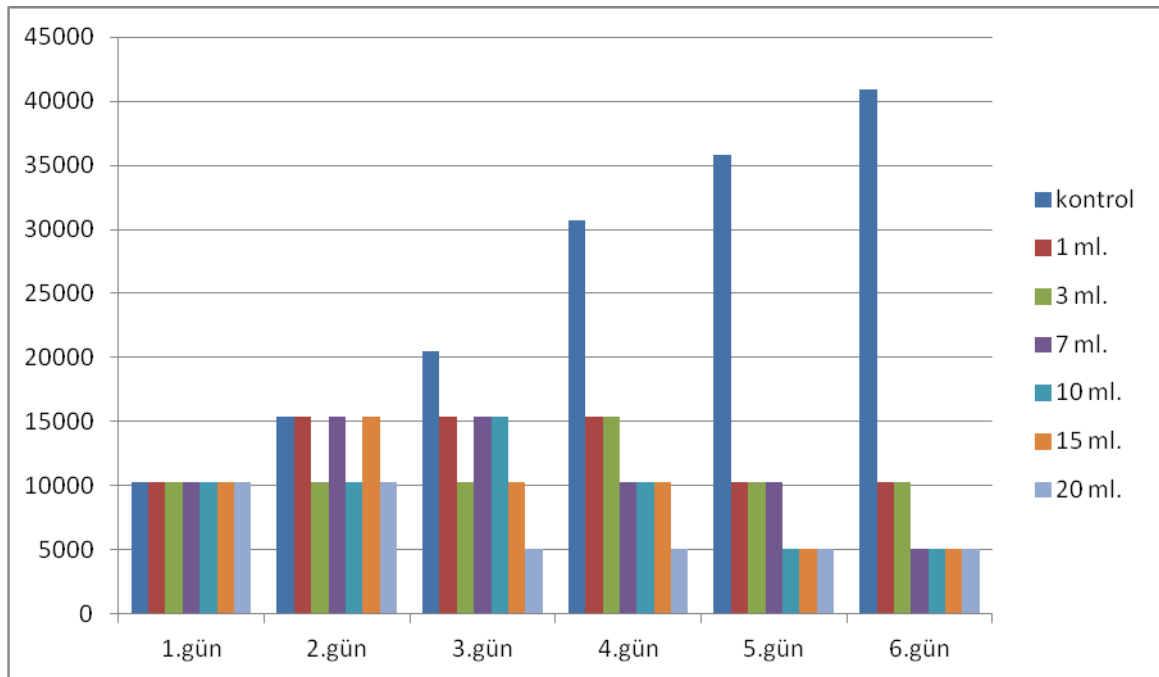
Aşılamanın yapıldığı gün sayımlarda *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı 10240 hücre/ml. olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ikinci gün yapılan sayımlarda %50'lik bir artış gözlenmiştir ve birey sayısı 15360 hücre/ml.' ye yükselmiştir. 1, 3 ve 10 µl.

diazinon içeren kültürlerde ikinci gün önceki güne göre % 50'lik bir artış olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 15360 hücre/ml.' e yükseldiği gözlenmiştir. 7, 15 ve 20 µl. diazinon içeren kültür ortamlarında ise ikinci gün ilk güne göre %100'lük artış gözlenerek *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı sıvı kültürlerde 20480 hücre/ml.' e yükselmiştir. Üçüncü gün kontrol grubunda ve 1 µl. diazinon içeren sıvı kültürlerde ise bir önceki güne göre değişiklik gözlenmemiş ve birey sayısı sabit kalmıştır (15360 hücre/ml.). 3 µl. diazinon içeren kültür ortamında % 33,3'lük bir azalış gözlenmiş, *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml.'e düştüğü tespit edilmiştir. 7 ve 10 µl. diazinon içeren kültürlerde üçüncü gün önceki güne göre *Chlorella vulgaris*' in birey sayısında bir değişiklik tespit edilmemiştir. 15 ve 20 µl. diazinon içeren sıvı kültürlerde ise üçüncü gün önceki güne göre % 25'lik bir azalma ile *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 15360 hücre/ml.' ye gerilediği belirlenmiştir. Dördüncü gün kontrol grubunda *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısı üçüncü güne göre % 66,6 artmış ve 25600 hücre/ml.' ye ulaşmıştır. 1, 10, 15 ve 20 µl. diazinon içeren kültürlerde dördüncü gün önceki güne göre % 33,3 azalmış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 10240 hücre/ml. olarak tespit edilmiştir. 3 µl. diazinon içeren kültür ortamında dördüncü gün önceki güne göre değişiklik gözlenmemiş ve birey sayısının 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir. 7 µl. diazinon içeren sıvı kültürde ise üçüncü güne göre % 25'lik bir azalma gözlenmiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 15360 hücre/ml. olarak tespit edilmiştir. Beşinci gün kontrol grubu kültürü önceki güne göre % 25, ilk güne göre % 200 artmış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 30720 hücre/ml.' ye ulaştığı gözlenmiştir. 1, 3, 10 ve 15 µl. diazinon içeren kültür ortamlarında beşinci gün önceki güne göre bir değişiklik gözlenmemiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı görülmüştür. 7 µl. diazinon içeren kültür bir önceki güne göre % 33,3 azalmış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 10240 hücre/ml olarak tespit edilmiştir. 20 µl. diazinon içeren kültürde ise beşinci gün önceki güne göre % 50 azalmış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 5120 hücre/ml.' ye düştüğü tespit edilmiştir. Son gün kontrol grubunun birey sayısında önceki güne göre % 16,6'lık, ilk güne göre ise %250'lik bir artış olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 35840 hücre/ml.' ye yükseldiği gözlenmiştir. 1 µl. diazinon içeren sıvı kültürün hücre sayısında son gün değişiklik olmamış ve birey sayısının 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı tespit edilmiştir. 3, 7, 10 ve 15 µl. diazinon içeren kültürlerin birey sayılarında % 50 azalma görülmüş ve *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısının 5120 hücre/ml.' ye düştüğü gözlenmiştir. Son olarak 20 µl. diazinon içeren kültürün son

gününde birey sayısı değişmemiş ve *Chlorella vulgaris*’ in birey sayısının 5120 hücre/ml. olarak sabit kaldığı tespit edilmiştir.

3.4. Dichlorvos Uygulaması Yapılan Kültürlerde *Chlorella vulgaris*’ in Gelişimi

Chlorella vulgaris’ in gelişimi üzerine dichlorvosun etkisini göstermek için 24, 48, 72, 96, 120 ve 144. saat sonra, kontrol ve son konsantrasyonları 1×10^{-3} μ l. , 3×10^{-3} μ l. , 7×10^{-3} μ l. , 10×10^{-3} μ l. , 15×10^{-3} μ l. , ve 20×10^{-3} μ l. olacak şekilde dichlorvos ilave edilen örneklerden 50 μ l. alınarak sayma lamına konulmuş ve mikroskopta sayımı yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 3.4.1.’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.4.1. Dichlorvos Uygulaması Yapılan Sıvı Besi Yeri Ortamındaki *Chlorella vulgaris*’in Hücre Sayısının Günlere Göre Değişimi

Şekil 3.4.1.’de görüldüğü gibi *Chlorella vulgaris*’ in hücre sayısı kontrol grubunda 10240 hücre/ml.’dir. Aşılamanın yapıldığı ikinci gün kontrol grubunda birey sayısının % 25 artarak 15360 hücre/ml. ’ye yükseldiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde 1 μ l. dichlorvos içeren kültürde ise % 25’lik artış ile birey sayısı 15360 hücre/ml. ’ye ulaşmıştır. 3, 10 ve 20 μ l. dichlorvos ihtiva eden sıvı kültürlerin birey sayılarında değişiklik olmamış ve birey sayısı 10240 hücre/ml. olmuştur. 7 ve 15 μ l. dichlorvos içeren sıvı kültürlerde ise ikinci gün önceki güne göre %25’ lik artış gözlenmiş ve *Chlorella vulgaris*’ in birey sayısının 15360 hücre/ml.’e yükseldiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda üçüncü gün ilk güne göre % 100’lük bir artış gözlenmiş ve *Chlorella vulgaris*’ in birey sayısı 20480 hücre/ml. olarak

tespit edilmiştir. 1 ve 7 µl. dichlorvos ihtiva eden kültürlerde üçüncü gün hücre sayısında bir değişiklik olmamış, *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 15360 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir. 3 µl. dichlorvos içeren kültür ortamında da üçüncü gün önceki güne göre bir değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 10240 hücre/ml. olarak sabit kalmıştır. 10 µl. dichlorvos içeren kültürde önceki güne göre % 25 artmış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 15360 hücre/ml. olarak kaydedilmiştir. 15 µl. dichlorvos ihtiva eden kültürde üçüncü gün değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının sabit kaldığı gözlenmiştir (10240 hücre/ml). 20 µl. dichlorvos içeren sıvı kültürde ise hücre sayısı üçüncü gün %50 azalmış ve 5120 hücre/ml. olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda yapılan sayımda dördüncü gün % 50, ilk güne göre %200 artış belirlenmiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 30720 hücre/ml. olduğu belirlenmiştir. 1 µl. dichlorvos içeren kültürde ise dördüncü gün önceki güne göre hiçbir değişiklik olmamış ve birey sayısının sabit kaldığı gözlenmiştir (15360 hücre/ml.). 3 µl. pestisit içeren sıvı kültür ortamında, dördüncü gün önceki güne göre, % 25 artış olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 15360 hücre/ml olarak tespit edilmiştir. 7 ve 10 µl. dichlorvos içeren kültürlerde dördüncü gün önceki güne göre % 25 azalma belirlenmiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml. olduğu tespit edilmiştir. 15 µl. dichlorvos içeren kültürde *Chlorella vulgaris*' in hücre sayısının değişmediği ve birey sayısı 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir. 20 µl. dichlorvos içeren kültürde de değişiklik olmamış ve birey sayısının 5120 hücre/ml. olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda beşinci gün önceki güne göre % 25 artmıştır, 1 ve 3 µl. dichlorvos içeren kültürlerde ise, % 25 azalma olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı mililitrede 10240 olarak hesaplanmıştır. 7 µl. dichlorvos içeren kültür ortamında birey sayısı beşinci gün değişmemiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı tespit edilmiştir. 10 ve 15 µl. dichlorvos içeren kültürlerin beşinci gün yapılan sayımlarında ise % 50 azalma gözlenmiştir. 20 µl. dichlorvos içeren sıvı kültürün birey sayısında ilk güne göre % 50 azalma olmuş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 5120 hücre/ml. olarak sabit kaldığı tespit edilmiştir. Kontrol grubunda son gün ilk güne göre % 400'lük artış göstermiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 40960 hücre/ml. olarak tespit edilmiştir. 1 ve 3 µl. dichlorvos ihtiva eden sıvı kültürlerde son gün önceki güne göre değişiklik olmamış ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısı 10240 hücre/ml. olarak sabit kaldığı belirlenmiştir. 7 µl. dichlorvos içeren kültürde ise son gün *Chlorella vulgaris*' in birey sayısında % 50 azalma olmuş ve hücre sayısının 5120 hücre/ml.' ye düştüğü tespit

edilmiştir. 10, 15 ve 20 µl. dichlorvos içeren sıvı kültürlerin birey sayıları değişmemiş ve *Chlorella vulgaris*' in birey sayısının 5120 hücre/ml. olarak sabit kaldığı gözlenmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Algler tatlı su ve deniz ekosistemlerindeki besin zincirinin temel elemanlarıdır. Aynı zamanda, sucul ekosistemlerinin en duyarlı canlı grubudur. Birincil üreticiler olan algler yeryüzündeki karbonun önemli bir kısmını bağlamakta ve fotosentez yoluyla atmosferdeki oksijenin büyük bir kısmını oluşturmaktadırlar. Algler üzerinde herhangi bir olumsuz etki, daha yüksek seviyelerdeki organizmaları etkileyecek ve sonuç olarak tüm sucul ekosistem bundan zarar görecektir.

Algler kolay bulunma, geniş yüzey alanına sahip olma ve yüksek toksik madde bağlama özelliklerine sahip olan organizmalardır. *Chlorella* türleri de toksik maddelerin yüksek konsantrasyonlarını biriktirebilme yeteneğine sahip canlılardır. Bu nedenle son zamanlarda *Chlorella* türleri pestisit ve ağır metal çalışmalarında tercih edilen organizmalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. *Chlorella* türlerinin bu çalışmalarda tercih edilmesinin başka nedenleri arasında laboratuvar koşullarında kolay yetiştirilebilir olması, toksikantlara karşı dirençli olması ve hücre sayımının kolay olması gibi özellikleri sayılabilir. Bu nedenle *Chlorella* türleri BM Çevre Örgütü tarafından da sulardaki kirliliğin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Bütün bu özellikleri göz önüne alındığında bölgemizde yaygın olarak kullanılan pestisitlerin sucul ortamdaki organizmaları özellikle de algleri nasıl etkiledikleri yönündeki sorulara cevap bulmak amacıyla, yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz bulgulara göre, paraquat, diazinon, dichlorvos ve trifluralinin *Chlorella vulgaris*' in gelişimi üzerine inhibitif etkileri açıkça gözlenmektedir. *Chlorella vulgaris*' in gelişimi açısından en büyük toksik etkiyi diazinon göstermektedir. Diazinonu sırası ile dichlorvos, paraquat ve trifluralin takip etmiştir. Ancak *Chlorella vulgaris*' in diazinona daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Trifluralin, *Chlorella vulgaris*' in gelişimini engellerken aynı zamanda hücrelerin şeklinin bozulmasına ve parçalanmasına neden olduğu belirtilmektedir [39]. Aynı şekilde diazinonun düşük konsantrasyonunun *Chlorella vulgaris*' in gelişimine etkisi yüksek konsantrasyona göre daha düşük olmuştur. Diazinonun düşük konsantrasyonu (1µl.) çalışmamızın son gününde *Chlorella vulgaris*' in birey sayısını kontrol grubuna göre %71,4 oranında azaltırken, yüksek konsantrasyonu (20µl.) 6. gününde *Chlorella vulgaris*'

in kontrol grubuna göre % 85,7 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Aşılamanın son gününde, dichlorvos ve paraquatın düşük konsantrasyonları (1µl.) *Chlorella vulgaris*' in birey sayısını kontrol grubuna göre % 75 oranında azaltırken, yüksek konsantrasyonları (20 µl.) *Chlorella vulgaris*' in birey sayısını kontrol grubuna göre % 87,5 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Dichlorvos ve paraquatın kontrol grubuna göre son gün, yüksek (20 µl.) ve düşük (1 µl.) konsantrasyonlarda birey sayısını aynı oranlarda etkilediği görülmektedir. Trifluralinin düşük konsantrasyonu (1 µl.) *Chlorella vulgaris*' in birey sayısını kontrol grubuna göre % 62,5 oranında azaltırken, yüksek konsantrasyonu (20 µl.) *Chlorella vulgaris*' in birey sayısını % 87,5 oranında azalttığı gözlenmiştir. *Chlorella vulgaris*' in gelişiminin herbisitler ile inhibe olması daha önce yapılan çalışmaların bulgularıyla paralellik göstermektedir. Örneğin, diazinonun hedef olmayan sucul bitkiler için de bir risk kaynağı olduğu ve azot fikse eden mavi yeşil alglerde gelişmeyi engellediği aynı şekilde paraquat ve paraquat dikloridin fitoplanktonların gelişimi, fizyolojisi, biyokimyası, popülasyon gelişimi ve ölüm oranları üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir [40]. Tatlı sularda gerek planktonik gerekse bentik organizmalar içerisinde önemli bir grubu oluşturan alglerin bulundukları ortamlardaki fiziksel ve kimyasal etkilere karşı duyarlı oldukları pek çok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir [41].

Chlorella vulgaris ve farklı üç alg türü ile yaptıkları çalışmalar sonucunda da en düşük konsantrasyonda (0.1 mg. Pq/L) bile, 96 saat sonunda kontrol grubuna göre birey sayısındaki azalma tespit edilmiştir. Ve yine yapılan bu çalışmaya göre, paraquat sucul ortamda yabancı otlara karşı mücadelede her ne kadar önerilen bir pestisitse de, sudaki alg türlerinde kronik hasarlara yol açtığı belirtilmiştir. Çalışmamızda pestisit konsantrasyonunun artışına paralel olarak hücre sayısındaki azalışlar, yapılan çalışmaların bulgularıyla benzerlik göstermektedir [16].

Yapılan bir başka çalışmaya göre, iki alg türü üzerine on iki pestisitinin etkisi araştırılmış, içlerinde akarazit ve fungusit de olan pestisitlere duyarlılıkları belirtilmiştir. Kullanılan organizmalar, *Chlorella pyrenoidosa* ve *Scenedesmus obliquus*' tur. Sonuç olarak, özellikle herbisitlerin bu iki alg türünde fotosentezi inhibe eden toksik etkilerine dikkat çekilmiştir. Yaptığımız çalışmada kullandığımız herbisitlerin *Chlorella vulgaris*' in birey sayısında azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Mevcut çalışma ile bulgularımız paralellik göstermektedir [27].

Chen Jianmeng ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, mavi-yeşil alg ve yeşil alglerin metil tersiyer bütıl etere (MTBE) hassasiyetlerini incelemişlerdir. Kullanılan yeşil

alg türü olarak *Chlorella ellipsoidea*, mavi-yeşil alg türü olarak da *Aphanizomenon flos-aquae* seçilmiştir. Bu türlerde MTBE' nin inhibisyon yüzdeleri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda kullanılan kimyasal maddenin, seçilen yeşil alg türünde daha etkili olduğu görülmüştür, çalışmamızın bulguları mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir [2].

J. Ma ve arkadaşlarının yaptıkları başka bir çalışmada, üç mavi-yeşil alg ve beş yeşil alg türünün insektisitlere gösterdiği toksik etkileri incelenmişlerdir. Ve sonuç olarak diazinonun toksisitede en etkili pestisit olduğu kanıtlanmıştır. Sırası ile kullanılan dört pestisitın seçilen organizmaların birey sayılarında azalma dereceleri şu şekildedir; Diazinon > Methidathion > Thionazin > Phoxim [42]. Çalışmamızda diazinonun *Chlorella vulgaris* hücre çoğalmasının büyük oranda engellendiği tespit edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir.

Araştırmamızda, herbisit ve insektisit uygulamalarının *Chlorella vulgaris*' in gelişiminde değişikliğe neden olması, *Chlorella vulgaris*' in uygulanan kimyasallara duyarlı olduğunu göstermektedir. Her türün hem çevresel faktörlere hem de farklı toksik maddelere gösterdiği tepkinin farklı olduğu bilinen bir gerçektir. Hem deniz hem de tatlı sularda bulunan alglerin farklı toksik maddelere tepkilerinin farklı olduğu rapor edilmiştir [43]. Çalışmamızda *Chlorella vulgaris*' in diazinon, dichlorvos, paraquat ve trifluraline gösterdiği tepkinin farklı olduğu tespit edilmiştir. 20µl. diazinon uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 87,5 oranında, 20 µl. dichlorvos uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 87,5 oranında, 20 µl. paraquat uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 87,5 oranında, 20 µl. trifluralin uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 87,5 oranında azalmıştır. Sonuçlarımıza göre, yüksek konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre gerçekleşen azalmalar aynı orandadır. Ancak 1 µl. diazinon uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 71,4 oranında, 1 µl. dichlorvos uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 75 oranında, 1 µl. paraquat uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 75 oranında, 1 µl. trifluralin uygulanan sıvı besi ortamında *Chlorella vulgaris*' in gelişimi kontrol grubuna göre % 62,5 oranında azaldığı görülmüştür. Elde ettiğimiz bu sonuçlar alglerin farklı toksik kimyasallara tepkilerinin farklı olduğunu göstermektedir.

Makrofitlerin beş ve alglerin altı türünün metribuzin, alachlor ve metachlora hassasiyet oranlarının incelendiği bir araştırmada asetanelid herbisitler olan alachlor ve metachlorun lipitlerin, proteinlerin ve flavonoidlerin biyosentezine bazı fizyolojik yollarla engel olduklarını ve alglerin gelişimini inhibe ettikleri rapor edilmiştir [39]. Araştırmada kullandığımız herbisitlerin de *Chlorella vulgaris*’ in gelişimini inhibe etmesi, trifluralin ve paraquatın *Chlorella vulgaris*’ in protein ve lipit gibi önemli moleküllerin biyosentezlerini engellemesi ile açıklanabilir. Trifluralinin *Chlorella vulgaris*’ in hücrelerinin parçalanmasına neden olması, bu herbisitinin *Chlorella vulgaris* tarafından diğer pestisitlerden daha fazla absorbe edilmesi ve böylece hücre içi osmotik basıncın artmasına paralel olarak dış ortamdan çok fazla miktarda su alınmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

Chlorella vulgaris’ in gelişimi üzerinde bazı pestisitlerin etkisini incelemek amacıyla 2 adet herbisit ve 2 adet insektisit seçilmiştir. Çalışmamızda seçilen pestisitler ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Uygulanan pestisitler gelişme ortamlarında, hücre gelişimi ile pestisit konsantrasyonu ve zamana bağlı olarak değişiklikler tespit edilmiştir. Uygulanan pestisitler gelişme ortamlarında *Chlorella vulgaris*’ in gelişimini olumsuz yönde etkilediği ve belirli konsantrasyonlarda, belirli zaman sonra hücre gelişiminin tamamen durduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde kullanılan pestisit miktarları bölgelere göre değişiklik arz ediyorsa da kullanılan pestisit miktarının her geçen gün artıyor olması bir gerçektir. Tarımın önemli bir yer tuttuğu ülkemizde bu dört pestisit; dichlorvos, paraquat, diazinon ve trifluralin yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından 31 Ağustos 2009 pestisitlerin tarihi ile bazıları yasaklanmıştır [44]. Ancak bunların yerine çok farklı isimler altında yeni ürünler piyasaya sürülmektedir. Maalesef üreticileri bilinçlendirmek için yapılan çalışmalar yetersiz kalmaktadır. Pestisitler bilinçsiz bir şekilde kullanılmaya devam edilmektedir. Sucul ortamlarda primer üretimi oluşturan algler pestisit uygulamalarında hedef organizmalar olmamalarına rağmen kontaminasyondan etkilenmektedirler. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan bu pestisitler, tatlı su fitoplanktonunun önemli bir parçası olan *Chlorella vulgaris*’ in gelişimi üzerine son derece etkili olmuş ve belirli konsantrasyonlarda bu türün gelişimini tamamen durdurmuştur. Sonuç olarak, insan sağlığı ve çevrenin büyük önem kazandığı dünyamızda tarımsal üretimi artırmak amacıyla kullanılan pek çok kimyasal hedef olmayan organizmalar üzerinde de son derece etkili olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Karakaya, M. and Boyraz, N.**, 1992, Gıda Kirlenmesinde Pestisitler ve Korunum Yolları, Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı 4, 11-15.
- [2] **Chen,J. ,Ma,J. ,Cao,W. ,Wang,P. ,Tong,S. ,Sun,Y. ,**2009 Sensitivity of Green and Blue-green Algae to Methyl Tert-butyl Ether, Journal of Environmental Sciences 21, 514-519
- [3] www.ins.itu.edu.tr/cevre/personel/talinli/dersler/hm.ppt
- [4] **Kambur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D.**, 2005, Tarım İlaçlarının (Pestisitlerin) Çevresel Etkileri ve Mersin İli'nde Kullanım Düzeyleri. GAP, IV. Tarım Kongresi, Harran Üniversitesi, 21–23 Eylül, Şanlıurfa.
- [5] **Klaine,S.J.,Lewis,M.A.**,1995,Algal and Plant Toxicity Testing. Handbook of Ecotoxicity, CRC, Boca Raton,FL,USA, pp. 163-184
- [6] **Hutchinson, G.E.**, 1967, A Treatise on Limnology. Vol. II. John Wiley and Sons.
- [7] **Round, F.E.**, 1984, The Ecology of Algae, Cambridge University Press.
- [8] **Franklin, Natasha M.,Stauber,Jennifer,L.,Markich,Scott,J.**,2000 H-Dependent Toxicity of Copper and Uranium to a Tropical Freshwater Algae, *Chlorella sp.*,Aquatic Toxicology,48;275-289
- [9] **Royd, Greenlaw,P.N.,Shane,B.S.**,1993.Adsorption of Heavy Metals by Green.Algae and Ground Rice Hulls,J.,Environ.Sci. Health A.,28.37-50
- [10]**Mallick,N.**,2004. Copper-Induced Oxidative Stress in the Clorophyceae Microalgae *Chlorella vulgaris*: Response of the Antioxidant System J.Plant Physiol,161:591-597
- [11]**Shubert, L.E.**,1984. Algae as Ecological Indicators. Academic Press, London
- [12]**Lopez-Saurez,C.E.,Castro-Romero,J.M.,Gonzalez-Rodriguez,M.V.,Gonzalez Soto,E.,Perez-Iglesias,J.,Seco-Lago,H.M.,Fernandez-Solis,J.M.**,2000.Study of the Parameters Affecting the Binding of Metals in Solution by *Chlorella vulgaris* Talanta., 50:1313-1318
- [13]**Borowitzka,M.A.,Borowitzka,L.J.**,(Eds.),1988.Micro-AlgalBiotechnology Cambridge University Press,Cambridge.
- [14]**Singh,P.K.**,1973,Effect of Pesticides on Blue-green Algae.Arch Microbiol,89:317-320.
- [15]**Clegg,T.J.,and Koevening,J.L.**,1974, the Effect of Four Chloriated Hydrocarbon Pesticides and One Organophosphate Pesticide on ATP Levels in Three Species of Photosynthesizing Freshwater Algae.Bot Gaz,135:368-372
- [16]**M.E.Sáenz,J.L. ,Alberdi,W.D.,Di Marzio,J. Accorinti,M.C.Tortorelli,Paraquat Toxicity to Different Green Algae Bull. Environ. Contom. Toxicol.**1997,58:922-928.
- [17]**Walsh, G.E.** ,1972. Effects of herbicides on photosynthesis and growth of marine unicellular algae. Hyacinth Control Journal, 10, 45-48.
- [18]**Mohapatra, PK., Mohanty RC.**,1992, Grwth pattern changes of *Chlorella vulgaris* and Anabaena doliolum due toxicityof di methoate and endosulfan. Bull. Environ,Contam. Toxicol 49, 576-581.
- [19]**Tadros, MG., Philips, J., Pandiripally, V.**, 1994, Differential response of green algal species to solvents. Bull. Environ. Contam, Toxicol 52, 332-337.
- [20]**Moreland, DE.**, 1980, Mechanisms of action of herbicides. Ann. Rev. Plant Physiol. 31, 597-638.
- [21]**Simpson, DM, Stoller EW, Wax, LM.**, 1995, An in vivo acetolactate assay, Weed Technol 9, 17-22.

- [22] **Hughes, J. S. and Balu, K.**, 1988, An evaluation of appropriate expressions of toxicity in aquatic plant bioassays as demonstrated by the effects of atrazine on algae and duckweed. In Adams, WJ., Chapman, G.A., Landis, W.G., eds, *Aquatic Toxicology and Hazard Assessment*, Vol 10. Special Technical Publication. PA, pp 531-547.
- [23] **O'Kelley, J.C., Deason, T.R.**, 1976, Degradation of pesticides by algae, Environmental Protection Agency, Athens, GA. 600/3-76-022. U.S.
- [24] **Van den Brink, P.J., Van Donk, E., Glystra, R., Crum, S.J.H. and Brock, T.C.M.**, 1995. Effects of chronic low concentrations of the pesticides chlorpyrifos and atrazine in indoor freshwater microcosms, *Chemosphere* 31, 3181-3200.
- [25] **Ferraz, D.G.B., Sabater, C. and Carrasco, J.M.**, 2004, Effect of propanil, tebufenozide and mefenacet on growth of four freshwater species of phytoplankton: a microplate bioassay, *Chemosphere* 56, 315-320.
- [26] **Sabater, C., Cuesta, A. and Carrasco, R.**, 2002, Effects of bensulfuron-methyl and cinosulfuron on growth of four freshwater species of phytoplankton, *Chemosphere* 46, 953-960.
- [27] **Ma, J., Zheng, R., Xu, L. and Wang, S.**, 2002, Differential sensitivity of two green algae, *Scenedesmus obliquus* and *Chlorella pyrenoidosa*, to 12 pesticides, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 52, 57-61.
- [28] **Ma, J., Xu, L., Wang, S., Zheng, R., Jin, S., Huang, S. and Huang, Y.**, 2002. Toxicity of 40 herbicides to the green alga *Chlorella vulgaris*, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 51, 128-132.
- [29] **Wendt-Rasch, L., Prizadeh, P., Woin, P.**, 2003, Effects of metsulfuron methyl and cypermethrin exposure on freshwater model ecosystems, *Aquatic Toxicology* 63, 243-256.
- [30] **Nyström, B., Björnsäter, B. and Blanck, H.**, 1999, effects of sulfonylurea herbicides on non-target aquatic micro-organisms: growth inhibition of microalgae and short-term inhibition of adanine and thymidine incorporation in periphyton communities, *Aquatic Toxicology* 47.
- [31] **Rojičková-Padrťová, R. and Maršálek, B.**, 1999, Selection and sensitivity comparisons of algal species for toxicity testing, *Chemosphere* Vol. 38, No.14, pp. 3329-3338.
- [32] **Couderchet, M. and Vernet, G.**, 2003, Pigments as biomarkers of exposure to the vineyard herbicide flazasulfuron in freshwater algae, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 55, 271-277.
- [33] **Kosinski, R.J.**, 1984, The Effect of terrestrial herbicides on the community structure of stream periphyton, *Science Direct- Environmental Pollution Series A, Ecology and Biological*, Volume 36, issue 2, Pages 165-189.
- [34] **Güner, H. ve Aysel, V.**, 1989. Tohumlu Bitkiler Sistematigi 1. Cilt (algler) Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir, sf 127.
- [35] **Jensen, B.**, 1987. *Chlorella: Gem of the Orient*. Bernard Jensen, California. p.221-227.
- [36] **Singh, D. P., Khare, P., Bisen, P. S.**, 1989. Effects of Ni²⁺, Hg²⁺ and Cu²⁺ on Growth, Oxygen Evolution and Photosynthetic Electron Transport in *Cylindrospermum* IU 942. *J. Plant Physiology*, 134: 406-412.
- [37] **Phang, S.M.**, 1992. Role of Algae In Livestock-Fish Integrated Farming System. (Editors, T.K. Mukherjee; P.S. Moi; J.M., Panandam And Y.S. Yang). *Proceedings of The FAO/IPT Workshop on Integrated Livestock- Fish Production System*; 16-20 Dec., 1991, University of Malaya, Kuala

- Lumpur, Malaysia., Pp 49-56.
- [38] **Thompson, S. A., Rhodes, C. D., Pettman, I.**, 1998. Culture Collection of Algae and Protozoa, Titus Wilson & Son Ltd, Kendal, 163.
- [39] **Fairchild, F. J., Ruessler, S. D. and Carlson, R. A.**, 1998, Comparative Sensitivity of Five Species of Macrophytes and Six Species of Algae to Atrazine, Metribuzin, Alachlor, and Metochlor, Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 17, No. 9, pp. 1830-1834.
- [40] **Kaur, M., Ahluwalia, A.S., Dahuja, S.**, 2002, Toxicity of a rice field herbicide in a nitrogen fixing algae, *Cylindrospermum* sp. J. Environ. Biol. 23(4), 359-363.
- [41] **Walsh, G.E.** 1972, Effects of herbicides on photosynthesis and growth of marine unicellular algae. Hyacinth Control Journal, 10, 45-48.
- [42] **Ma, J., Wang, P., Huang, C., Lu, N., Qin, W., Wang, Y.** **Toxicity of Organophosphorous Insecticides to Three Cyanobacterial and Five Green Algal Species Bull. Environ. Contam. Toxicol**, 2005 75;490-496.
- [43] **Tadros, M.G. , Philips, J. , Pandiripally, V. ,** 1994, Differential response of green algal species to solvents. Bull. Environ. Contam, Toxicol 52, 332-337.
- [44] www.zmo.org.tr/resimler/ekler/6a4d89ba25627b2.ek.pdf.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Ankara’da doğdum. İlkokulu Orhan Gazi İlköğretim Okulu’nda, ortaokul eğitimimi Vali Kutlu Aktaş Ortaokulu’nda, lise eğitimimi Balçova Lisesi’nde tamamladım. 2006’da Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’ne girdim. 2010’ da Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Genel Biyoloji anabilim dalında yüksek lisans eğitimime başladım.