

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AYÇİÇEĞİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN BAZI HERBİSİTLERİN DOĞAL
ŞARTLARDA İZLENMESİ VE BİYOREMEDİASYON YÖNTEMİYLE
GİDERİMİ**

GÖKHAN ÖNDER ERGÜVEN

**DOKTORA TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. HÜRREM BAYHAN**

İSTANBUL, 2015

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AYÇİÇEĞİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN BAZI HERBİSİTLERİN DOĞAL ŞARTLARDA
İZLENMESİ VE BİYOREMEDİASYON YÖNTEMİYLE GİDERİMİ**

Gökhan Önder ERGÜVEN tarafından hazırlanan tez çalışması 10/07/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Prof. Dr. Atilla AKKOYUNLU

Boğaziçi Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Atilla AKKOYUNLU

Boğaziçi Üniversitesi _____

Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Mustafa YAZGAN

İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Güleda ENGİN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Nuray BALKIS

İstanbul Üniversitesi _____

Prof. Dr. Göksel DEMİR

Bahçeşehir Üniversitesi _____

Bu alışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' nün 2012-05-02 KAP07 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Öncelikle, bu tez çalışmasının hazırlanmasında, tüm aşamalarındaki yardımlarından dolayı, gösterdiği yakın ilgi ve her alandaki desteği sebebiyle tez danışmanım, sayın Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN'a ve tez eş danışmanım sayın Prof. Dr. Atilla AKKOYUNLU'ya; Çevre Mühendisliği Bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Güleda ENGİN'e ,doktora tez izleme komitesinde bulunan, fikirleriyle teze yön veren değerli hocalarım Prof. Dr. Yaşar NUHOĞLU ve Prof. Dr. Mustafa YAZGAN'a; laboratuvar çalışmalarında yardım eden Dr. Sadullah Levent KUZU' ya, tecrübelerinden istifade ettiğim Doç. Dr. Gürdal KANAT' a, uzun zamandır çalıştığım beraber görev aldığımız mesai arkadaşlarım Bahar İKİZOĞLU'na, lisans öğretim hayatımda kısa süre olsa da tanıdığım, bilgi, tecrübe ve vizyonuyla üzerimde çok emeği bulunan, bundan sonraki hayatımda da miras bıraktığı değerlerle yoluma devam edeceğim, saygıdeğer hocam merhum Prof. Dr. Ferruh ERTÜRK'e; ismi burada yer almayan, dolaylı ya da dolaysız olarak üzerimde emeği bulunan hocalarım, büyüklerim ve arkadaşlarıma; tüm bunların yanında bugünlere gelmem konusunda yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kuzenim Çağlan Cem KARABIYIK'a, kardeşim Mert ERGÜVEN, annem Yaşar ERGÜVEN ve babam Osman ERGÜVEN'e, arazi çalışmalarım sırasında bana destek olan dayım Turgut KENAR'a, teşekkür ederim. Her zaman akademisyen olmamı dileyen rahmetli dedem İrfan KENAR' a ve üzerimde bütün eğitim hayatım boyunca emeği olan ve kısa bir süre önce hayata gözlerini yuman rahmetli anneannem Habibe KENAR'a, bu günleri görmemi en çok isteyen rahmetli babaannem Hamdiye ERGÜVEN ve büyük babam Danyal ERGÜVEN'e Allah (c.c)'dan rahmet dilerim.

Temmuz, 2015

Gökhan Önder ERGÜVEN

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET	xvi
ABSTRACT.....	xviii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Pestisitlerin sınıflandırılması	8
1.3 Pestisit Türleri	9
1.4 Dünyada Pestisit Kullanımı	12
1.5 Türkiye’ de Pestisit Kullanımı	13
1.6 A.B. Ülkelerinde ve Türkiye’ de Birim Alanda Pestisit Kullanımı	15
1.7 Pestisitlerin Uygulama Sonrası Akıbeti	15
1.7.1 Buharlaşıma, Yüzeysel Akışlar ve Taşınım	20
1.7.2 Fotoliz ve Fototransformasyon.....	23
1.7.3 Mikrobiyal ve Kimyasal Parçalanma	25
1.7.4 Adsorbsiyon ve Desorbsiyon	27
1.8 Pestisit Ekotoksisitesi	28
1.9 Pestisit Uygulamaları	29
1.10 Toprak Bakterilerinin ve Mantarlarının Genel Özellikleri	30
1.11 Tezin Amacı	36
1.12 Hipotez	37
BÖLÜM 2	
MATERYAL VE METOD	38
2.1 Çalışılan Tarım Arazisi	38
2.2 Kullanılan Herbisitler.....	43
2.3 Yapılan Çalışmalar	46
2.3.1 Tarım Arazisine Atılan Herbisitlerin Doğal Şartlarda İzlenmesi.....	46

2.3.2	Mantar ve Bakterilerin İzolasyonu ve Moleküler Karakterizasyon Çalışmaları	47
2.3.3	Nükleik Asit Ekstraksiyonu	49
2.3.4	Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)	49
2.3.5	Denature Gradyan Jel Elektroforezi	49
2.3.6	DNA Dizi Analizi	50
2.3.7	Mantar Karakterizasyon Çalışmaları	51
2.3.8	Bakteri Karakterizasyon Çalışmaları	52
2.4	Enstrümental Cihazlar	53
2.5	Biyoremediasyon Çalışmaları	56
2.5.1	Sıvı Ortamda Yapılan Biyoremediasyon Çalışmaları	56
2.5.2	Toprak Ortamında (Katı Ortamda) Yapılan Biyoremediasyon Çalışmaları	57
2.6	Adsorbsiyon ve Desorbsiyon Çalışmaları	61
2.7	Fotoliz Çalışmaları	62
2.8	Aklonifen’li ve Trifluralin’li Kültür Ortamlarında Mikrobiyal Aktivitenin Bulanıklık ve Popülasyon Artışı ile İzlenmesi	63
BÖLÜM 3		
SONUÇLAR		65
3.1	Aklonifen ve Trifluralin’in Doğal Şartlarda İzlenme Aşamasında Elde Edilen Sonuçlar	65
3.2	Tarla Toprağındaki Bakteri ve Mantarların Tür Tayini Sonuçları	68
3.3	Biyoremediasyon Sonuçları	70
3.3.1	Sıvı Ortamda Yapılan Biyoremediasyon Sonuçları	70
3.3.2	Toprak Ortamında Yapılan Biyoremediasyon Çalışma Sonuçları	83
3.4	Adsorbsiyon ve Desorbsiyon Çalışma Sonuçları	85
3.5	Fotoliz Çalışma Sonuçları	90
3.6	Aklonifen’li ve Trifluralin’li Kültür Ortamlarında Mikrobiyal Aktivitenin Bulanıklık ve Popülasyon Artışı ile İzlenmesinin Deneysel Sonuçları	97
BÖLÜM 4		
SONUÇ VE ÖNERİLER		110
KAYNAKLAR		122
EK - A		
TRİFLURALİN’E AİT GC-ECD’DEN ALINAN EKRAN GÖRÜNTÜLERİ		135
EK - B		
AKLONİFEN’E AİT LC-MS-MS’DEN ALINAN EKRAN GÖRÜNTÜLERİ		139

EK - C

MİKROBİYAL TÜR TEŞHİS ÇALIŞMALARI İÇİN BLAST PROGRAMINDAN ALINAN EKRAN
GÖRÜNTÜLERİ

ÖZGEÇMİŞ 153

KISALTMA LİSTESİ

DGGE	Denature gradyan jel elektroforezi
DNA	Deoksiribonükleik asit
DT	Yarılanma ömrü
ECD	Elektron yakalayıcı dedektör
FOC	Organik karbon fraksiyonu
GC	Gaz kromatografisi
ITS	Internal transcribed spacer (Dahili bölgesi çıkarılmış halka)
KDK	Katyon değişim kapasitesi
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
LC	Likit kromatografisi
LOD	Limit of detection
LOQ	Limit of quantity
MS	Kütle Spektrometrisi
N	Mikroorganizma sayısı
NTU	National Turbidity Unit
PCR	Polimeraz zincir reaksiyonu
RNA	Ribonükleik asit
TMCX	Tetra Kloro-m-Xylene

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Pestisitlerin kullanım amaçlarına ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması .	11
Şekil 1.2 Herbisitlerin ekosistemdeki davranışları	11
Şekil 1.3 Pestisit gruplarının dünyadaki kullanım yüzdeleri.....	12
Şekil 1.4 1996 - 2012 yılları arası dünyada pestisitli tarım arazilerinde milyon hektar bazında artış	13
Şekil 1.5 Pestisit gruplarına göre Türkiye’de tarım ilacı kullanımı.....	14
Şekil 1.6 Bazı Avrupa Birliği ülkelerinde birim alanda tüketilen ortalama pestisit miktarları	15
Şekil 1.7 Pestisitlerin topraktaki davranışları.....	17
Şekil 1.8 Mantarlarda hif çeşitleri	32
Şekil 1.9 Mikroorganizmaların büyüme fazları	36
Şekil 2.1 Kırklareli İli’ne bağlı Lüleburgaz İlçesi ve Turgutbey Köyü	40
Şekil 2.2 Turgutbey Köyü ve uygulama alanı	40
Şekil 2.3 Numune alma noktaları	41
Şekil 2.4 Herbisitlerin tarım arazisine uygulanmasında kullanılan su tanklı traktör.....	43
Şekil 2.5 Toprak numunelerinin laboratuvara taşınması.....	46
Şekil 2.6 İzole edilip işaretlenen bakteri ve mantarlar	48
Şekil 2.7 Bakteri ve mantarların kodlanarak eğik besi yerinde stoklanması	49
Şekil 2.8 Mikrobiyal türlerin belirlenmesi için gerçekleştirilen adımların şematik gösterimi.....	51
Şekil 2.9 Trifluralin’e ait kalibrasyon eğrisi	54
Şekil 2.10 Trifluraline ait alan/surrogate alanı eğrisi	55
Şekil 2.11 Aklonifen’e ait LC-MS-MS den alınan kalibrasyon eğrisi.....	55
Şekil 2.12 Aklonifen’e ait pik değeri eğrisi	56
Şekil 2.13 Herbisit çözeltilerinin hazırlanması	57
Şekil 2.14 Toprakta laboratuvar ölçekli biyoremediasyon çalışma düzeneği.....	58
Şekil 2.15 Ultrasonik ekstraksiyon cihazı	59
Şekil 2.16 Kolonlama işlemi	60
Şekil 2.17 Azot gazı altında 45 ⁰ C’de solvent uçurma işlemi	60
Şekil 2.18 Fotoliz çalışmaları A: Karanlık Ortam, B: Gün ışığı alan Ortam	63
Şekil 3.1 Trifluralin’in bir yıl boyunca topraktaki değişimi.....	66
Şekil 3.2 Aklonifen’in bir yıl boyunca topraktaki değişimi	68
Şekil 3.3 <i>M. chlamydosporia</i> ve <i>P. taloremyces</i> ’in Aklonifen’li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim	72

Şekil 3.4 <i>M. chlamydosporia</i> ve <i>P. simplicissimum</i> 'un Trifluralin'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim	72
Şekil 3.5 Mantar türlerinin Aklonifen ve Trifluralin'li ortamda KOİ ve aktif madde sonuçlarına göre giderim verimleri	73
Şekil 3.6 <i>Micrococcus yuannesis</i> ve <i>Micrococcus luteus</i> 'un Aklonifen'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim	75
Şekil 3.7 <i>Basillus simplex</i> ve <i>Clostridium tetani</i> 'nin Trifluralin'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim	75
Şekil 3.8 Bakterilerin Aklonifen ve Trifluralin'li ortamda KOİ ve aktif madde sonuçlarına göre giderim verimleri	76
Şekil 3.9 Bakteri karışımli ortamda Aklonifen ve Trifluralin giderim verimi	78
Şekil 3.10 Mantar karışımli ortamda Aklonifen ve Trifluralin giderim verimi	78
Şekil 3.11 Bakteri ve mantar karışımlarından oluşan ortamda Aklonifen ve Trifluralin giderim verimi.....	79
Şekil 3.12 Karışık kültürlerin Aklonifen'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim	82
Şekil 3.13 Karışık kültürlerin Trifluralin'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim.....	82
Şekil 3.15 Karışık kültürlerin Aklonifen'li ortamda TOK sonuçlarındaki değişim	83
Şekil 3.16 Karışık kültürlerin Trifluralin'li ortamda TOK sonuçlarındaki değişim.....	83
Şekil 3.17 Aklonifen ile yapılan adsorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim	87
Şekil 3.18 Trifluralin ile yapılan adsorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim	88
Şekil 3.19 Aklonifen ile yapılan desorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim	89
Şekil 3.20 Trifluralin ile yapılan desorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim	89
Şekil 3.21 Karanlık ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi	92
Şekil 3.22 Gün ışığı alan ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi....	93
Şekil 3.23 Karanlık ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi	96
Şekil 3.24 Gün ışığı alan ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi....	96
Şekil 3.25 <i>Micrococcus yuannesis</i> 'in Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	103
Şekil 3.26 <i>Micrococcus luteus</i> 'un Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	103
Şekil 3.27 Bakteri karışımının Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	104
Şekil 3.28 <i>Metacordceps chlamydosporia</i> 'nın Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi.....	104
Şekil 3.29 <i>Penicillium taloromyces</i> 'in Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	105
Şekil 3.30 Mantar karışımının Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	105
Şekil 3.31 Bakteri-Mantar karışımının Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi.....	106
Şekil 3.32 <i>Basillus simplex</i> 'in Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	106
Şekil 3.33 <i>Clostridium tetani</i> 'nin Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	107
Şekil 3.34 Bakteri karışımının Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	107

Şekil 3.35 <i>Metacordyceps chlamydosporia</i> 'nın Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi.....	108
Şekil 3.36 <i>Penicillium simplicissimum</i> 'un Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi.....	108
Şekil 3.37 Mantar karışımının Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi	109
Şekil 3.38 Bakteri-Mantar karışımının Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi.....	109

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 1.1 Topraklarda mikroorganizmaların biyoremediasyonu için gerekli şartlar	4
Çizelge 1.2 Türkiye’ de tarım ilaçları üretim değerleri.....	14
Çizelge 1.3 Pestisitlerin çevredeki hareketleri ve davranışları	18
Çizelge 2.1 Çalışılan zirai toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	39
Çizelge 2.2 Çalışma sahasına ait iklim verileri.....	41
Çizelge 2.3 Trifluralin’in fiziksel ve kimyasal özellikleri	44
Çizelge 2.4 Aklonifen’in fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	45
Çizelge 2.5 Toprak-çözelti oranı ilişkileri ve güvenilirlik limitleri.....	61
Çizelge 3.1 Trifluralin için doğal süreçte elde edilen sonuçlar	65
Çizelge 3.2 Aklonifen için doğal süreçte elde edilen sonuçlar	67
Çizelge 3.3 Toprakta tanımlanan bakteri türleri ve doğruluk yüzdeleri	68
Çizelge 3.4 Mantar tanımlada kullanılan primerler, sekansları ve referansları.....	69
Çizelge 3.5 Aklonifen ile Trifluralin’li ortamlarda mantarlarla yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve aktif madde sonuçları.....	71
Çizelge 3.6 Aklonifen ile Trifluralin’li ortamlarda bakterilerle yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve aktif madde sonuçları.....	74
Çizelge 3.7 Karışık kültürlerin Trifluralin ve Aklonifen’de giderim verimleri	77
Çizelge 3.8 Aklonifen’li ortamda bakteriler ve mantarlarla yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve TOK sonuçları.....	80
Çizelge 3.9 Trifluralin’li ortamda bakteriler ve mantarlarla yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve TOK sonuçları.....	81
Çizelge 3.10 Trifluralin’li toprak ortamında karışık kültürlerle yapılan deneysel çalışmanın aktif madde sonuçları	84
Çizelge 3.11 Aklonifen’li toprak ortamında karışık kültürlerle yapılan deneysel çalışmanın aktif madde sonuçları	85
Çizelge 3.12 Kontrol çözeltileri ve okunan değerler	86
Çizelge 3.13 Aklonifen ve Trifluralin ile tarla toprağında yapılan adsorbsiyon çalışma sonuçları	86
Çizelge 3.14 Aklonifen ve Trifluralin’e ait desorbsiyon sonuçları.....	88
Çizelge 3.15 Trifluralin’in karanlık ortamda, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları.....	90
Çizelge 3.16 Trifluralin’in gün ışığı ortamında, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları.....	91
Çizelge 3.17 Aklonifen’in karanlık ortamda, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları.....	93

Çizelge 3.18 Aklonifen'in gün ışığı ortamında tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları	94
Çizelge 3.19 Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında bakteri ve mantarlardaki birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları	97
Çizelge 3.20 Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında karışık kültürlerde birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları	99
Çizelge 3.21 Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında bakteri ve mantarlardaki birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları	100
Çizelge 3.22 Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında karışık kültürlerde birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları	102

EKLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil A. 1 Sıvı ortamda bakteri karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi	135
Şekil A. 2 Sıvı ortamda mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi	135
Şekil A. 3 Sıvı ortamda bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi .	136
Şekil A. 4 Toprak ortamında 2 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi	136
Şekil A. 5 Katı ortamda 5 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi.....	136
Şekil A. 6 Katı ortamda 2 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi.....	137
Şekil A. 7 Adsorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz.....	137
Şekil A. 8 Desorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz.....	137
Şekil A. 9 Karanlık ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz.....	138
Şekil A. 10 Gün ışığı alan ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz	138
Şekil B. 1 Sıvı ortamda bakteri karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi	139
Şekil B. 2 Sıvı ortamda mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi.....	140
Şekil B. 3 Sıvı ortamda bakteri + mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi	140
Şekil B. 4 Toprak ortamında 2 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi	141
Şekil B. 5 Toprak ortamında 5 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi	141
Şekil B. 6 Toprak ortamında 10 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi	142
Şekil B. 7 Adsorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz.....	142
Şekil B. 8 Desorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz.....	143
Şekil B. 9 Karanlık ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz.....	143
Şekil B. 10 Gün ışığı alan ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz	144
Şekil C. 1 Metacordyceps türlerine ait BLASTN programından alınan veri.....	145
Şekil C. 2 Penicillium türlerine ait BLASTN programından alınan veri.....	146
Şekil C. 3 BLASTN Programında veri girişi	147
Şekil C. 4 Penicillium ve Alternata mantarlarına ait BLASTN programından alınan veri.....	148
Şekil C. 5 Penicillium türlerine ait BLASTN programından alınan veri.....	149
Şekil C. 6 Bakteri türlerine ait BLASTN programından alınan veri -1	149

Şekil C. 7 Bakteri türlerine ait BLASTN programından alınan veri -2	150
Şekil C. 8 Bakteri türlerine ait BLASTN programından alınan veri -3	150
Şekil C. 9 Basillus simplex ve Basillus muralis bakterilerine ait BLASTN programından alınan veri	151
Şekil C. 10 Micrococcus luteus bakterilerine ait BLASTN programından alınan veri .	152

**AYÇİÇEĞİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN BAZI HERBİSİTLERİN DOĞAL ŞARTLARDA
İZLENMESİ VE BİYOREMEDİASYON YÖNTEMİYLE GİDERİMİ**

Gökhan Önder ERGÜVEN

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hürrem BAYHAN

Eş Danışman: Prof. Dr. Atilla AKKOYUNLU

Bu tez çalışması Türkiye'nin ayçiçeği üretimini en çok karşılayan Trakya bölgesi'nde en çok kullanılan ve toprakta kalıcılığı uzun olması sebebiyle Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 2013'de kullanımı yasaklanan Trifluralin ve onun yerine kullanılan Aklonifen herbisitlerinin giderimi üzerinedir. Çalışmalar, bu iki herbisit kullanıldığı alanlarda ve laboratuvarında yürütülmüştür. Bir yıllık süreçte ayçiçeği ekimi yapılan tarlada belirlenen noktalardan her ay alınan toprak numunelerinde Trifluralin ve Aklonifen madde kalıntı miktarları belirlenmiştir. Alınan toprak örneğinde bakteri ve mantarlar izole edilerek tanımlanmaları yapılmıştır. Üretilen bu bakteri ve mantarların toprak ve sıvı kültür ortamlarında herbisitlerin mikrobiyal parçalanmayla giderim verimleri üzerinde durulmuştur. Herbisitlerin önemli giderim mekanizmalarından olan mikrobiyal parçalanma ile beraber diğer mekanizmalardan adsorbsiyon (ve desorbsiyonla) ve fotolizin etkisiyle beraber izole edilen mikroorganizmalar ile her iki herbisit parçalanma aşamasını netleştirmek için bulanıklık ölçümüne paralel olarak bunların sayısal değerlerinin (koloni sayısı) belirlendiği ilave çalışmalar yürütülmüştür.

Bir yıl boyunca yapılan çalışmalar sonucunda Trifluralin'in Aklonifen'e göre doğal ortamda kalıcılığının kısmen yüksek olduğu saptanmıştır (%15 - %11). Fotoliz çalışmasında Aklonifen'in gün ışığında Trifluralin'e göre daha hızlı fotooksidasyona uğradığı belirlenmiştir.

Sıvı ortamdaki biyoremediasyon sonuçları türlere göre farklılık göstermektedir. Bu çalışmada en iyi giderim verimi bakteri ve mantarlardan oluşan karışık kültürlerde gerçekleşmiştir.

Toprak ortamındaki biyoremediasyon çalışmalarından, Aklonifen'in, Trifluralin'e göre giderim veriminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmalara sokulan mikroorganizma

konsantrasyonu arttıkça biyoremediasyondaki verimin buna paralel olarak arttığı görülmüştür (10 ml karışık kültürlerde Aklonifen için 5 haftada %97 – Trifluralin için 9 haftada %99).

Adsorbsiyon çalışmaları sonuçlarından, Trifluralin'in topraktaki adsorbsiyon oranının Aklonifen'e göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

İzole edilen bakteri ve mantarların Aklonifen'li ve Trifluralin'li sıvı kültür ortamlarında parçalama süreleri 5 dk. ile 135 dk. arasında gerçekleşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Herbisit, Trifluralin, Aklonifen, adsorbsiyon, desorbsiyon, fotoliz birey sayısı

ABSTRACT

MONITORING of SOME HERBICIDES USED at SUNFLOWER AGRICULTURE under NATURAL CONDITIONS and REMOVAL via BIOREMEDIATION METHOD

Gokhan Onder ERGUVEN

Department of Environmental Engineering

PhD. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Hurrem BAYHAN

Co-Adviser: Prof. Dr. Atilla AKKOYUNLU

The study of this thesis is about the removal of Trifluralin banned by Ministry of Republic of Turkey Ministry of Food, Agriculture and Foodstock in 2013 and the Aclonifen suggested. These herbicides are used at Thrace region of Turkey that supplies most of the sunflower need.

Studies were carried out at fields where these two herbicides used. In one year period, monthly soil samples were taken from targeted points and Trifluralin and Aclonifen residual amounts were determinated. Some bacteria and fungi were isolated from soil samples taken from these areas for their identifications before the use of herbicide. Removal efficiencies of these herbicides were determined by microbiological degradation with these produced bacteria and fungi in liquid and solid media. With these growing bacteria and fungi, removal rate by bioremediation method studies were carried out. In addition to microbial degradation mechanism, other mechanisms like adsorbtion (with desorbtion) and photolysis effects were also studied to show the degradation of these two herbicides by isolated microorganisms with the measurements of the turbidity and the numerical value (colony number).

As a results of one year period studies, persistence of Trifluralin seems to be partially higher then Aclonifen (%15 - %11). Aclonifen was determined to be more rapidly photolized than Trifluralin at day light in photolysis studies.

Bioremediation study results have shown differences with respect to species in liquid media, Best removal efficiencies were obtained with the mix culture of bacteria and fungi.

According to the bioremediation studies in soil media, removal rate of Aclonifen was determinated to be higher than Trifluralin. Increasing microorganism concantration has led to

the increment of bioremediation rate paralelly (with 10 ml of mixed cultures for Aclonifen, in 5 week as 97%, for trifluralin in 9 week as 99%).

As a results of adsorbtion studies, adsorbtibility rate of Trifluralin was determinated to be higher then Aclonifen.

Degradation time of these herbicides in liquid culture media with isolated bacteria and fungi varied between 5min. and 135 min.

Keywords: Herbicide, Trifluralin, Aklonifen, adsorbtion, desorbtion, photolysis, colony number

1.1 Literatür Özeti

Çevre kirliliği probleminin küresel boyutlara taşınmasında önemli faktörlerden birisi de, üretimde artışı ve bitki korunmasını sağlamak amacıyla tarımda gereğinden fazla kimyasal madde ve pestisit kullanılmasıdır. Toprak, yeraltı ve yüzeysel suların kirlenmesi gibi çevre sorunlarının yanında, direkt zehirlenmeye ve gıda/içme suyunda kalıntılara rastlanılabildiği için, kullanılan kimyasalların insan sağlığı açısından da birtakım riskleri bulunmaktadır (Nemeth vd. [1]). Pestisitlerin yüzey ve yer altı sularında olduğu kadar toprakta da bulunması ve birikimi ile alakalı çevresel sorunlar her geçen gün önem kazanmaktadır (Carrizosa vd. [2]).

Pestisitler, fiziksel ve biyolojik yollarla bozunarak metabolitlerine ayrışırlar ve bu metabolitler rüzgârla, yeraltı sularıyla sızmalarla, gerekli dozundan fazla kullanımla, ambalaj atıklarıyla vb. etkenlerle çevreye yayılırlar (Bohmont ve Bert [3]).

Bohmont ve Bert [3] yaptıkları bir araştırmaya göre pestisitler yıllar önce, insanlar tarafından zararlı böcekleri öldürmek amacı ile kullanılmış olup bu kontrol yönteminin insanların yoğun olarak yaşadıkları kalabalık şehirlerde hala gerekli olduğunu, aynı zamanda tarımsal alanlardan daha kaliteli ve yüksek verimli ürün elde etmek için de kullanımının gerekliliği düşünülmektedir.

Pestisitler, ziraatte böceklerle, yabancı otlara ve diğer zirai zararlara karşı uzun yıllardır kullanılmaktadır. Pestisit kullanımındaki amaç tarımsal üretimini arttırmaya yöneliktir.

II. Dünya savaşından sonra pestisit kullanımındaki artış, dünyada besin üretimini

arttırma amaçlıdır. Bundan sonra, farklı türlerde pestisitler üretilmeye başlanmış ve bu üretimler kendi aralarında çeşitli gruplar oluşturmuştur (Dipakshi vd [4]).

Ziraatte pestisit kullanımı geçmişe nazaran zararlı etkenlere karşı kullanımının yanısıra insan ve çevre sağlığına da potansiyel ölçüde etki etmesi önem arz etmektedir. Topraklardaki parçalanma çalışmaları pestisit kalıntılarını ve bileşenlerini yok etmeye yöneliktir. Pestisitlerin parçalanma miktarları önemli bir hal almakla beraber, bunların etrafa yayılım oranlarının getirdiği risk de oldukça önemlidir.

Eğer bir tarım ilacı bakteri, fungus, güneş ışığı ya da kimyasal yollarla bozulmamışsa zamanla toprakta birikerek bitkiler tarafından alınabilmektedir (Tanık vd. [5]) Dolayısıyla her pestisit türünün potansiyel etkisini belirlemeye yönelik çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Dünyanın birçok ülkesinde pestisit su, toprak ve havada gösterdiği parçalanma, adsorpsiyon, desorpsiyon, taşınma vb. hareketleri giderek artmaktadır (Atasoy [6]).

Pestisit bir bölgeye uygulandıktan sonra davranışları farklı şekillerde olabilir. Bu davranışlar arasında buharlaşarak atmosfere geçme, akış ve erozyonla yüzeysel sulara taşınabilme veya güneş ışığı ile fotodegradasyona uğrama olabilir. Pestisitler bitkiler tarafından topraktan alınabilir, biyolojik olarak diğer kimyasal bileşenlerine ayrışabilir ya da bitki kök bölgesinin altındaki su ile birlikte taban suyuna sızabilir. Belirli kimyasal madde miktarları buharlaşan, sızan, parçalanan veya yüzeysel akış içerisinde yer alan, bölge şartlarına, iklime, toprak ve pestisit özelliklerine (etken madde yapısı, toprakta kalma süreci, yarılanma ömrü) bağlıdır. Bazı pestisitler fizikokimyasal özelliklerine, kullanım biçimlerine, bölgesel şartlara bağlı olarak, kök bölgesi doğrultusunda sızabilmekte ve belirli alanlarda yer altı sularında kirliliğe neden olabilmektedir. Bir pestisit suyunun yer altı suları için tehdit oluşturabilme durumunu etkileyen en önemli 2 özelliği, topraktaki kalıcılığı ve hareketliliğidir. Bir pestisit suyunun kalıcılığı (etkin olması) onun kimyasal veya biyolojik degradasyona uğrayıp uğramamasına bağlıdır. Pestisitlerin yer altı sularını kirlileme potansiyelini etkileyen bir başka faktör ise, pestisit suyunun hareketliliğidir. Bunu etkileyen şartlar; toprağın su ve organik karbon içerikleri, fazla sulama ve yağış miktarı, hacimsel yoğunluğu ve pestisit suyunun tutulma derecesi ve adsorbsiyon gibi özellikleridir (Pierzynski vd. [7]).

Trifluralin, uzun yıllardır ayçiçeği üretiminde bitki üremesine engel teşkil eden zararlı otları ortadan kaldırmak amacıyla kullanılan bir herbisit türüdür. Genel anlamda pestisitlerin topraktaki parçalanması, içeriğindeki kimyasallar, güneş ışığı ve mikrobiyal varlıklar gibi biyotik ve abiyotik faktörlere bağlıdır. Bu faktörler arasında biyoparçalanma, sentetik kimyasalları inorganik ürünlere dönüştürmede en yaygın kullanılan metoddur ([8], [9]).

Toprağa ürün ekilmeden veya ekilme sırasında kullanılan Trifluralin, ziraatte 1963'den beri kullanılmaktadır. Dinitroanilin herbisitlerinden biri olan Trifluralin zirai topraklarda kullanılmaktadır. Probst vd. [10] ve Helling [11] yaptıkları çalışmalarda 1975'den önce dinitroanilin grubu herbisitler için hareketliliği, kalıcılığı ve parçalanma veya metabolizleşme verilerine göre özetlemişlerdir. O zamandan beri, dinitroanilinlerin akıbetleriyle ilgili, özellikle çevredeki Trifluralin' in topraktaki parçalanabilirliğinin, potansiyel hareketlerinin ve kalıcılığının ve suda ve havadaki konsantrasyonunun durumunun belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Mikrobiyal parçalanma, toprakta pestisitlerin kontrolünde önemli bir mekanizma olmakla beraber tarımsal bir perspektiften bakıldığında aynı zamanda çevre dostu bir yaklaşımdır. Sıcaklık ve nem, topraklarda pestisitlerin mikrobiyal degradasyonunu kontrol eden iki temel çevresel parametredir. Kuru topraklarda pestisit degradasyonu, genelde nemli topraklara göre yavaştır (Masutti [12]). Biyokimyasal yarılanma ömrü; bileşiğin yarısının parçalanması için gerekli süreyi ifade etmektedir. Bu kavram, derin toprak horizonlarında, düşük mikrobiyal aktivite sebebiyle daha yüksektir. Bazı pestisitler için, pestisit degradasyon sürecinin ortalarında üretilen potansiyel olarak toksik olan metabolit ürünler, topraktaki pestisitlerin yaşam süresini uzatır (Hesterberg, [13]). Boivin vd. [14]) bir çalışmada 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)'nin 3 farklı toprakta mikroorganizmalar tarafından hızlıca mineralize olduğunu tespit etmişlerdir. Hesterberg [13], Chlordane, DDT, heptachlor ve dieldrin gibi pestistler üzerinde yaptığı çalışmada bu pestisitlerin yüzey topraklarda 2 ila 10 yıl aralığında değişen biyokimyasal yarılanma ömrüne sahip olduğunu savunmuştur.

Pestisit olarak uygulanan monoterpen'e'lerin ($C_{10}H_nO_n$) toprak içerisindeki davranış ve taşınması için topraktaki en önemli olayı biyodegradasyondur (Roon vd. [15]). Masutti

ve Mermut [16], laboratuvar şartlarında fipronilin degradasyonunu incelemişler ve fipronilin biyodegradasyonun değişen hızlarda olduğunu bulmuşlardır. Bu deneyler, laboratuvar şartlarında steril ve steril olmayan toprakların inkubasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Fipronilin yarılanma ömrü 0.978 µg/g ve 0.689 µg/g başlangıç konsantrasyonları için sırasıyla 83 ve 200 gün bulunmuştur.

Topraktaki ve yeraltı sularındaki pestisit kalıntılarının tehlikeleri, remediasyon uygulamalarına ihtiyaç doğurmuştur. Bu işlem için gerekli mikroorganizmalar, toprakta bulunmaktadır (Vaccari vd. [17]). Çizelge 1.1’de, topraklardaki biyoremediasyon için gerekli olan bazı şartlar gösterilmektedir (Shanahan [18]).

Çizelge 1.1 Topraklarda mikroorganizmaların biyoremediasyonu için gerekli şartlar

Çevresel Faktör	Optimum Koşular
Uygun Toprak Nemi	25-85% Su Tutma Kapasitesi
Oksijen	>0.2mg/L Ç.O, Oksijenli Parçalanma için >10% tanecikler arası hava boşluğu
Redox Potansiyeli	Eh> 50milivolt
Besin Maddeleri	C:N:P = 120:10:1 Molar Oran
pH	5.5-8.5
Sıcaklık	15-45 ⁰ C

Biyoremediasyonda, pestisitler, hücre içinde bozunduğu gibi, yüksek kirleticiler de indirgenir. Biyobozunmanın uygun şekilde gerçekleşmesi ise, pestisitleri ve pestisit artıklarını, uygun kademelerde veya metabolizmanın sınırlı zaman zarflarında tutmaya yarar. Biyobozunmanın gerçekleşmesi, aşağıdaki 4 ana faktöre bağlıdır.

1-Pestisit uygulanışı ve mikroorganizma metabolizması

2-Mikroorganizmaların fiziksel durumu

3-Kontamine olan alanda mikroorganizmaların pestisiti parçalaması veya hayatta kalması

4-Bu mikroorganizmaların sürdürülebilir popülasyonu (Dileep [19]).

Remediasyon mekanizmalarının gerçekleştiği alanlar, iç ortam ve dış ortam olarak iki şekildedir.

Dış ortam remediasyonu: Bazı durumlarda, kirlenmiş toprak kirlenmiş alanlardan uzaklaştırıldıktan sonra, çok iyi arıtılır. Bu şekilde, ortam dışı uzaklaştırmayla arıtma, dış ortam remediasyonu olarak adlandırılır. Örnek olarak, pompalayıp arıtma, biyoyayılma, tarla sürümü vb. Bu remediasyon uygulamasında toprak, atığın havalandırılması için sürülür, aktif mikroplar karıştırılır, çeşitli toprak koşulları için yüksek bozunma verimleri bakımından etkilidir. Nem, havalandırma şartları, pH devamlı kontrol altında olmalıdır. Kısa sürede sonuç verir. Eğer dış ortam arıtmalarda uçucu kirleticiler göz ardı edilirse hava kirliliği de kontrol edilmemiş olur (Cuci [20]).

İç ortam remediasyonu: Yerinde arıtma olarak da adlandırılan remediasyon, farklı araçlarla gerçekleştirilir. Bu araçlardan biri de, pestisitleri parçalayan bakterilerdir. Pestisit biyoremediasyonlarında bazı bakteriler toksik bileşikleri bozan enzimler içerirler. Laboratuar ölçekli çalışmalarda, bu bakterilerin belirli pestisitleri % 45-75 arasında parçaladıkları görülmüştür. İç ortam proseslere bir örnek olarak, biyoventing prosesleri verilebilir (Barcelo ve Hennion [21]). Azot ve fosfor ilavesi ile mikroorganizmaları doyurarak, çoğaltarak yapılan bir biyoventing prosesi, iç ortam remediasyonlarından biridir. Yüzeydeki biyobozunma, öncüdür, hızlıdır, çünkü toprak yüzeyi mikroorganizma ile doludur ve derinlikle de mikroorganizma sayısı azalır. Biyobozunma, toprağın vadoz ve taban suyu bölgelerinde ise daha yavaştır (Dileep [19]).

Foster vd. [22] de kirlenmiş topraktan izole edilmiş mezofilik bakteriler ile Ethior etken maddesinin anaerobik bozunmasını araştırmışlar, *Pseudomanos* ve *Azospirillum* bakterilerinin biyodegradasyonda etkin olabileceğini belirtmişlerdir.

Atay [23] de biyodegradasyon ortamındaki bileşiklerin pestisit tüketimini büyük ölçüde etkilediğini, ortamda başka bir karbon kaynağı olduğunda, bakterilerin pestisit tüketmek yerine kullanımı daha kolay olan karbon kaynağını tercih ettiğini, mikroorganizmaların ortamda bulunan pestisitleri karbon kaynağı olarak tükettiklerini görmüştür.

Siripong vd. [24] da *Penicillium chrysospermum* isimli mantarın, parçalayıcı enzimlerinde ve diğer beyaz kök mantarlarının da buna benzer özelliklere sahip olduğunu, çevresel kirleticileri metabolize edebileceğini, lignin parçalayıcı sistemleri sayesinde pestisitlerin içerdiği kimyasalların toksik etkilerini giderebildiğini, bu giderimim 15 günde %76 seviyelerinde, takiben 30 günde ise %94 seviyelerine ulaştığını bulmuşlardır.

Kumar ve Philip [25] da karışık bakteri kültürleriyle, aerobik ve anaerobik şartlarda, kesikli deneylerle 50mg/l endosülfan konsantrasyonlarında çalışmışlardır. İnkübasyondan 3 hafta sonra bakteri kültürlerinde aerobik koşullarda endosülfanda %72'lik azalma, anaerobik koşullarda ise %76'lık azalma bulmuşlardır. Biyoparçalanma deneylerinde killi, kumlu, kırmızı, kompost topraklar kullanılmış ve verim en yüksekten en düşüğe doğru kompost, kumlu, kırmızı, killi topraklar olarak belirlenmiştir. Kesikli ölçekli toprakların reaktiflerinde bozunmanın dip katmanlarda daha iyi olduğu, 4.haftanın sonunda maksimum endosülfan bozunmasının %96'ya ulaştığı belirlenmiştir.

Gurpreet ve Jagdev [26] de Chloropryrifoz, Cypermethin, Fenvelarat ve Triklopyr butoksietil esterinin, inek gübresinde biyoremediasyonunu çalışmışlardır. 1/10 oranında bulamaç haline getirilen inek gübresi 3 gün boyunca devamlı havalandırılmıştır. Belirli dozlarla çeşitli bileşiklerin ilaveleri sonucunda mikroorganizmaların biyoremediasyonlarına adapte olmaları için enzim salgıladıkları görülmüştür. *Pseudomonas plecoglossicci* bakterilerinde biyoremediasyon başarılı sonuçlar göstermiştir. Bu mikroorganizmalar laboratuvarında tespit edilmiş ve pestisitlere uygulanmıştır. Pestisit içeriğindeki 4 kloroalfabenzen asetik asit ve 3 fenoksil benzoik asit 7 gün boyunca karıştırılmış ve daha az toksik madde içeren CO₂'ye mineralize olmuş ürünler elde edilmiştir.

Difenilether herbisitler etkili herbisitlerdir Difenilether grubu herbisitler, herbisitler içinde etkili bir gruptur. Bu gruptaki herbisitlerin bazı metabolitleri ve esas bileşenleri olası mutagen ve endokrin engelleyici olarak bilinir. Her iki özellik de ciddi hijyenik ve çevre riski oluşturmaktadır (Keum vd. [27]).

Coriolus versicolor Hiratsuka vd. [28], *Azotobacter chroococcum* Chakraborty vd. [29], *Sphingomonas wittichii* RW1 Keum vd. [27], ve benzeri türlerin birçok difenilether grubunu parçaladığına dair çalışmalar mevcuttur. Aynı tür herbisitlerden olan

fomasenini parçalayan türlere ait çalışmalar da mevcuttur. Bunlar arasında sadece iki türden, adı *Aspergillus niger* S7 (mantar) olan tür raporlanmıştır (Li vd. [30]).

Çeşitli difenilether grubu herbisitlerin mikrobiyal metabolizma yollarıyla parçalanmasına dair birçok çalışma mevcuttur. Bunlar arasında Oxyfluorfen'in *Azotobacter chroococcum* ile, nitro gruplarının amino gruplarına, Acetylation'un amino türevlerinin Oxy-dealkylation ve dechlorination'a dönüştüğüne dair çalışmalar bulunmaktadır (Li vd. [30]).

Phlebia brevispora ve *Lentinus tigrinus* türlerinin, Chlornitrofen (Kamei ve Kondo [31]). ve diphenyl etherlerin (Federici vd. [32]) parçalamasına yönelik çalışmalar da mevcuttur. Ancak, Aklonifen'in bakteri ve mantarların karışık kültürlerle parçalanmasına dair herhangi bir çalışma mevcut değildir.

Trifluralin' in karışık bakteri ve mantar kültürleriyle parçalanmasına dair çok az çalışma olmakla beraber, düşük verimlilikteki parçalanma sonucunda elde edilen metabolitlerin esas bileşenlerinden daha fazla kalıcı ve toksik özellik gösterdiği belirlenmiştir (Siddique vd. [33]).

Trifluralin' in biyoremediasyonu, çevrede Trifluralin kalıntısını uzaklaştırıcı yöntemler arasında en etkili metottur (Siddique vd. [33]). Trifluralini parçalama özelliğindeki birçok bakteri ve mantar farklı kaynaklardan izole edilmiştir (Singh vd. [34]).

Degradasyon, pestisitler ve diğer organik kirleticiler için temel bir azalma olayıdır. Guo vd. [35] e göre degradasyon olayı, mikroorganizmalarla kimyasal ve toprak unsurlarının etkileşimlerini kapsayan birçok faktörden etkilenebilir. Sorpsiyonun genellikle pestisitlerin toprak sıvı fazındaki oranlarını azaltarak degradasyonu sınırlayıcı bir etki yaptığı kabul edilir. Khoury vd. [36] e göre toprak karmaşık bir sistem olduğundan herbisitlerin degradasyonu; sıcaklık, pH, nem, toprak sürümündeki farklılıklar ve ürün çeşitleri gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir. Birçok araştırmacıya göre toprak pH'sı, pestisit uygulama hız ve zamanı, organik madde içeriği gibi parametreler yanında arazi şartlarında önemli ölçüde değişiklik gösteren toprak nem ve sıcaklığının pestisit degradasyon hızı üzerinde ana etkenler olduğu ifade edilmiştir (Ghadiri ve Rose [37]).

Türkiye'de ayçiçeği tarımında kullanılan herbisitlerin başında Trifluralin (α,α,α -trifluoro-2,6-dinitro-N,N-dipropyl-p-toluidine) ve Aklonifen (NH_2 -1, Cl-2, NO_2 -6) gelmektedir.

Trifluralin, özellikle 1970 li yıllardan beri kullanılmakta olup, (Sağlıker [38]). 2012 Temmuz ayında üretimi, 2013 Temmuz ayı itibariyle ise satışı yasak hale getirilmiştir, yerine Aklonifen kullanıma başlanmıştır. Her iki herbisit de tarım bitkilerini, büyüme evresinde zararlı otlardan korumak amacıyla kullanılmaktadır. Trifluralin' in yarılanma ömrü birçok toprak türünde 45 gün olmakla beraber, kullanıldığı topraklarda, kullanım dozunun yüzde 10 kadarının bir yıl geçmesine rağmen halen kaldığı tespit edilmiştir (Vencill [39]). Trifluralin'in farklı toprak tiplerinde biyolojik olarak parçalanma çalışmaları oksijenli ve oksijensiz koşullar altında yürütülmüş ve parçalanmanın yüksek oranda toprak tipine bağlı olduğu görülmüştür. Farklı pestisitlere (Diuron, Trifluralin, Carbofuran), maruz kalan topraklarda yapılan araştırmalarda sadece Trifluralin'in aradan yıllar geçmesine rağmen hala kalıcı olduğu saptanmıştır (Fernandes vd. [40]).

Aklonifen'deki maddelerden özellikle, NH_2 -1, difenilether grubu herbisitlerin belirleyici bir maddesidir. Aynı ailenin diğer herbisit türlerinin tersine, (Acifluorfen, Oxyfluorfen, Bifenox), bu bileşik, phytotoxic protoporphyrin IX bileşenine etki etmekle kalmayıp, aynı zamanda biyosentez olayını inhibe etmektedir (Kılınç vd. [41]).

1.2 Pestisitlerin sınıflandırılması

Pestisitler, genellikle etki ettiği zararlılara karşı sınıflandırılır. Pestisitlerin sınıflandırılmasındaki diğer bir görüş ise bunların kimyasal pestisit olarak ana maddesi veya üretim metoduna göre sınıflandırılması üzerinedir. Kimyasal yapılarına göre pestisit örnekleri aşağıda gösterilmektedir.

Organofosfatlı Pestisitler: Bu pestisitler, asetilklorin adlı, sinir sistemine etki eden bir madde barındırır. Birçok organikfosforlu pestisitler böcek öldüren insektisitlerdir. 19. Yüzyılın başlarında kullanılmaya başlayan, etkisi böceklerle karşı olan bu grubun benzer etkileri 1932'de insanlarda da görülmüştür. Bazı türleri oldukça zehirli olduğundan 2. Dünya Savaşında da kullanılmıştır. Ancak çevrede kalıcılığı fazla değildir.

Karbamatlı Pestisitler: Sinir sistemini asetilklorine adlı maddeyi barındırması bakımından etki eder. Enzim etkileri genellikle tersinirdir. Karbamatlı pestisitlerin de alt grupları mevcuttur.

Organik Klorlu İsektisitler: Geçmiş yıllarda oldukça yaygın kullanılmasına rağmen kalıcılığının fazla olması ve insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı piyasadan kaldırılmıştır (DDT ve Chlordane).

Piretroidli Pestisitler: Sentetik versiyonu olarak Pyrethrin adlı maddeyi ihtiva eder. Çevredeki kalıcılığının arttırılması için modifiye edilmiştir. Bazı sentetik piretroidler, sinir sistemi üzerinde toksik etki yapabilirler.

Mikrobiyal Pestisitler: Aktif madde olarak bakteri, fungus, virus veya protozoa gibi mikroorganizmaları içerirler. Mikrobiyal pestisitler içeriğindeki aktif madde türünün kendine özgü zararlı etmene karşı etkisine rağmen birçok zararlı türleri kontrol altında tutabilir. Örnek olarak bazı yabancı otları kontrol altında tutan fungusler mevcutken, bir başka fungi türleri ise spesifik böceklerle karşı etkilidir.

En çok kullanılan mikrobiyal pestisitler *Bacillus thuringiensis* ve *Bacillus thuringiensis* türlerinin alt grupları ve türleridir. Bu bakterinin her bir türü bir ya da daha fazla böcek türünü öldüren farklı protein karışımları üretir. Bazı *Bacillus thuringiensis*' ler bükiler üzerindeki larvaları kontrol ederken, bazı türler yumuşakçalar üzerinde etkilidirler.

Bitki Bileşimli Koruyucu Pestisitler: Bu türler bitkilerin genetik materyallerinden üretilen ve bitkilerde kullanılan pestisit maddeleridir.

Biyokimyasal Pestisitler: Genellikle doğal maddelerdir ve toksik olmayan bir mekanizma ile zararlıları kontrol etmeyi amaçlar. Konvansiyonel pestisitler, genellikle zararlıyı direkt öldüren ya da inaktif hale getiren maddeleri içerirler.

1.3 Pestisit Türleri

Pestisitler, ilişkili oldukları zararlı türlere göre de isimlendirilirler.

Algisitler: Göller, kanallar, yüzme havuzları, su atıkları gibi bölgelerde algleri kontrol etmek maksadıyla kullanılırlar.

Antikirletici ajanlar: Yeraltı sularında, gemilerin diplerinde organizmaları öldürmek veya geri püskürtmek için kullanılırlar.

Antimikrobiyaller: Mikroorganizmaları öldürmek için (bakteri ve virüsler)

Uyarıcılar: Zararlıları uyarırlar (böcekleri veya yumuşakçaları tuzağa çekmek için). Uyarıcılar besin maddelerinden daha etkilidirler.

Biyopestisitler: Biyopestisitler; hayvan, bitki ve çeşitli minerallerden elde edilen belirli pestisit türleridir.

Biyositler: Mikroorganizmaları öldürürler.

Dezenfektanlar ve Yok Ediciler: Hastalık yapıcı mikroorganizmaları ölü objeler üzerinden öldürür veya inaktif hale getirir.

Fungisitler: Mantarları öldürür

Herbisitler: İstenmeyen bölgelerdeki yabancı otları veya diğer bitkileri öldürür

İnsektisitler: Böcekler veya diğer eklem bacaklıları öldürmek için kullanılırlar.

Akarisitler: Bitki ve hayvanlar üzerinde beslenen küçük böcekleri öldürmek için kullanılırlar.

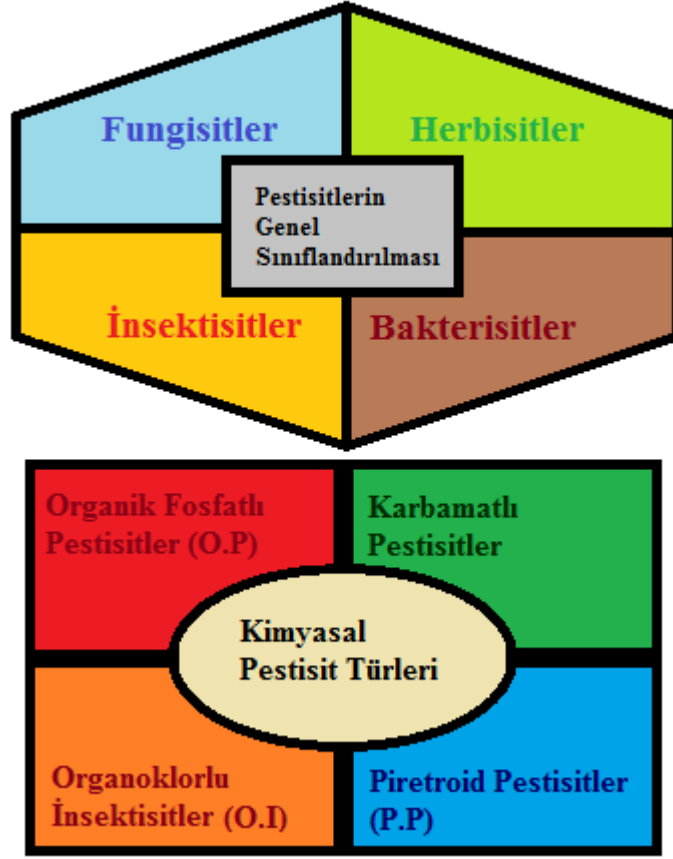
Mikrobiyal Pestisitler: Böcek veya diğer mikroorganizmaları içeren, zararlıları tamamen ortadan kaldıran veya püskürten mikroorganizmalardır.

Mollusitler: Salyangoz ve sümüklü böceklerle mücadele için kullanılırlar.

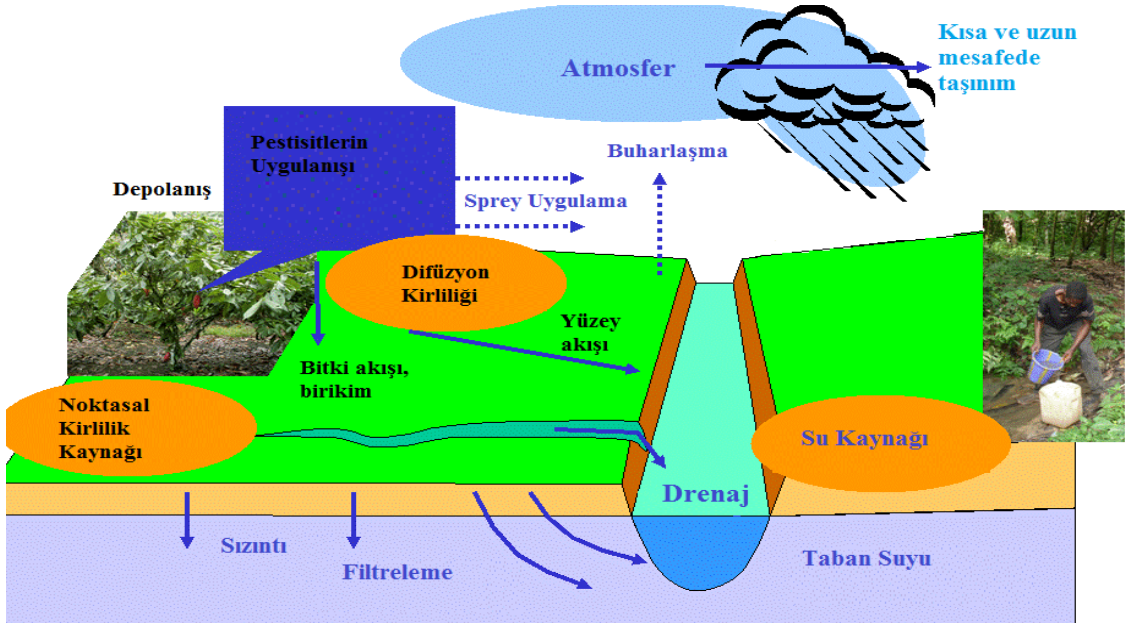
Ovisitler: Böcek ve küçük böceklerin yumurtalarını öldürür.

Rodentisitler: Fare ve diğer kemirgenleri kontrol etmek için

Şekil 1.1’de pestisitlerin hedef alınan organizmalara göre sınıflandırılması şematize edilmiştir. Pestisitlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılmalarında en önemlileri organik klorlular, fosforlular, karbamatlar, doğal ve sentetik piretroidlerdir. Çalışma konumuz içinde yer alan herbisitlerin ekosistemdeki davranışları da Şekil 1.2’de verilmektedir (Tiryaki vd. [42]).



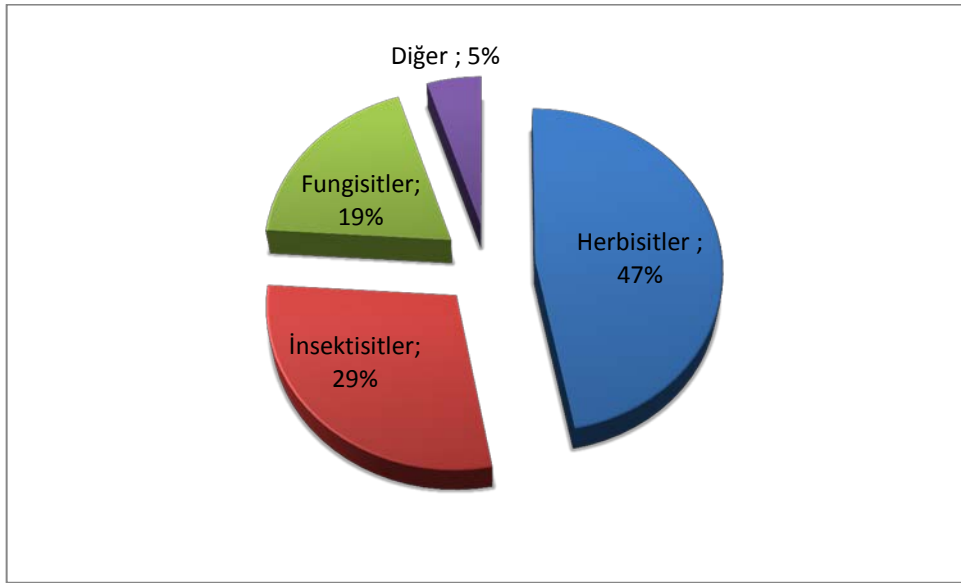
Şekil 1.1 Pestisitlerin kullanım amaçlarına ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması



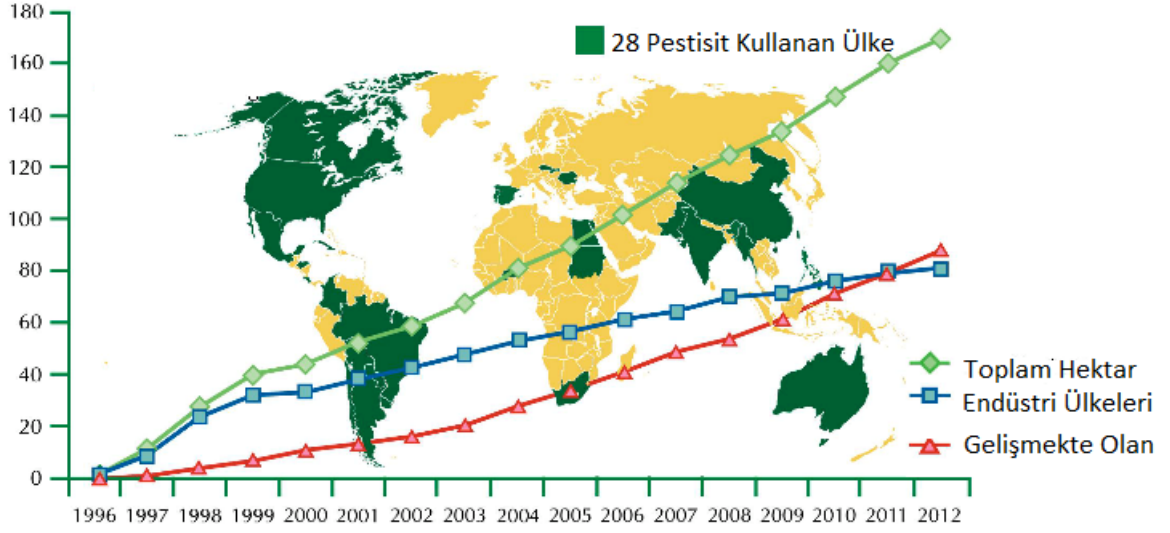
Şekil 1.2 Herbisitlerin ekosistemdeki davranışları

1.4 Dünyada Pestisit Kullanımı

Dağ [43] Dünya’ da pestisit kullanımına ait yaptıkları bir araştırmaya göre dünyada tarım ilacı üretimi 3 milyon ton, yıllık satış tutarı ise 25-30 milyar \$ arasında değişmektedir. Dünya pestisit pazarında tonaj olarak yılda % 1 civarında pestisit üretimi artışı beklenmektedir. Tiryaki vd. [42] da yaptığı araştırmaya göre bunlar arasında yabancı ot öldürücü olan herbisitler % 47'lik bir payla birinci sırayı almaktadır. İkinci sırayı %29 ile insektisitler alırken, fungusitlerin payı ise %19 civarındadır. Diğer pestisit grupları (rotendisit, mollusit, nematisit, akarisit) ise %5'lik bir paya sahiptir (Şekil 1.3). Dünya pazarındaki piyasası değerlendirildiğinde tüketimin %31'ini insektisitler, % 26'sını herbisitler, % 20'sini de fungusitler oluşturmaktadır (Tiryaki vd. [42]). Genel olarak pestisit kullanımı 1996 yılından 2012 yılına kadar kullanılan arazi 10 milyon hektar’ dan 180 milyon hektara ulaşmıştır (Şekil 1.4).



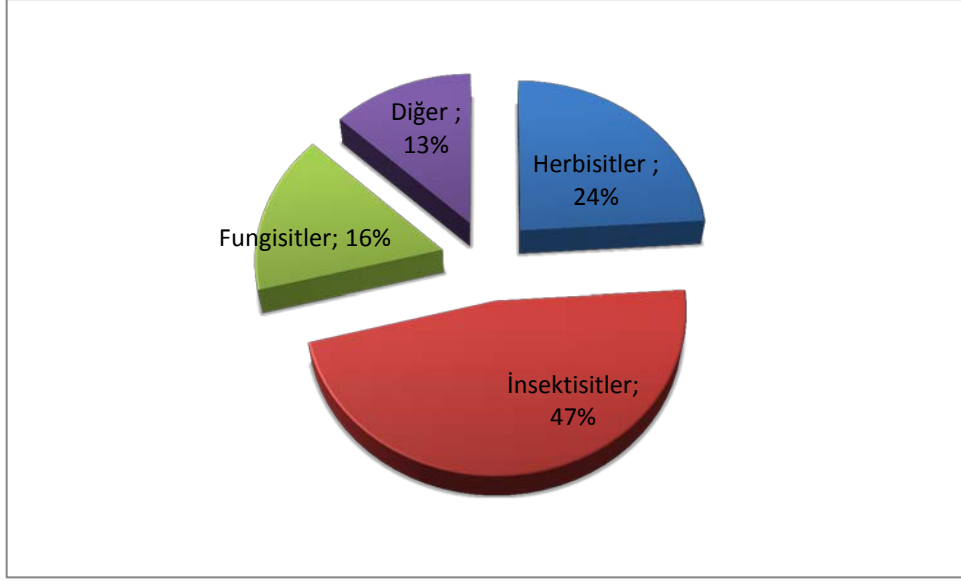
Şekil 1.3 Pestisit gruplarının dünyadaki kullanım yüzdeleri



Şekil 1.4 1996 - 2012 yılları arası dünyada pestisitli tarım arazilerinde milyon hektar bazında artış

1.5 Türkiye’ de Pestisit Kullanımı

Türkiye’de kullanılan pestisitlerin kullanım amacına göre yapılan sınıflandırmadaki durumu Şekil 1.5’de gösterilmektedir. Ayrıca ülkemizde tarımsal ilaç üretim durumu incelendiğinde bazı tarım ilaçlarının yıllar içerisinde dalgalanmalar gösterdiği bazılarının ise sürekli arttığı görülmektedir (Çizelge 1.2). Bu Çizelge incelendiğinde, insektisitlerin gerek üretim miktarı ve gerekse üretim değeri bakımından tüm tarım ilaçları içerisinde birinci sırada olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla herbisitler, fungusitler ve diğerleri izlemektedir. Herbisitlerin üretim miktarı 6.500-8.700 ton aralığında değişmektedir (Tiryaki vd. [42]).



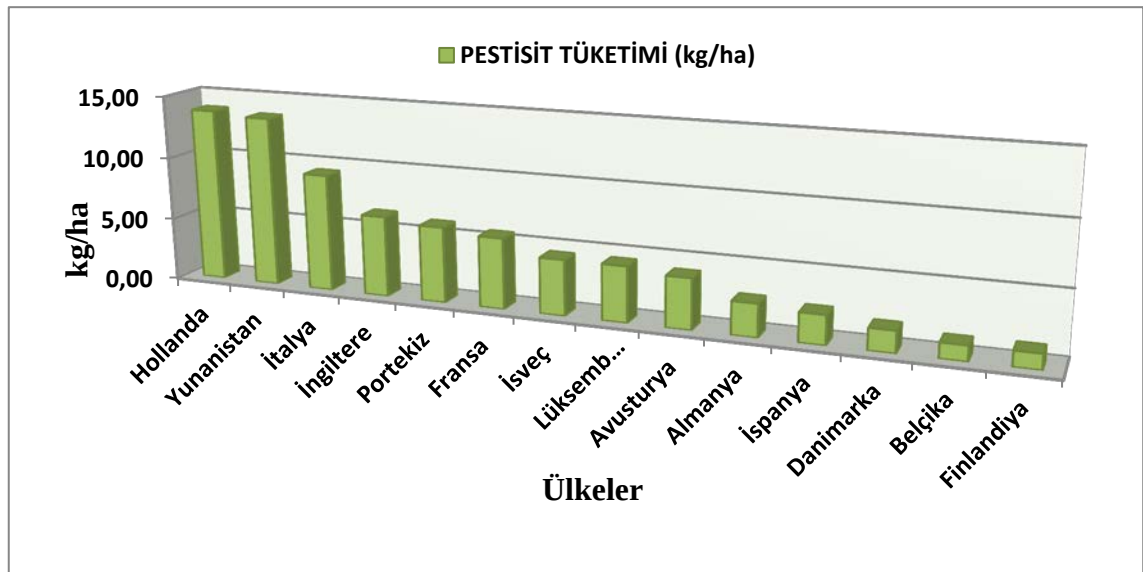
Şekil 1.5 Pestisit gruplarına göre Türkiye’de tarım ilacı kullanımı

Çizelge 1.2 Türkiye’ de tarım ilaçları üretim değerleri

İlaçlar	Üretim(2004)	Üretim (2005)	Üretim (2006)	Üretim (2007)	Üretim (2008)
Birim	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton
İnsektisitler	11.017,1	13425,8	15901,9	13727,2	10342,0
Akarisitler	389,5	800,3	814,4	1237,2	1401,6
Fumigantlar	250,1	356,5	675,4	220,3	1695,9
Bitki Gelişim Düzenleyiciler	228,5	683,5	635,9	680,2	798,9
Fungisitler	8176,2	9562,7	12,031	7464,9	8110,8
Herbisitler	6418,8	8793,0	8,763	7591,2	8745,0

1.6 A.B. Ülkelerinde ve Türkiye’ de Birim Alanda Pestisit Kullanımı

Çeşitli Avrupa ülkelerinin hektar başına kg olarak pestisit tüketimleri Şekil 1.6’da görülmektedir. Ülkemizdeki pestisit tüketimi AB ülkeleri ile kıyaslandığında AB ülkelerinin çok gerisinde olduğumuz görülmektedir. Avrupa’da en yoğun pestisit kullanan ülke Hollanda iken, pestisit kullanımını asgari seviyede tutan ülke Finlandiya’dır. Yıllara göre Türkiye’deki tüketim hektar başına 400-700 g arasında değişmektedir. Hektara düşen etkili madde miktarı 1990’larda 400-500 g iken 2006 yılında 705 g’a ulaşmıştır. Bu değerler, Türkiye’nin AB ülkelerine göre oldukça az pestisit tükettiğini göstermektedir ki bu da olumlu bir durumdur. Ancak bilindiği gibi, Türkiye’de ki pestisit tüketimi etken maddeler bazında ele alındığında oldukça karmaşık bir yapıdadır. Bu durum, biyoremediasyon mekanizmasında görev alan mikroorganizmaların adaptasyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Tiryaki vd. [42]).



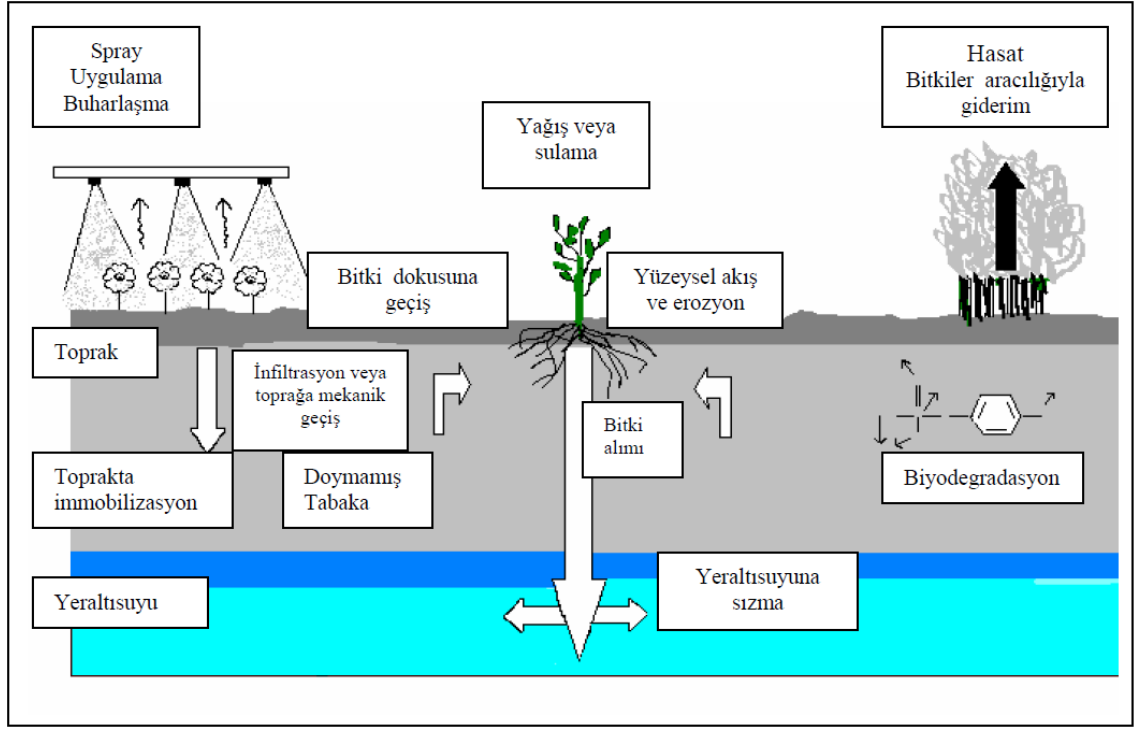
Şekil 1.6 Bazı Avrupa Birliği ülkelerinde birim alanda tüketilen ortalama pestisit miktarları

1.7 Pestisitlerin Uygulama Sonrası Akıbeti

Pestisitlerin bitki koruma düzeyi, söz konusu bitkideki pestisit kalıntısı düzeyiyle ilişkilidir, bu da pestisit; formülasyonu, konsantrasyonu, dozu ve uygulama yöntemine bağlıdır. Bir pestisit bitkiye olan etki düzeyi uygulama esnasındaki rüzgara, güneş radyasyonuna ve yağış gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Keikotlhaile ve Peter

[44]). Pestisitlerin kalıcılığı ve parçalanması, ürün rekoltesini arttırmada pestisitlerin etkinliğini etkileyen iki önemli faktördür. Pestisitlerin zararlı bitkiler tarafından kolayca alınmış olması zararlıların kontrolü açısından bu özellik önem arz etmektedir (Keikotlhaile ve Pieter [44]). Pestisitlerin doğal şartlarda yok oluşları, onların taşınımı, buharlaşma, yağmur suyuyla yıkanarak yeraltı suyuna intikali ile yüzeysel akış alımlarıyla gerçekleşirken ayrıca fotoliz, kimyasal ve mikrobiyal parçalanmayla gerçekleşebilmektedir. Pestisitlerin ortamlara yayılmasının yanında, pestisit ekotoksitesitesi de uygulanan dozda belirleyici olup sonuç itibarıyla pestisit kullanımını kısıtlayabilir.

Pestisitlerin farklı davranışları herhangi bir bölgeye uygulanmasından sonra gerçekleşebilir. Pestisitler bitkiler tarafından alınarak biyolojik olarak farklı kimyasal formlara ayrışabilir ya da bitki kök bölgesinin altındaki su ile birlikte yeraltı sularına sızabilir. Buharlaşıp, yeraltı suyuna sızan, parçalanmış veya yüzeysel akışta yer alan belirli kimyasal madde miktarları, bölge şartlarına, uygulamalarına, iklime, toprak ve pestisit özelliklerine bağlı olarak farklılıklar gösterebilir. Bazı pestisitler kullanım şekli, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve uygulandığı bölgenin şartlarına bağlı olarak kök bölgesi doğrultusunda sızabilir ve belirli alanlarda yer altı sularını kirletebilirler. Pestisitlerin yer altı suları için kirlilik tehlikesi oluşturabilme durumunu etkileyen en önemli 2 özelliği, topraktaki kalıcılığı ve hareketliliğidir. Bir pestisit kalıcılığı onun kimyasal veya biyolojik parçalanmaya uğrayıp uğramamasına bağlıdır. Pestisitlerin yer altı sularında tehdit oluşturmalarını etkileyen diğer ana faktör, pestisit hareketliliğidir. Bunu etkileyen şartlar; toprağın su ve organik karbon içerikleri, hacimsel yoğunluğu, gereğinden fazla sulama ve yağış miktarı gibi faktörler sayılabilir. Şekil 1.7’de pestisitlerin uygulandıktan sonraki topraktaki davranışları verilmektedir (Pierzynski vd. [7]).



Şekil 1.7 Pestisitlerin topraktaki davranışları

Pestisitlerin doğal şartlarda davranışını ve hareketini kontrol eden taşınım ve parçalanma olayları Çizelge 1.3’de gösterilmiştir (Pierzynski vd. [7]). Trifluralin gibi bazı pestisitler toprak partiküllerine kuvvetlice adsorbe olurlar, aşırı sulama işlemi dahi pestisitlerin parçalanmadan toprak kök bölgesinin altına doğru hareketine mani olabilir. Bunun tersine olarak Triazin herbisitleri ve benzeri birçok pestisit toprağa kuvvetli bir şekilde adsorbe olmadığından toprağın aşırı sulanma sonucu parçalanmaya uğramadan kök bölgesinin altından yeraltı suyuna sızma özelliği gösterebilir (Pepper vd. [45]).

Aklonifen’in topraktaki davranışı üzerinde laboratuvar ve arazi ölçekli deneysel çalışmalar sonucunda farklı inkubasyon şartlarında Aklonifen’in yarılanma ömrünün 40 ila 49 gün aralığında değiştiği ifade edilmiştir. Aynı çalışmada, test edilen deneysel şartlarda, bu herbisitinin yer altı suyu kirliliği için kayda değer bir tehlike arz etmediği saptanmıştır (Vischetti vd.[46]).

Çizelge 1.3 Pestisitlerin çevredeki hareketleri ve davranışları

PROSES	SONUÇ	FAKTÖRLER
Transfer (Yapıları değişmeden organik kimyasalların taşınım prosesleri)		
Fiziksel sürüklenme	Rüzgar sebebiyle organik kimyasalların hareketi	Rüzgar hızı, püskürtme ucu büyüklüğü, fiziksel objelere uzaklığı
Buharlaşıma	Toprak, bitki ve sucul ekosistemlerden buharlaşma ile organik madde kaybı	Buhar basıncı, rüzgar hızı, sıcaklık
Adsorbsiyon	Bitki, toprak ve sedimentlerin birbirleriyle etkileşimi sonucu kimyasal maddenin kaybı	Kil ve organik madde içeriği, kil tipi, nem
	Organik kimyasalın bitki kökleri ve hayvanlar tarafından alınması	Hücre membran geçişi, etki süresi
Sızma	Organik kimyasalın toprak içerisinde yatay veya dikey yönde yer değiştirmesi	Su içeriği, mikroporlar, toprak tekstürü, kil ve organik madde içeriği

Çizelge 1.3 Pestisitlerin çevredeki hareketleri ve davranışları (devamı)

Erozyon	Organik kimyasalın su veya rüzgarla taşınımı	Yağış, rüzgar hızı, kil ve üzerlerine absorbe olan organik kimyasallarla birlikte organik madde parçacıklarının boyutu
Parçalanma (Kimyasal yapıyı değiştiren prosesler)		
Fotokimyasal	Güneş ışığı (ultraviyole ışık) ile organik kimyasalların ayrışması	Organik kimyasalın yapısı, güneş ışığının şiddet ve sürekliliği, maruz kalma
Mikrobiyal	Organik kimyasalların mikroorganizmalar aracılığı ile parçalanması	Çevresel faktörler (pH, nem, sıcaklık), besi maddesi durumu, organik madde içeriği
Kimyasal	Organik maddenin hidroliz, redoks reaksiyonları gibi kimyasal reaksiyonlarla değişimi	Yüksek ve düşük pH, mikrobiyal degradasyon ile aynı faktörler
Metabolizma	Organik kimyasalın bitkiler ve hayvanlar tarafından absorbe edilmesi sonrası kimyasal geçişi	Absorbe edilebilme durumu, organizma metabolizması, organizmadaki etkileşimler

1.7.1 Buharlaşma, Yüzeysel Akışlar ve Taşınım

Pestisitlerin toprak ve bitki yüzeyinden buharlaşmaları, atmosfere karışmasının başlıca nedenleridir (Yeo vd. [47]). İklimsel olarak hızlı buharlaşma; başta sıcaklık artışı, güneş ışığına doğrudan maruz kalma ve aşırı toprak neminden kaynaklanmaktadır [48], [49]. Ancak iklim değişikliğinin hava, toprak ve bitkilerin arayüzündeki değişim süreçlerine belirgin etkisi ortaya konulamamıştır (van Pul vd. [50]). Özellikle Organoklorlu pestisit konsantrasyonlarında mevsimsel değişkenliğin etkili olmadığı belirtilirken (Bossi vd. [51]) diğer taraftan bu durumun daha kalıcı pestisitlerde geçerli olduğu belirtmiştir (van Dijk ve Guicherit [52]). ABD ve Kore’de yapılan çalışmalarda hava sıcaklığının artmasıyla organoklorlu pestisitlerin buharlaşma oranları daha yüksek olarak rapor edilmiştir [53], [47]. Fenheksamid’e (bir pestisit türü) ilişkin olarak karşıt bir sonuç ortaya koyulmasına rağmen Schummer vd. [54] bu bulgu atmosferik konsantrasyonları sıcaklıkla önemli bir pozitif korelasyon arz eden diğer maddeler için doğrulanmıştır ([55], [56]). Yağış sonrası nemli topraklarda da sıcaklığın etkisine benzer şekilde pestisit buharlaşmasını artmaktadır (Navarro vd. [57]), öte yandan bağıl nemin etkisine ilişkin araştırmalarda herhangi bir korelasyon kaydedilmemiştir (Schummer vd. [54]). Buharlaşmanın ardından, pestisit bileşikleri yüksek konsantrasyonlu bölgelerden düşük konsantrasyonlu bölgelere doğru yayılabilir (van Dijk ve Guicherit [52]) ve havadan girişle veya yağmur damlalarında ıslak birikim biçimlerinde düşük konsantrasyonlarda yaygın olarak dağılabilir ([55], [58], [59], [60], [61], [52]). Bu sulu ortamda depolanmanın özellikleri, yağış başlangıcında yağmur damlalarıyla birlikte pestisit kalıntı konsantrasyonunun zamanla artmasıyla (Goel vd. [62]) yoğun yağış ve fırtınayla pestisit kalıntı miktarında artış şeklinde görülür (Noyes vd. [63]). Çoklu olarak uygulanan pestisitler (birden fazla etken maddeli) tekli uygulananlardan daha az etkili olmuşlardır (Zhang vd. [64]).

Yüzeysel akışlar ve taşınım pestisitlerin diğer alanlara veya yüzey sularına en önemli aktarılma yollarıdır [48], [44], [49]. Pestisit emisyonu yoluyla oluşan hasar, uygulama alanından hava akımları yoluyla farklı yönlere giden pestisit miktarı olarak tanımlanır (De Schampheleire vd. [65]). Çiftçiler, bölgedeki rüzgar hızını dikkate alabilir ve iklim değişikliğinden bağımsız olarak pestisitleri uygulayabilir ve bu sayede sürüklenmeyi azaltabilirler. Mevsimsel değişikliklerde yüzeysel akışların kontrol edilmesi daha zordur.

Arazinin eğimi, toprak türü, tekstür ve yapısı, zirai ürünlerin gelişimiyle birlikte yüzeysel akış oranını önemli ölçüde etkiler (Navarro vd. [57]). Pestisitlerin yüzeysel akışı yağışa bağlı olarak %5 ila %15 arasında değişiklik gösterir (Wauchope vd. [66]). Bu durum genellikle yerel yağışlarla ve yakın bölgelerdeki yüzey akışı ya da şehir alanlarındaki geniş yaprakların üstünden yüzeye inen suların etkisiyle değişiklik gösterir ([59], [38], [66], [67], [68]). Yapılan farklı çalışmalar artan yağışların; pestisitlerle kontamine olan akışı arttırdığını göstermektedir ([69], [70], [71], [72]). Böyle durumlarda pestisit çeşidi ve konsantrasyonlarının önemli ölçüde arttığı ortaya konulmuş olup bunların bazen yüzeye yakın yeraltı sularına karıştığı saptanmıştır ([63], [49], [66]). Bu konuyla ilgili bir çalışmada ekim zamanı, yağış sıklığı ve yağış süresinin pestisitlerin yeraltı sularına karışma etkisi ortaya konulmuştur ([62], [73]). Buna bağlı olarak bu açıdan toprak nem düzeyiyle pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Pestisitlerin yüzeysel akışları ve taşınımında yüksek sıcaklıkların etkisi Carere vd. [69] tarafından da ortaya koyulmuştur. Araştırmacılar su içerisinde pestisitlerin dağılım ve bölünmesinde farklılık olduğunu ortaya koymuşlardır, öte yandan Ficklin vd. [74] bu farklılıkların nedeninin tarımsal akış yüküyle ilişkili olduğunu göstermişlerdir.

Pestisitlerin doğal şartlarda azalması onların sadece taşınmalarından kaynaklanmaz, aynı zamanda yıkıma uğramış olmaları da bu durumu etkilemektedir. Pestisitlerin toprakta veya atmosferde yıkıma uğraması fototransformasyon, kimyasal veya mikrobiyal parçalanma ile gerçekleşirken, bitki yüzeyindeki yıkıma uğraması ise fotoliz ile parçalanma, buharlaşma ve yağışlarla oluşan yüzeysel akışlarla gerçekleşmektedir (Zongmao ve Haibin [75]).

Küresel ısınmanın sonucunda mikrobiyal ve kimyasal reaksiyon hızlarının artması, kimyasal bileşenlerin parçalanmalarını hızlandırdığı ve çevredeki pestisitlerin konsantrasyonlarını arttırabileceği kabul edilmektedir ([76], [77], [78], [55], [56], [57], [44]).

Herbisitlerin biyoremediasyon ile parçalanmaları topraktaki birçok faktöre bağlıdır (Mikrobiyal popülasyon ve pestisit çözünürlüğüne ilave olarak nem, sıcaklık, pH, organik madde, alıkonma süresi, yoğunluk, besin miktarı, oksijen içeriği gibi). Trifluralin'in mikrobiyal parçalanmasına ilişkin daha önce yapılan çalışmalarda az sayıda

bakteri türlerinin bileşimi parçalayabileceği görülmüştür. Bu çalışmalarda kullanılan türler *Aspergillus carneus*, *Fusarium oxysporum* ve *Trichoderma*'dır (Zayed vd.[79]). Bir başka örnek çalışma Trifluralin uygulanmış zirai topraktan izole edilen bakteri türlerinin bu herbisit sıvı ortamda parçalanmasına yöneliktir (Fernandes vd. [40]).

Trifluralin'in oksijensiz koşullardaki mikrobiyal parçalanma verimi oksijenli koşullara göre daha yüksektir (Fernandes vd. [40]). Tarım arazilerinde anerobik koşullar toprağın özellikle derin katmanlarında görülmektedir. Trifluralin aynı zamanda ultraviyole ışınlarla parçalanmaya karşı hassastır ve uçuculuğu da topraktaki ürün kaybına neden olan faktörlerden biridir ([80], [81]). Trifluralin'in fotodekompozisyonu genellikle üç prosesi kapsamaktadır. Bunlar; propilamin oksidatif dealkalizasyon, halkalı yapıya geçme ve nitro grupların reduksiyonudur (Dimou vd. [82]). Trifluralin'in kimyasal parçalanması amino gruplarının oksidatif dealkalizasyonuna sebep olur. Bu da nitro grubundan amino grubuna indirgenmesini sağlar. Yani trifluorometilden karboksil grubuna ve diğer alt gruplarına parçalanmasıdır. Bütün bu faktörler toprak ortamında yapılan deneylerin etkileyici unsurlarıdır.

Herbisitler farklı kimyasal bileşenlere sahiptirler ve toprak ortamında kimyasal ve tepkimeye girme özellikleri dolayısıyla toprak bileşenleriyle çevresel faktörlere bağlı olarak reaksiyona girerler ([83], [84]). Mikrobiyal komünite yapısı; toprak kalitesinde sıklıkla izlenen bir indikatördür. Bu yapı nem, sıcaklık, besin maddesi ve uygulanan pestisit miktarına bağlı olarak çeşitli çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir. (Petersen vd. [85]).

Aerobik ortamlardaki topraklarda gerçekleştirilen biyoremediasyon çalışmalarında Aklonifen'in genel yarılanma ömrü 20°C'da 62.3 gün'dür. Aklonifen'in oksijensiz koşullarda parçalanmasının araştırılmasına yönelik çalışmalarda kayda değer bir literature rastlanılmamıştır. Elde edilen verilerde Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan çalışmalarda Aklonifen'in topraktaki kalıcılığının oldukça yüksek olduğu (20°C'de aerobik koşullarda yarılanma ömrünün 32.3-134 gün) belirtilmiştir (EFSA [86]).

Su/Sedimentte oluşturulan simülasyonlarda izlenen biyoremediasyon testlerinde Aklonifen'in öncül parçalanmaya (28 günde > %70 oranında) duyarlı olduğu, ancak aşırı bir mineralleşme göstermediği saptanmıştır (Humburg [87]).

Topraklardaki biyoçöğalmanın potansiyelinin kanıtlanmasına dair yapılan çalışmalar başarıyla sonuçlandığı kadar başarısızlıklar da görülmüştür. Topraktaki difeniletherlerin parçalanma proseslerinde mikrobiyal metabolizma önemli rol oynamaktadır (Humburg [87]). Şimdiye kadar olan çalışmalarda bazı difeniletherlerin parçalanma ürünleri belirlenmiştir (Keum vd. [27]) 2,4,5-triklorofenoksiasetik asit ile kirlenmiş topraklarda çoğaltılmış *Pseudomonas cepacia* türleri ile yapılan bir çalışma sonucunda herbisit konsantrasyonunda % 95 oranında bir azalma tespit edilmiştir (Chatterjee vd. [88]).

1.7.2 Fotoliz ve Fototransformasyon

Fotoliz ya da fototransformasyon; bir molekülün enerjiyi güneş ışığından absorbe etmesiyle meydana gelir ve söz konusu molekülün kimyasal olarak değişmesiyle sonuçlanır (Rosenzweig vd. [89]). Bu reaksiyonların kinetik özellikleri dolayısıyla fototransformasyona sıcaklığın etki etmesi beklenebilir ([55], [64],[89]). Buna rağmen, Hebert vd. [90] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada; daha önceden yapılan tespitlere karşı çıkmış ve Klorprifos pestisitinin sıcaklıktan bağımsızlığı ortaya konulmuştur. Nihai etki Triadimefon üzerine yapılan çalışmayla gösterilmiş, çalışmada sudaki fototransformasyon oranının yaprak üzerindeki kalıntılara göre artmış olduğu kaydedilmiştir (Nag ve Dureja [91]).

Güneş ışınlarıyla parçalanma, pestisitlerin çevreye uygulanmalarından sonraki en etkili parçalanma mekanizmalarından biridir. Bitkilerin özellikle yaprak yüzeyleri pestisit moleküllerinin çevredeki uygulanişından sonra ilk reaksiyon yeridir. Işık, pestisitlerin çevredeki akıbetinde önemli bir rol oynar. Fotonları absorbe eden molekül, instabillikten ayrılır ve kimyasal reaksiyon, izomerleşme gibi öncül proseslerin alt yapısını oluşturarak stabil hale geçmesini sağlar (Zepp ve Chine [92]). Toprak yüzeyindeki fotoliz, pestisit toprağa direkt uygulandığında veya bitkilerin yaprak yüzeylerinin güneş ışınlarına karşı gölgelik sağladığı durumda önemli bir birikime sebep olur (Linders vd. [93]).

Herbisitler, sprey halinde uygulandıktan sonra ilk olarak bitki yaprakları ve toprak yüzeyiyle temasa geçer. Bu çevresel etkileşimde fotoparçalanma, bileşiklerin direkt olarak gün ışığına maruz kaldığı için en temel transformasyon yollarından biridir. ([94], [95], [96]). Fototransformasyon sonucunda pestisitler başlangıçta daha fazla toksik olan özellikten daha az toksik hale dönüşür (Souza vd. [98]). Ancak bazı durumlarda parçalanma ürünleri daha fazla toksik olabilir (Sinclair ve Boxall [99]) ve bu durumlarda yeni ürünler, daha önceki aktif maddeye nazaran çevrede daha da fazla risk oluşturabilirler.

Fotoliz, pestisitlerin çevredeki akıbetine etki eden ana taşınım proseslerinden biridir. Eğer mevcut olan enerji güneşten geliyorsa proses, fotokataliz ismini alır (Malato vd. [99]). Proses, pestisitlerin ve diğer kirleticilerin suda özellikle hidroksil radikalleri gibi yüksek oksidant özelliğindeki reaktif ürünlerinin parçalanmasında önemli bir yere sahiptir.

Bossan vd. [100] de Trifluralin'in fotodegradasyon ile parçalanması üzerine yaptığı bir araştırmada silika jeller üzerinde parçalanmanın %60 mertebesinde olduğunu, bunu destekleyen mahiyette toprağın Trifluralin'i koruyucu bir rol üstlendiğini vurgulanmıştır. Toprakta bulunan mineralelerin Trifluralin'in fotolizinde inhibe edici etkiler yaptığı tespit edilmiştir.

Parochetti ve Dec [101] içinde Trifluralin'in de bulunduğu 11 farklı dinitroanilin grubu pestisitlerin relativ fotodegradasyonu üzerinde yaptığı çalışmada güneş ışığı ve karanlık ortamlarda parçalanmayı izlemiştir. Trifluralin, 7 günlük süre zarfında yaklaşık %18 oranında parçalanmıştır.

Trifluralin'in toprakta fotolizi ile ilgili bir başka çalışma da Carpenter ve Fennessey [102] tarafından 30 günlük bir süreçte kütle dengesi üzerinde yürütülmüştür. Parçalanma ve buharlaşma ksenon ışığında ve karanlıkta, kuru topraklarda izlenmiştir. 30 günün sonunda ksenon ışık kaynağı altında toprakta Trifluralin-1' ve iki parçalanma ürünü ve miktarı olarak Trifluralin-2 ve Tifluralin-12 sırasıyla %72, %6 ve %7 olarak bulunmuştur.

Atkinson vd. [103] da Trifluralin'in parçalanması, hareketliliği, kalıcılığı, suda ve topraktaki miktarlarıyla, atmosferdeki emisyonlarına dönük çalışmalar yapmışlardır.

Trifluralin' in fotolizi havada, suda ve toprakta araştırılmış, kalıcılığı ve son ürünlerinin sayısına bakılmıştır (Burrows vd. [104]).

Güneş ışınlarıyla gerçekleşen fotodegradasyon, pestisitlerin çevredeki uygulanışından sonra parçalanma süreçlerindeki en etkili metodlardan biridir. Pestisit parçalanmasındaki etkilerden olan fotoparçalanmada uygulama alanının özellikleri, uygulama metodu ve pestisit özellikleri temel faktörlerdir (Fred [105]). Aklonifene benzer yapıdaki Klorprifoz'un 295nm dalga boyunda güneş ışınlarıyla parçalandığı belirlenmiştir. Çalışmada, distile suda ve göl suyunda Klorprifoz konsantrasyonu 20mg/l iken, güneş ışığı etkisinde bu değer 3,6,8 ve 10 günde distile suda %10, %19, %26 ve %34, göl suyunda %17, %32, %39 ve %47 olarak bulunmuştur (Frank vd. [106]).

Bu sonuçlara göre de Klorprifoz güneş ışınlarından doğrudan etkilenmektedir. Solar ışınlar arttığında, Klorprifoz'un parçalanması da artmaktadır. Karanlık ortamdaki kontrol deneylerinde göl suyundaki parçalanmanın, saf sudaki parçalanmaya göre daha fazla olduğu, önceki çalışmaları doğrular niteliktedir (Sakkas vd. [107]).

Hossain vd. [108] de yaptığı çalışmada gama ışınlarının organikfosforlu bileşikler üzerinde etkisini tespit etmiştir. Kloropikrin'in oksijenli ve oksijensiz ortamlarda yürütülen çalışmalarda C-N bağlarını içeren Triklorid ve Azotdioksit radikallerine sahip Fosgen ve Nitrosil Klorid ürünleri saptanmıştır. Oksijenli ortamlarda Kloropikrin'in yarılanma ömrünün 5.9 ± 1.5 saat olduğunu bulunmuştur.

1.7.3 Mikrobiyal ve Kimyasal Parçalanma

Trifluralin, bütün ortamlarda dakikalardan aylara kadar uzanan zaman zarfında parçalanabilen bir özelliğe sahiptir. Bu özellik bulunduğu yüzeyle ilgilidir. Ayrıca mikrobiyal ve kimyasal gibi diğer yayılma prosesleri de toprakta, suda ve sedimentlerde gerçekleşir. Toprakta ve su-sediment sistemlerinde aerobik ve anaerobik koşullarda Trifluralin'in bazı parçalanma ürünleri tanımlanmış ve karakterize edilmiştir. Doğal süreçlerdeki parçalanma ürünlerinin ayrı ayrı ortamlardaki parçalanma ürünlerine göre daha farklı ürünler olduğu saptanmıştır. Bu farklılıkların aynı zamanda zamana bağlı olarak da değiştiği ifade edilmiştir (Grover vd. [109]).

Önceki yıllara ait çalışmalar, Trifluralin'e maruz kalmış topraklardaki biyoaktivitenin saatler boyunca güneş ışığına maruz kalmanın da etkisiyle bitkilerde azalan bir eğilim gösterdiği yönündedir. Biyoaktivitedeki azalım güneş ışınları altında instabil hale gelmesinden ve buharlaşma kayıplarından dolayıdır (Plimmer [110]).

Topraktaki mikroorganizmaların varlığı pestisitlerin parçalanması ve dönüşümünde önemli rol oynar ([76], [111], [112], [113], [114]). Biyolojik ve kimyasal reaksiyon hızları artan sıcaklıklarda yükselen bir eğilim gösterir, bu durum mikrobiyal aktivite için de geçerlidir ([112], [114], [115], [116]). Topraktaki nem oranı mikrobiyal aktiviteyi artırır, fakat bu artış sıcaklık etkisine göre daha düşük oranda gerçekleşir ([112], [117]).

Ayçiçeği, biyolojik karakterinden dolayı ilkbahar gelmeden önce sıcaklıkların düşük olduğu havalarda ekilir. Nemli iklimlere sahip bölgelerde toprağın su muhtevası yüksektir. Bu bölgelerde sulamaya gerek duyulmaz. Pestisitlerin toprak profillerinde sızma riski düşüktür. Bu risk ilkbahar öncesi şiddetli yağmurlarda artabilir. Nemli bölgelerdeki bitki ve otlar arasındaki güçlü ilişki bitki sağlığı açısından öncül bir iyileştirme basamağıdır. Ayçiçeği tarımında kullanılan bazı herbisitler arasında Aklonifen'in geniş ölçekteki otlarla mücadelede oldukça etkili olduğun kanıtlanmıştır (Covarelli [118]).

Biyolojik olarak parçalanma pestisitlerin toprak ve suda remediasyonu için en çok uygulanan seçenektir. Bu konuda yapılan deney sonuçları göstermiştir ki biyodegradasyon kademeleri pestisit kalıntısının giderimine bağlıdır. Biyodegradasyon/biyoremediasyon düşük maliyetli ve teorik olarak toksik son madde ürünleri yaratmayan alternatif bir işlemdir. Toprakta ve suda pestisit giderimini mikrobiyal parçalanma ile gerçekleştiren az sayıda araştırmacı mevcuttur ([119], [120], [121]).

Biyodegradasyonda pestisit uygulanmasından hemen sonra genellikle 3 farklı parçalanma yolu mevcuttur. Bunlar; 1) Hidroliz gibi kimyasal yollar, 2) Mikroorganizma aktivitesi gibi biyolojik yollar, 3) Fotoliz ve sıcaklık gibi fiziksel yollar (Somasundaram ve Coats [122]). Mikroorganizmaların aktivitesi sonucundaki değişim (Transformasyon) 5 yolla gerçekleşir. Bunlar; yan metabolitlere parçalanma, detoksifikasyon, polimerleşme, doğal bileşenlerine ayrılma ve mineralleşmedir. Pestisit öncelikle toprağa girer ve burada topraktaki davranışına etki eden farklı faktörler bulunur ([123],

[124]). Bakterilerin, mantarların ve aktinomisetlerin metabolik aktiviteleri pestisitlerin parçalanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Tiryaki [42]). Bu çalışmada biyoparçalanma oranları özellikle karışık bakteri ve mantar kültürlerinde oldukça yüksektir. Literatüre bakıldığında birçok veya bazı mikroorganizma türlerinde parklı pestisit giderim verimleri görülmektedir ([32], [125], [126], [127]).

1.7.4 Adsorbsiyon ve Desorbsiyon

Adsorbsiyon, ara yüzeyde kimyasal maddelerin birtikmesidir. Toprak kolloidlerinin yüzey kimyasına bağlı reaksiyonlardan olan bu olayda, yüzey enerjisini azaltan maddeler sıvı-gaz ara yüzeyinde yoğunlaşırken, ara yüzey enerjisini azaltan maddeler de sıvı-katı ara yüzeyinde birikime uğrar. Adsorpsiyon, pestisitlerin topraktaki biyoaktivitelerini, hareketliliklerini, kalıcılıklarını, toksisitelerini ve yararlarını etkileyen en önemli prosestir (İraqi ve İraqi [128]).

Topraklardaki adsorpsiyon daha çok katı-sıvı ara yüzeyinde biriken madde tipindedir (Tan [129]). Bir organik kimyasal üzerindeki fonksiyonel grupların tipi ve yapısı geniş ölçüde onun adsorbe olabilme kabiliyetini etkiler. Pierzynski [7] e göre topraklardaki kil, metal oksit yüzeyler ve organik madde, organik kirleticilerin sorpsiyonundan sorumlu olan baskın materyallerdir. Adsorpsiyon reaksiyonları toprak kolloidlerinin yüzeyinde cereyan eder. İnorganik toprak kolloidleri ile oluşan adsorpsiyon reaksiyonları, yüklü yüzeylere bağlı olan yüzeysel reaksiyonlardır. Humik maddeler gibi organik kolloidlerde meydana gelen adsorpsiyon olayı ise bunların karboksil grupları veya fenolik hidroksil grupları gibi fonksiyonel gruplarıyla olan reaksiyonları ile ilgilidir. Siloxane, oksihidroksi, silanol, aluminol ve ferrol yüzeyleri gibi değişik yüzey tipleri olabilir. Bu grupların her biri pH'a bağlı olarak farklı yüklere sahiptir (Tan [129]). Adsorbsiyon ve ekstre edilmeyen kalıntıların formasyonları pestisitlerin biyolojik parçalanmalarında veya toksik etkilerinde azalmalara neden olur. Bu da daha fazla pestisit uygulamalarını gerektirir (Barriuso vd. [130]).

Pestisitlerin çevredeki akıbeti onların topraktaki hareketliliğine ve hava ve su gibi çevresel bileşenlere bağlıdır. Taşınım prosesi pestisitleri çevrede hareket ettirir. Pestisitlerin sızması (toprak boyunca suyun ve çözünmüş kimyasalların hareketi) tarımsal uygulamalarda dikkat edilmesi gereken bir husustur (Vanclooster vd. [131]).

Sızma prosesinde, fizikokimyasal toprak özellikleri (tekstür, kireç içeriği, organik madde ve permabilitesi) önemli rol oynar (Navarro vd., [57]). KOC değeri, Mackay ve Paterson [132] deki tanımlamasına göre pestisitlerin topraktaki ve toprak/su/atmosfer sistemlerindeki relatif potansiyel hareket değerini ifade eder. Sıvı haldeki organik kirleticilerin topraklardaki adsorbsiyonu konusunda en çok kullanılan ve günümüzde de kabul gören ölçüm organik adsorbsiyon doğrulama değeridir (KOC). Bu spesifik kimyasal parametre pestisitlerin sıvı/katı ortamlardaki akıbeti konusunda bioakümüasyon ve sızma özelliği gibi önemli bir ifadedir. $KOC = K_d/FOC$ olarak ifade edilir. FOC değeri, toprağın organik karbon fraksiyonunu ifade eder ve K_d birimi ise doğrulama değeridir. $KOC \geq 2$ olduğu durumlarda hareketlilik ve taban suyuna sızma riski toprağın zayıf sorbsiyon özelliğiyle ilişkilidir (Arias vd. [133]). Genellikle $KOC \leq 3$ olan pestisitlerin varlığı $KOC \geq 3$ olan pestisitlere nazaran taban sularında ve drenaj sularında daha az görülmektedir (Elliott vd. [134]). Herbisit, toprağa uygulandığında toprak yüzeyiyle adsorblanacak şekilde bir temasa girer. Çünkü adsorbsiyon işlemi herbisitlerin topraktan süzülme, akış, buharlaşması ve kalıcılığı gibi temel faktörlerdeki davranışından etkilenir. Adsorbsiyon, çözünen madde, solvent ve katı faz arasındaki etkileşimi kapsayan karmaşık bir olaydır (Kim ve Feagley [135]).

Aklonifen' in topraktaki durumuna ait bir çalışma farklı su rejimlerinde lizimetrelerde laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Farklı inkübasyon koşullarında elde edilen verilere göre Aklonifenin yarılanma ömrünün 40-49 gün arasında olduğu belirlenmiştir. Bu herbisitinin adsorbsiyonunda toprak sıcaklığı ve neminin de etkisi olduğu görüşüne varılmıştır. Lizimetrelerdeki hareketlilik, su miktarlarına da bağlıdır. 20 cm tabakada buharlaşmaya önlem amacıyla yapılan bir çalışmada 6mm yükseklikteki damla sulama kullanılan bir arazide Aklonifen'in 20 cm'lik katmanda adsorbe olabileceği bulunmuştur. Aklonifen'in 10 cm'den daha derinlere ulaşmadığı tespit edilmiştir. 30 cm'den daha yüksek derinliklerde Aklonifen tespit edilememiştir. Bu da Aklonifen'in taban suyunda herhangi bir kirlilik teşkil etmediğinin kanıtıdır (Vischetti vd. [46]).

1.8 Pestisit Ekotoksitesi

Genelde, artan sıcaklıklar ve ekotoksite arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. ([63], [137]), fakat Pretroidler ve DDT'lerin düşük sıcaklık koşullarında daha toksik olduğu

düşünülmektedir (Noyes vd. [63]). Sıcaklığın pestisit ekotoksitesine etkisi değişmekte olan toksikokinetik profil ile açıklanabilir ve bu durum absorpsiyonun değişmesi ve madde eliminasyonu ile sonuçlanır (Seeland vd. [136]). *Chironomus riparius*, *Palaemonetes pugio* ve *Mya arenaria* ile yapılan çalışmalarda yüksek sıcaklıklarda uygulanan pestisitlerin akut toksitesinde artış ortaya konulmuştur ([136], [137], [138]). *Physella acuta* için, kompleks bir pestisit-sıcaklık ilişkisi ve yaşam dönemine özgü ve sıcaklığa bağlı bir ekotoksite keşfedilmiştir. Sonuç olarak, fungusit maruziyeti ve ısı stresinin birlikte etkisinin *Daphnia magna*'nın mortalite ortalamasını arttırdığı ortaya konulmuştur (Seeland vd. [136]). Dolaylı olarak artan sıcaklıklar türlerin pestisit maruziyetine yanıtını veya pestisit alım veya metabolizmasını değiştirebilir, bu şekilde pestisit biyoaktivitesini artırır (Patterson vd. [139]).

Trifluralin' in yarılanma ömrü Normandiya ve Lod bölgelerinde yapılan bir çalışmada 57.8 ve 49.5 gün olarak bulunmuştur (Kim ve Feagley [135]). Aynı araştırmacıların Trifluralin'in Louisiana'da kireçli topraklar üzerinde yaptıkları çalışmaları Trifluralin'in yüksek adsorbanma özelliğinin toprağın derinliklerine doğru inildikçe minimum hale geldiği yönündedir. Toprağın 60 cm derinliğinde buldukları Trifluralin miktarlarının 0-15 cm arasındaki miktarına göre %94 oranında daha az olduğunu saptamışlardır.

Adsorbsiyon, herbisit doğrudan toprağa ve taban suyuna temas ettiğinde etkisini gösterir. Toprak partiküllerine güçlü bir şekilde adsorbe olan ve düşük su çözünürlüğüne sahip olan herbisitlerin toprakta hareketliliği de azdır (Kim ve Feagley [140]).

1.9 Pestisit Uygulamaları

Pestisitler, büyük miktarlarda sprey halinde uygulanışları sırasında, sprey damlalarının büyüklüğü, ekin yoğunluğu ve olgunluğuna bağlı olarak toprağa karışır. Aşırı iklim koşulları pestisit uygulama zamanını etkilemektedir ([48], [49]). Örneğin, güz döneminde toprak neminin daha yüksek olarak tahmin edilmesi saha çalışmasını sınırlandırabilir ya da daha bu çalışmaların erkene alınmasına yol açabilir. Ayrıca sulak alanlardaki yüksek toprak nemi saha çalışmalarını engelleyebilir ([141], [142], [90]). Bu durum çiftçilerin güz döneminde yapacakları herbisit uygulamalarını daha erken yapmaya mecbur bırakabilir ve kışın yabancı ot kontrolünü daha zor hale getirir (Bailey

[117]). Başlangıçtaki birikimle belirlenen pestisit akıbeti ve ekotoksitesitesinin, pestisit kullanımı üzerinde önemli bir etkisi vardır. ([143], [144]). Bu nedenle toprakta pestisitlerin taşınması mevsimsel yağışlar, sıcaklık artışlarına ve arazi kullanım değişikliklerine dayalıdır (Bloomfield vd. [55]). Topraktaki mikrobiyal aktivite nem miktarı ve toprak sıcaklığından etkilenmektedir (Barriuso vd. [130]). Genel olarak artan sıcaklıklar pestisitlerin daha sık ve daha fazla miktarda uygulanmasına yol açmaktadır. Pestisit kullanım yoğunluğunun artması; uygulanan ürünlerin yüksek miktar, doz, sıklık ve farklı çeşit veya türlerde kullanılması anlamına gelmektedir. Pestisitlerin uygun hale getirilmiş kullanımı nihai olarak gıda zincirinin sonundaki tüketicileri de etkilemektedir ([55], [62], [63], [89], [142], [145]).

1.10 Toprak Bakterilerinin ve Mantarlarının Genel Özellikleri

Toprakta yaşayan birçok farklı mikroorganizma arasında bakteriler en çok görülen ve baskın olan organizmalardır. Bunlar ilkel, prokaryotik, mikroskobik ve tek hücreli mikroorganizmalar olup klorofil içermezler. Morfolojik olarak toprak bakterileri üç gruba ayrılırlar. Bunlar Cocci (yuvarlak, küre şeklinde), çubuk şeklinde ve spiral(uzun zincirli) yapıdadırlar. Bacillus türleri Cocci ve Spiral olanlardan sonra toprakta en sık görülen türlerdir.

Bakterilerin boyları 0.5 ile 1.0 mikron çapında ve 1.0-10.0 mikron uzunluğunda değişir. Bunlar, flagella denilen hareketli yapılara sahiptirler. Bakteri popülasyonu 1 gram toprakta toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarına bağlı olarak toplam mikrobiyal biyokütlenin yaklaşık yarısı kadarını meydana getirir ve 1'den milyonlara kadar olabilir.

Mcclung [146] de sistematik bakterioloji kitabında önerildiği üzere, toprakta yaşayan birçok baskın bakteri türü üç sınıfa ayrılır. Schizomycetes'lere ait Pseudomonadales, Eubacteriales ve Actinomycetales'ler. En çok görülen toprak bakterileri Pseudomonas, Arthrobacter, Clostridium Achromobacter, Sarcina, Enterobacter vb. dir. Toprakta yaşayan bir başka bakteri grubu ise Myxobakteri grbuna ait olan Chondrococcus, Archangium, Polyangium, Cyptophaga türleridir. Bakteriler aynı zamanda fiziksel aktivitelerine veya besin özelliklerine, özellikle karbon, azot, enerji ve diğer besin

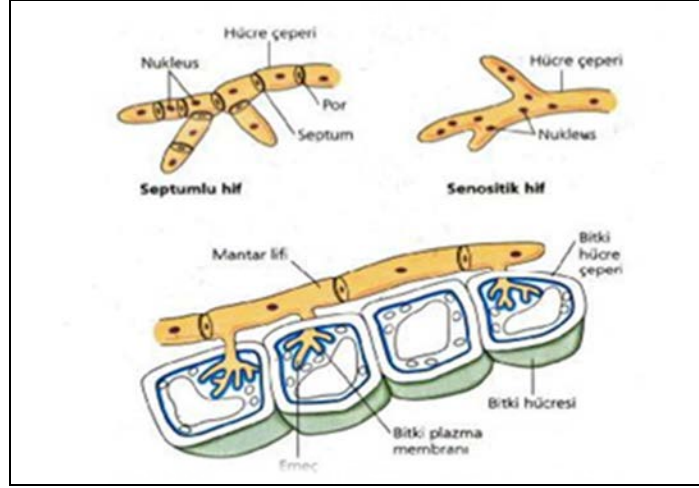
gereksinimlerine göre sergiledikleri tutumlara göre sınıflandırılırlar. Bunlar genel olarak iki gruba ayrılırlar. a)Ototroflar, b)Heterotroflar

Ototrof bakteriler besinlerini basit organik nütrientlerden sentezleyebilen, heterotrofik bakteriler ise besin maddelerini önceden hazırlayabilenlerdir. Bütün ototrofik bakteriler CO₂'yi atmosferden karbon kaynağı olarak kullanırlar ve enerjilerini ya güneş ışığından temin ederler (Fotoototroflar, örneğin *Chromatium*, *Chlorobium*, *Rhodospseudomonas*) ya da topraktaki basit inorganik maddelerin oksidasyonu (Chemoautotrophs vb. *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Thiobacillus*) elde ederler.

Toprak bakterilerinin çoğunluğu doğada heterotrofiktir ve karbon ve enerji kaynaklarını çürümüş bitki köklerinden ve bitki kalıntılarındaki kompleks organik maddelerden sağlarlar. Azotu toprakta bulunan nitrat ve amonyumlu bileşiklerden veya organik maddelerin ayrışmaları sonucu karşılarlar. Bazı bakteriler aynı zamanda gelişmeleri için amino asit, B vitaminleri veya diğer geliştirici besinlere ihtiyaç duyarlar.

Bakteriler topraklara birçok değişiklik ve biyokimyasal taşınımlar getirir ve dolayısıyla doğrudan ya da dolaylı olarak toprakta bitkilerin besin ihtiyacını karşılamaya yardım ederler. Bakterilerin, bitki büyümesi ve gelişmesi üzerindeki en önemli rolleri; selüloz ve diğer karbonhidratları ayrıştırması, amonifikasyon (proteinler, amonyum ve amonyum proteinleri), nitrifikasyon (amonyum, nitrit, nitrat), denitrifikasyon, (serbest haldeki azotun salınması), atmosferik azotun biyolojik fiksasyonu, (simbiyotik ve simbiyotik olmayan), sülfürün ve demir bileşiklerinin oksidasyonu ve redüksiyonudur (Winogradsky [147]).

Mantarların topraklarda miselyum parçaları halinde, rizozomları ve farklı sporları vardır. Sayıları 1 g toprakta bin ila birkaç milyona kadar uzanır. Toprak mantarları kendi ipliksi (hipli) yapılarıyla filamentli miselyumları tutarlar. Mantar hipleri bölmesiz/senözütli (*Mastigomycotina* ve *Zygomycotina*) veya bölmeli (*Ascomycotina*, *Basidiomycotina* ve *Deuteromycotina*) yapıdadır. Bir mantar hücresine ait hif çeşitleri Şekil 1.8'de gösterilmiştir (Campbell ve Reece [148]).



Şekil 1.8 Mantarlarda hif çeşitleri

Jackson [149] de tanımladığı üzere, topraktaki birçok mantar türleri; *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Cephalosporium*, *Botrytis*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Gliocladium*, *Monilia*, *Pythium* vb. dir

Aerobik ve anaerobik yapıdaki bu mantarlar topraktan bol miktarda oksijen ve organik maddeye gereksinim duyarlar. Mantarlar asidik topraklarda asidik çevre şartlarının bakteri veya actinomisetler için uygun olmadığı durumlarda baskın türlerdir. Mantar hücrelerinin yaşamaları için optimum pH 4.5 ile 6.5 aralığındadır. Mantarlar aynı zamanda doğal ve alkali topraklarda ve bazen de pH 9.0'ın üzerindeki ortamlarda da yaşayabilirler. Toprak mantarlarının fonksiyonları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır (Tiryaki [42]).

1. Organik madde içindeki selüloz, hemi selüloz, nişasta, pektin, ligninin ayrıştırılmasında ve parçalanmasında önemli etkileri vardır.
2. Toprak beslenmesinde önemli rol oynarlar
3. Bakteriler tarafından parçalanamayan lignin, mantarlar tarafından parçalanabilir.
4. Zygomycotina ve Deuteromycotina'nın bazı alt grup mantarları doğada yırtıcı mantarlardır ve topraktaki protozoa ve nematodlara saldırarak toprakta biyolojik bir denge oluşturur.
5. Toprağın bir araya gelip tutulmasına ve humuslaşmasına yardımcı olur.
6. Bazı mantarlar (*Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium*, *Verticillium* vb.) parazitik olurlar ve solma, köklerin kuruması, fide solması gibi hastalıklara yol açarlar.

7. Birçok toprak mantarı kök mantarı formunda olup yüksek yapılı bitkilerin köklerinde yaşarlar (yüksek yapılı bitkilerin köklerindeki simbiyotik yaşam) ve topraktaki fosfor ve azot gibi besinlerin hareketli faza geçmesini sağlar. Bu türler; glomus, gigaspora, aculospora, endomycorrhiza, amanita, boletus, entoloma ve lactarius'dur

8. Bakteriler için besin üretirler

Populasyon gelişimi, mikrobiyal kültürlerin büyüme eğrilerinin analizi ile incelenebilir. Mikroorganizmalar sıvı ortamlara ekildiğinde, genellikle kesikli kültürler veya kapalı sistemlerde gelişirler. Bu da, kapalı kültür ortamındaki besi ortamında inkübe edilmeye gerçekleşmiş olur. Bölünme ile mikroorganizmaların gelişimi yaşayabilen hücrelerin logaritmasının inkübasyon süresine bağlılığıyla ölçülebilir. Sonuç eğrisinin dört fazı bulunmaktadır.

Lag Fazı: Mikroorganizmalar, taze kültür ortamına girdiklerinde genellikle hücre sayılarında bir artış gözlenmez ve bu faz "lag fazı" olarak adlandırılır. Hücresel bölünmesi olamamasına rağmen kütlede de artış görülmez. Hücre yeni bileşenleri sentezler. Lag fazı çeşitli nedenlerle hücre bölünmesinin başlangıç kademesidir. Hücre yaşlı, ATP si ve ribozomları tükenmek üzere olabilir. Gelişme başlamadan önce bunların sentezlenmesi gerekir. Ortam mikroorganizmanın daha önce geliştiği ortamdan farklı olabilir. Bu aşamada yeni enzimler farklı besinleri kullanmak üzere salgılanırlar. Hasar görmüş mikroorganizmalar yeniden yapılanabilecek zamanı kazanırlar. Sebebi ne olursa olsun hücreler zamanla tekrar yapılanır, DNA'ları ayırır, kütlelerinde artış görülür ve son olarak da bölünürler.

Lag fazının süreci mikroorganizmaların koşullarına ve ortamın doğasına bağlı olarak da değişebilir. Bu faz yaşlı veya donmuş bir hücreden gelen aşılama ile gerçekleşiyorsa veya farklı kimyasal yapıya sahip bir ortamda gerçekleşiyorsa uzun sürebilir.

Logaritmik Faz: Logaritmik artış fazında mikroorganizmalar, genetik potansyalleri, ortamın doğası ve koşullarının pozitif etkileriyle maksimum oranda gelişir ve bölünürler. Büyüme oranları logaritmik faz sürecine bağlıdır. Burada mikroorganizmaların düzenli bir biçimde bölünmesi ve ikiye katlanmasıdır. Burada her bireysel bölünme çok az da olsa farklı anlarda meydana gelir. Büyüme eğrisi ayrık çıkışlardan ziyade düzenli bir biçimde yükselir.

Populasyon bu fazda kimyasal ve fizyolojik özelliklere bağlı olarak oldukça düzenlidir. Logaritmik fazdaki kültürler biyokimyasal ve fizyolojik işlemlerde kullanılırlar. Logaritmik büyüme dengeli bir büyümedir. Eğer besin düzeyi veya diğer çevresel koşullar değişirse dengesiz büyüme başlar. Bu büyümede hücre bileşenleri yeni bir dengeli büyüme hali gerçekleşene kadar birbirinin yerine geçer. Bunun sonucunda deneyin hızı arttırılarak bakteriler zayıf ortamdan zengin ortama alınırlar. Hücre öncelikle protein sentezi kapasitesini arttırabilmek için yeni ribozomlar oluşturur. Bu durum, protein ve DNA sentezinin artmasıyla devam eder. Son olarak beklenen artış gerçekleşmiş olur.

Dengesiz büyüme, bakteri popülasyonlarının zengin besi ortamından yetersiz besi ortamına geçişiyle meydana gelir. Organizmalar daha önce ortamdan birçok hücresel bileşenleri tedarik edebilirlerken yetersiz besi ortamına geldiklerinde uygunsuz besinleri sentezleyebilecek enzimler üretmek zorunda kalırlar. Sonuç olarak hücre bölünmesi ve DNA replikasyonu yetersiz besi ortamına gelindiğinde gerçekleşir, ancak net protein ve DNA sentezi yavaştır. Hücre küçülmeye başlar ve tekrar gelişene kadar kendisini metabolik olarak hazır hale getirmeye çalışır. Daha sonra dengesiz büyüme devam eder ve kültür logaritmik faza girer.

Bu zengin ortama ve yetersiz ortama girme deneyleri göstermiştir ki mikrobiyal büyüme kesin olarak koordineli, kontrollü ve çevresel değişikliklere karşı çabuk cevap verebilen bir büyüme türüdür. Mikrobiyal büyüme düşük konsantrasyondaki besi maddeleriyle sınırlıysa hücrelerin son net büyümeleri sınırlı besin miktarına bağlı olarak artar. Bu, vitaminler ve diğer büyüme faktörleri için mikrobiyal ölçümlerinin temelidir. Fakat hiperbolik durumlar birçok enzimde görülebilir. Bu şekildeki eğri, mikrobiyal taşınım proteeinleriyle besin alımı göstermektedir. Yeterli besin miktarında taşınım sistemi doygun hale geçer ve artan besin miktarıyla büyüme gerçekleşmez.

Durgunluk Fazı: Zamanla popülasyon artışı biter ve büyüme eğrisi yatay bir hale geçer. Bu faz genellikle bakterilerin yaklaşık 10^9 adet/ml sayısına ulaştığında gerçekleşir. Diğer mikroorganizmalar normalde bu kadar yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşamazlar. Protozoa ve alg kültürleri en fazla 10^6 adet/ml sayıya ulaşabilirler. Son popülasyon

yoğunluğu besin yeterliliğine ve kültürü yapılmış mikroorganizma türü gibi diğer faktörlere bağlıdır. Durgunluk fazında görünebilir mikroorganizmaların sayısı değişmez. Bu da hücre bölünmesi ve ölümünün eşit olduğunu gösterir. Mikrobiyal popülasyonlar birçok sebeple durgunluk fazına girerler. Bunlardan biri besin kısıtlanmasıdır. Esas besin maddeleri hızlı bir şekilde tükenince popülasyon büyümesi yavaşlar.

Son olarak kritik, popülasyon kademesine ulaşıncaya büyüme sona erer. Böylelikle birçok faktörlerden birinin bile gerçekleşmesiyle durgunluk fazı olduğu anlaşılır.

Ölüm fazı: Durma devresi değişmedikçe, mikroplar bu uygun olmayan koşullar altında ölmeye başlarlar. Popülasyon, sayıca giderek azalır. Ancak bütün mikroplar ölmeyebilirler. Bazıları canlılıklarını koruyabilir. Bu nedenle de canlılık eğrisi sıfıra ulaşmaz. Ölme döneminde canlı kalabilen mikropların morfolojilerinde değişiklikler meydana gelir.

Hızlı ölüm fazı: Mikroorganizmalar için ortamdaki besin maddelerinin kısıtlanması ve metabolik artıkları miktarının artışı gibi faktörler sonucunda mikroorganizmalarda ölüm oranı hızlanır.

Hızlı ölüm fazı logaritmik üreme fazına benzer bir seyir göstermektedir. Bu fazın süresi de 24 saat ile 30 saat arasında değişmektedir. Bunu etkileyen faktörler içerisinde mikroorganizmaların cinsi, türü, uygulanan sanitasyon tekniği, vb. sayılabilir.

Yavaş ölüm fazı: Bu faz hızlı ölüm fazının yavaşlaması ile oluşur. Mikroorganizmaların sayısı iyice azalır. Bu fazın sonucunda mikroorganizmalar yıkımlanır ve otosterilizasyon meydana gelir.

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında sıvı bakteri kültürlerinin büyüme hızları tayini ve mikroorganizma ağırlıklarını tespit etmek için çok sık kullanılan metotların esası, bulanıklık ölçümüne, yani askıda kolloidal maddelerin ışık geçirgenliğinden yararlanılarak ölçülmesi esasına dayanır. Bulanıklık ölçümü ile mikroorganizmaların ağırlıklarının tespit edilmesinde bazı belirsizlikler de vardır.

Şekil 1.9' da görüldüğü gibiy canlı mikroorganizmaların sayısının zamana göre grafiğini logaritmik olarak çizersek, başlangıçta çok yavaş büyüyen hücrelerin, belli bir süre sonra logaritmik olarak artış gösterdikleri ve ortamda besin maddesi azalınca ölüm olayının hızlandığı görülmektedir. Mikrobiyolojik deneyler sonucu oluşturulan bu

grafikler mikrobiyolojik populasyonların çoğalma ve azalma tanımlarında kullanılırlar (Prescott [150]).



Şekil 1.9 Mikroorganizmaların büyüme fazları

1.11 Tezin Amacı

Çalışma konusu kapsamında yapılan literatür çalışmalarında, pestisite maruz kalan topraklarda yapılan biyoremediasyon çalışmalarının, genel olarak kirletilmiş olan topraklardan izole edilen bakterilerle veya pestisit üreten tesislerin aktif çamurlarından izole edilen mikroorganizmalarla yapıldığı tespit edilmiştir. Ürünün yetiştirildiği tarlada kullanılan herbisitlerin doğal şartlarda izlenmesinin yanında ayrıca ürünü, arazisi ve kullanılan pestisiti bilinen araziye ve simüle edilerek laboratuara yönelik çalışma ile çıkacak olan sonuçları kontrol edecek mahiyette bir çalışma yapılmamıştır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile uzun süreli bir kirlilik değişimi (mikro kirletici) izlenmesinin yanında ve bunu takiben aynı araziden izole edilen bakteri ve mantarlardan hazırlanan kültür solüsyonlarının laboratuvar koşullarında Aklonifen ve Trifluralin (kullanılan herbisitler) deney setleri hazırlayarak pestisit giderimini (biyoremediasyonu) hızlandırmayı ve etkin mikroorganizma konsantrasyonunu bulmanın yanında, tarım arazisinde adsorbsiyon-desorbsiyon ile, güneş ışınlarının kullanılan bu herbisitlerin parçalama etki mekanizmasını ve hazırlanan kültürlerin Aklonifen ve Trifluralin'e olan hassasiyetini bulmaya yöneliktir. Bu açıdan bakıldığında yapılan bu çalışma bu çerçevede yapılanlardan farklı, özgün bir çalışma olarak görülmektedir.

1.12 Hipotez

Bu tez çalışması kapsamında dünyada ve Türkiye’de uzun yıllardır tahıl ve bakliyat üretiminde en çok kullanılan iki farklı herbisit türünün (Aklonifen ve Trifluralin) doğal şartlarda giderimi izlendiği gibi bu süreci etkileyen mekanizmalar laboratuvar koşullarına simüle edilerek yapılan çalışmalarla açıklanmıştır.

Çalışmanın asıl değeri kazandığı ve diğer çalışmalardan ayrıldığı nokta ise herbisitlerin kullanıldığı tarım arazisinden araziye atılmadan önce alınan toprak örneklerinden izole edilen bakteri ve mantarlar çoğaltıldıktan sonra aç bırakılarak herbisitleri parçalayarak besin maddesi olarak kullanmalarını sağlamaya yöneliktir. Bu kültürlerle sıvı ve toprak ortamlarında yapılan çalışmalarda herbisitlerin tarım arazilerine atılan ve bunun çeşitli katları kullanılarak, biyoremediasyon için uygun biyotik yapı belirlenmiştir. Ayrıca doğal şartlarda, kullanılan herbisitlerin akıbetini etkileyen faktörlerden olan gün ışığındaki parçalanma (fotoliz), adsorbsiyon-desorbsiyon mekanizmalarına da açıklık getirilmiştir.

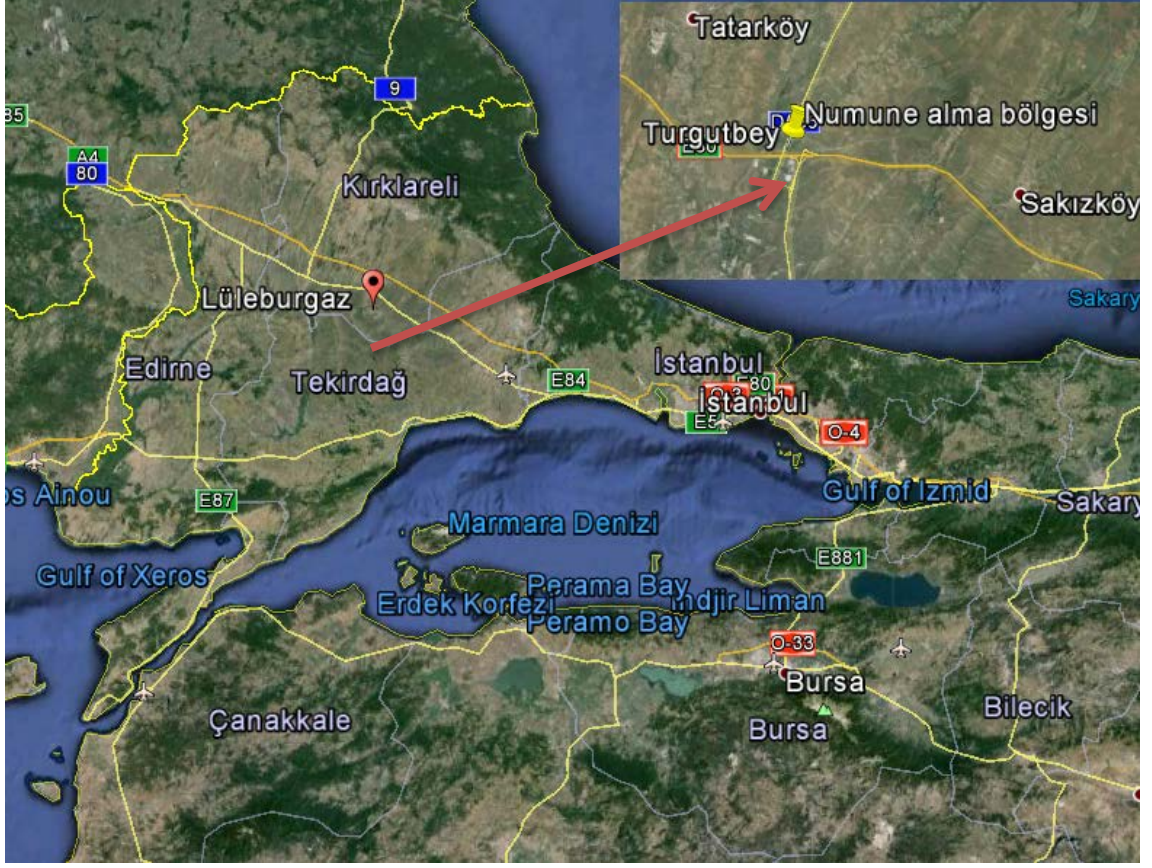
MATERYAL ve METOD

2.1 Çalışılan Tarım Arazisi

Çalışmada materyal olarak Trakya Bölgesi'ne bağlı Kırklareli İli Lüleburgaz İlçesi'nin (Şekil 2.1) Turgutbey Köyü'nde (Şekil 2.2) Ayçiçeği ekimi yapılan ve daha önce Trifluralin ve Aklonifen kullanılmamış 1935 parsel numaralı 33,5 dekar alana sahip (Şekil 2.3) bir tarla kullanılmıştır. Tarlanın bir yarısına 15 Nisan 2012 tarihinden itibaren Trifluralin, diğer yarısında ise 15 Mayıs 2012 tarihinden itibaren Aklonifen atılmıştır. Aklonifen ve Trifluralin kullanılmasından önce Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nca istenen, tarım arazisine ait toprağın fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Bu maksatla tarlanın 5 ayrı bölgesinden alınan topraklar karıştırılarak Kırklareli Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü'ne gönderilmiş olup, analizler bu kurum tarafından yapılmıştır (Anonim [159]). Çalışılan tarlaya ait yapılan analizlerin sonuçları Çizelge 2.1'de, çalışma dönemi boyunca örneklerin alındığı tarla ve yakın çevresine ait bazı meteorolojik veriler ise Çizelge 2.2'de verilmiştir (Anonim [151]).

Çizelge 2.1 Çalışılan zirai toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özelliği	Birim	Metodlar	Analiz Sonucu (Ortalama Değer)	Değerlendirme
pH		Richards [152]	7,6	Hafif Alkali
Kireç	%	Tüzüner [153]	16,6	Az Kireçli
Tuz		Richards [152]	0,05	Tuzsuz
Doygunluk		Tüzüner [153]	64	Killi Tın
Organik Madde		Walkley ve Black [154]	2.1	Orta
Toplam Azot		Bremner [155]	0,1	Orta
Kasyon Değişim Kapasitesi (KDK)		Tüzüner [153]	31,5	Yeterli
Silt		Bouyoucus [156]	5	Az
Kum			32	Yeterli
Nem			21	Yeterli
Alınabilir P	kg/da	Kacar ve Kovancı [157]	43,7	Yüksek
Alınabilir K		Kacar [158]	49,1	Yeterli



Şekil 2.1 Kırklareli İli'ne bağlı Lüleburgaz İlçesi ve Turgutbey Köyü



Şekil 2.2 Turgutbey Köyü ve uygulama alanı



Şekil 2.3 Numune alma noktaları (A: Aklonifen için örneklerinin alındığı noktalar, T: Trifluralin için örneklerin alındığı noktalar)

Çizelge 2.2 Çalışma sahasına ait iklim verileri

Tarih	Ortalama Nisbi Nem (%)	Ortalama mahalli basınç, (hPa)	Sıcaklık Ortalama(C ⁰)	20 cm de Toprak Sıcaklığı (C ⁰)	Ortalama Solar Radyasyon, kWh/m2	Ortalama Yağış (mm)
2012 Nisan	76	1005	13,7	13,3	4,61	70
2012 Mayıs	78	1007	17,4	20,4	5,72	114,4
2012 Haziran	65	1009	23,2	23,8	6,44	9,4
2012 Nisan	76	1005	13,7	13,3	4,61	70

Çizelge 2.2 Çalışma sahasına ait iklim verileri (devamı)

2012 Mayıs	78	1007	17,4	20,4	5,72	114,4
2012 Haziran	65	1009	23,2	23,8	6,44	9,4
2012 Temmuz	60	1006	26,3	26,5	6,53	3,2
2012 Ağustos	57	1009	25,7	21,9	5,79	4,4
2012 Eylül	63	1010	20,9	15,6	4,49	4
2012 Ekim	78	1010	17,0	9,9	2,88	118,4
2012 Kasım	91	1011	12,5	5,9	1,80	30,4
2012 Aralık	93	1011	4,5	14,8	1,30	138,8
2013 Ocak	92	1010	4,5	3,9	1,56	108,8
2013 Şubat	91	1010	6,8	4,6	2,29	82,4
2013 Mart	86	1007	8,8	7,5	3,44	54,8
2013 Nisan	80	1009	12,1	13,1	4,61	22,8
2013 Mayıs	76	1005	13,7	13,3	4,61	70

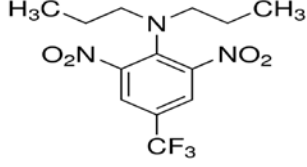
2.2 Kullanılan Herbisitler

Çalışmada, ticari adı “Tefralin 480” olan Trifluralin ve “Chekic 600” olan Aklonifen adlı herbisitler kullanılmıştır. Tefralin 480, 1 litresinde 480 g Trifluralin, Chekic 600 ise 1 litresinde 600 g Aklonifen aktif madde içermektedir. Her iki herbisit de hububat ve tahıl tarımında birçok yabancı otları mücadelede kullanılan herbisitlerdir. Herbisitler tarlalarda dekar başına 200 ml ticari ürünün 20 litre çeşme suyuyla karıştırılmasıyla hazırlanarak, su tanklı traktörle yağmurlama şeklinde uygulanmıştır (Şekil 2.4). Trifluralin ve Aklonifen’e ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4’de verilmiştir.

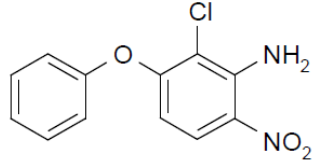


Şekil 2.4 Herbisitlerin tarım arazisine uygulanmasında kullanılan su tanklı traktör

Çizelge 2.3 Trifluralin'in fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Birim	Değer	Referans
Moleküler formülü	-	C ₁₃ H ₁₆ F ₃ N ₃ O ₄	OSPAR [160]
Moleküler yapısı	-		
Molekül ağırlığı	g/mol	335.28	
Normal sıcaklık ve basınçta görünüşü	-	Parlak sarı kristalize katı	
Buhar basıncı	Pa	9.5×10^{-3} Pa 25°C (100% Saf.) 6.1×10^{-3} Pa 25°C (96.8% saf.)	
Sudaki çözünürlüğü	g/l	$1,94 \times 10^{-4}$ (tamponsuz 100% pur.) pH 7: $2,21 \times 10^{-4}$	
Erime noktası	°C	43.0-47.5 °C	
Kaynama noktası	°C	Dekompoze olur	
Log K _{ow}	-	5.27, 20 °C (100% saf.)	
Henry sabiti	Pa m ³ /mol	19×10^{-3} (hesaplanan.) 4.12×10^{-3} (meas. 20°C)	

Çizelge 2.4 Aklonifen'in fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellik	Birim	Değer	Referans
Moleküler formülü	-	$C_{12}H_9ClN_2O_3$	EFSA [86]
Moleküler yapısı	-		
Molekül ağırlığı	g/mol	264.7	
Normal sıcaklık ve basınçta görünüşü	-	Sarı pudra (99.6% saf, 99.4 % teknik materyal)	
Buhar basıncı	Pa	1.6×10^{-5} Pa 20 °C (%99.3 saflıkta)	
Sudaki çözünürlüğü	g/l	1.4 mg/l 20 °C pH 5, 7 ve 9 (%99.7 saflıkta)	
Erime noktası	°C	81.2 °C (%99.6 saflıkta)	
Kaynama noktası	°C	-	
Log K _{ow}	-	4.37	
Henry sabiti	$\frac{Pa}{m^3/mol}$	3.03×10^{-03} (25 ⁰)	

2.3 Yapılan Çalışmalar

Yapılan çalışmalar genel olarak herbisitlerin doğal şartlarda izlenmesine yönelik olarak tarladan toprak örneklerinin alınacağı noktaların belirlenmesi, bu noktalardan alınan toprak örneklerinin laboratuvara intikali, saklanması konuları ve alınan toprak örnekleriyle ilgili olarak yapılan laboratuvar çalışmalarını içermektedir.

2.3.1 Tarım Arazisine Atılan Herbisitlerin Doğal Şartlarda İzlenmesi

Bu izlemede ilk adım olarak, ilaçlama öncesi toprakta mevcut olan bakteri ve mantarların izolasyon ve identifikasyonu için bu çalışmaya uygun, tarlada belirlenen 5 ayrı noktadan (Şekil 2.3) 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri (Zelles vd. [161]), 160°C'da 2 saat boyunca steril edilmiş olan cam kavanozlara ayrı ayrı alınmıştır. Alınan bu örnekler buz akülü termosla (Şekil 2.5) kavanozlara konularak laboratuvara getirilmiştir. Getirilen bu toprak örnekleri aseptik şartlarda karıştırılarak her birinden 150 g alınmak suretiyle (toplam 750 g) steril bir kavanoza konarak etiketlenip +4°C'da saklanmıştır.



Şekil 2.5 Toprak numunelerinin laboratuvara taşınması

Tarım arazisine atılan herbisitlerin bir yıl boyunca (Nisan 2012-Mayıs 2013) toprakta kalan miktarının belirlenmesi amacıyla zirai ilacın atıldığı gün ve bunu takiben her ay

tarlaların 5 ayrı noktasından (Şekil 2.3) toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten alınmış ve buz akülü termosla Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına getirilip eşit oranda karışımları sağlanıp temiz bir kavanoza alınarak +4⁰C’da saklanmıştır. Deneysel çalışma aşamasında bir yıl boyunca tarladan alınan toprak örneklerinde Trifluralin ve Aklonifen ekstraksiyonları EPA 3550C [162] ye göre yapılmıştır. Trifluralin’in Elektron Yakalayıcı Dedektörlü Gaz Kromatografi Cihazındaki (GC-ECD) okuma işlemleri EPA 8081B [163] de, Aklonifen’in Kütle Spektrometre Likit Kromatografi Cihazında (LC-MS-MS) okuma işlemleri için ise EPA 1614 [164] de belirtilen yöntemler uygulanmıştır.

2.3.2 Mantar ve Bakterilerin İzolasyonu ve Moleküler Karakterizasyon Çalışmaları

Çalışmada, bakteri ve mantarların izolasyonu için zirai alandan herbisit atılmadan bir gün önce, 0-20 cm derinliklerden alınan toprak örnekleri, steril cam kavanozlara alınmıştır (Zelles vd. [161]). Yaklaşık 10 g toprak örneği, %0.8’lik sodyum klorürlü izotonik suda 10⁻⁴e kadar seyreltilmiştir. Bu seyreltimden karıştırılarak her bir besi yeri için ayrı ayrı alınan 0,1 ml’lik porsiyon otoklavda 121⁰C’da 15 dk 1 atm basınç altında sterilize edilerek hazırlanan plate count agar, dextrose casein peptone agar, potato dextrose agar, dichloran rose bengal chlorinated agar, malt extract agar, sabouraud dextrose agar ve yeast extract agar besi yerlerine aseptik şartlara sahip ekim kabininde ekimler yapılmıştır (Travers vd. [165]). İlgili besi yerlerine mantar gelişimi sırasında bakteri gelişimini engellemek için 30mg/l oranında rose bengal, bakteri gelişimini önlemek için ise 30mg/l oranında streptomycine maddesi ilave edilmiştir. Ekim sonrası petri kutuları 20⁰C’lik inkübatöre alınmış ve üç gün sürede bakterilerin, on gün sürede ise mantarların gelişimleri tamamlanmıştır. Petri kutuları üzerinde gelişen bakteriler B1-B5 arası, mantarlar ise M1-M6 arasında kodlanmış ve ekim kabininde steril öze kullanılarak (Şekil 2.6) bakteri kolonileri için subaraud dextrose brotha, mantarlar kolonileri ise malt extract sıvı besi yerine alınarak 20⁰C’de inkübe edilerek zenginleştirilmiştir (Cruikshank [166]).



Şekil 2.6 İzole edilip işaretlenen bakteri ve mantarlar

Yapılan moleküler çalışmaları için öncelikle petri kutularından izole edilen kültürler, stok edilmek üzere mantarlar için malt extract agar, bakteriler için ise standart plate count agar besi yerleriyle hazırlanan eğik besiyerlerine alınmıştır (Şekil 2.7) Sonraki çalışmalar Orta Doğu Teknik Üniversitesi Teknoken’te bulunan Biyonesil firması ile koordineli olarak yürütülmüştür. PCR işlemleri için mycycler thermal cycler system, elektroforez cihazı, jel görüntüleme sistemi (ORTE) ve genetik analiz sistemi (Beckman Coulter CEQ 8000) kullanılmıştır.

Moleküler karakterizasyon çalışmaları, Wizard Genomic DNA Purification kit kitabında belirtildiği şekilde mantarlar için “Isolating Genomic DNA from Yeast”, Bakteriler için ise Isolating “Genomic DNA from Gram Positive and Gram Negative Bacteria” metodlarına göre yapılmıştır (Beutler vd. [167]). Mikrobiyal tür tayini; nükleik asit ekstraksiyonu, PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu), DGGE (Denatüre Gradyan Jel Elektroforezi) ve nükleik asit dizisinin belirlenmesi kademelerinden oluşmaktadır. Alınan numuneler moleküler tekniklerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Numunelerden ilk olarak nükleik asitler ekstrakte edilmiştir. Ekstre edilen DNA’lar, -20°C’de muhafaza edilmiştir. Ekstre edilen DNA karışımlarının 16S rRNA genleri, PCR yöntemi kullanılmak sureti ile ısı döngüleme (Thermal Cycler) aleti ile çoğaltılmış olup, bu işlem sonrası metanojenik tür çeşitliliği, DGGE ve DNA dizi analiziyle tespit edilmiştir.



Şekil 2.7 Bakteri ve mantarların kodlanarak eğik besi yerinde stoklanması

2.3.3 Nükleik Asit Ekstraksiyonu

DNA izolasyonu kademesinde numuneler 10 dk boyunca 14000 devir/dk'da santrifüj edilerek konsantre hale getirilmiş olup daha sonra zirconia/silica boncuklar ile mekanik olarak dağıtılmıştır. FASTPREP-24 cihazı ile gerçekleştirilen mekanik parçalamadan sonra ortaya çıkan DNA, Fast DNA SPIN Kit (Q-BIO gene) prosedürüne uygun olarak saflaştırılmıştır.

2.3.4 Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Denature gradyan jel elektroforezi (DGGE) analizlerinde, klasik PCR amplifikasyonu ile çoğaltılan 16S rRNA genleri kullanılmıştır. Amplifikasyon işlemleri 16S rRNA genleri için çeşitli primerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

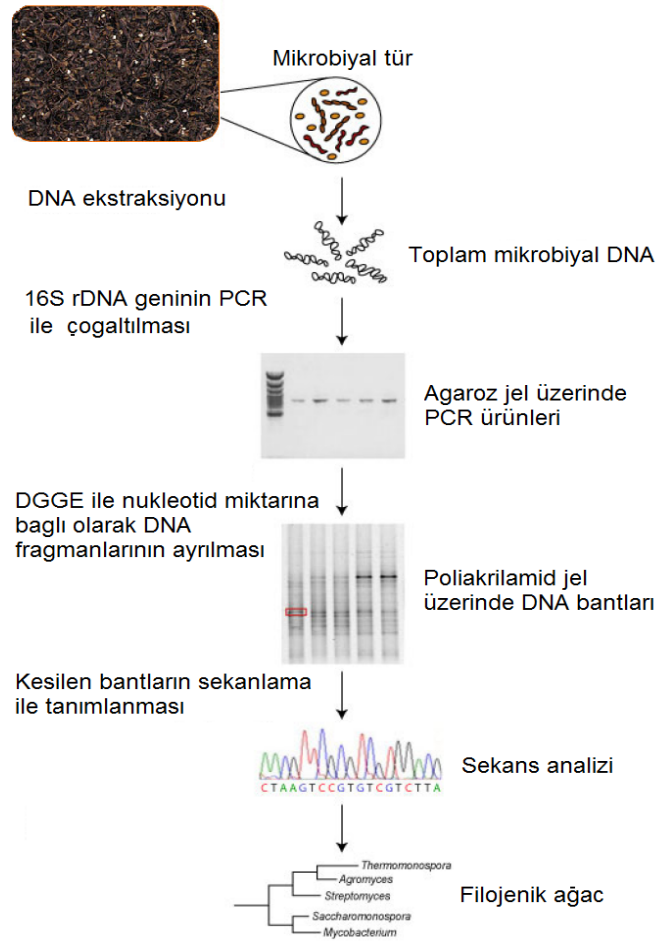
2.3.5 Denature Gradyan Jel Elektroforezi

Dizi analizi öncesi klonların tür farklılıkları, DGGE tekniği ile tespit edilmiştir. Farklı türlerin tespiti halinde dizi analizi yöntemi ile doğrulamaya gidilmiştir. DGGE, PCR ile çoğaltılmış DNA örneklerindeki tek baz değişimlerinin ve polimorfizmin

belirlenmesinde etkili bir genetik analiz yöntemidir. DGGE deneyinde denatüre madde (formamit ve üre karışımı), poliakrilamit jellerdeki yarı erimiş, çift-sarmallı DNA moleküllerinin azalmış elektroforetik hareketine bağlıdır.

2.3.6 DNA Dizi Analizi

Türlerin birbirinden ayırt edilmesi için klasik PCR ile 16S rRNA genlerinin çoğaltılmasından sonra, DGGE analiziyle türler birbirinden ayırt edilmiştir. Dizi analizi için seçilen klonların miktarı PCR ve DGGE analizleri sonunda belli olmuştur. PCR ya da DGGE jellerinde görüntülenen bandlar, uygun saflaştırma kitleri kullanılarak saflaştırılmıştır. Bu ürünler daha sonra “dye terminator cycle sequencing” reaksiyonuna sokularak floresan işaretli fragmanların amplifikasyonları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ürün saflaştırıldıktan sonra formamid çözeltisi içinde süspanse edilmiştir. Dizi analizleri için Beckman Coulter marka CEQ 8000 model Genetik Analiz Sistemi kullanılmıştır. Analiz verileri, A-G-C-T dizin dosyaları biçiminde kopyalanarak, “<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>”internet sitesinde BLAST programında değerlendirmeye alınmış ve bu veri tabanında tanımlanmış mevcut türlerle olan muhtemel farklılıkları raporlanmıştır. Mikrobiyal türlerin belirlenmesi için gerçekleştirilen adımlar Şekil 2.8’de verilmiştir (Özkaya ve Demir [168]).



Şekil 2.8 Mikrobiyal türlerin belirlenmesi için gerçekleştirilen adımların şematik gösterimi

2.3.7 Mantar Karakterizasyon Çalışmaları

Petride işaretli olarak gönderilen mantarlar, öncelikle tek spordan üremesinin sağlanması için PDA'lı petrilere özeyle çizilerek (streak plate) ekilmiştir. Oda sıcaklığında büyütülmüş ve tek noktadan gelişen fungus kolonileri başka PDA'lı petriye aktarılarak DNA izolasyonuna yetecek boyuta gelinceye değin oda sıcaklığında büyütülmüştür. Büyüyen funguslar petriden steril bistüri bıçağıyla kazınmış ve steril havanda sıvı azotla ezilmiştir ve daha sonra toz haline gelen hiflerden Promega Wizard® Genomic DNA Purification Kit yöntemine göre (3.E. Isolating Genomic DNA from Plant Tissue) DNA izole edilmiştir.

DNA'lar genellikle fungus tanımlamasında kullanılan ITS (Internal Transcribed Spacer) bölgesi primerlerinin birçok kombinasyonu kullanarak sıradan Taq polimerazla PCR yapılmıştır. PCR koşulları:

Final konsantrasyonları (toplam 25µl reaksiyon hacmi): 1X Taq polimeraz buffer / 1,5mM MgCl₂ / 0,4µM forward primer / 0,4µM reverse primer / 0,5mM dNTP / 1U Taq polimeraz ve 200ng DNA.

Isı döngüsü koşulları: 1 döngü: 94°C – 3 dk /35 döngü: 94°C–15 s, 55°C–30 s, 72°C– 30 s/1 döngü 72°C–5 dk.

Bu PCR sonucunda, agaroz elektroforezinde sadece M1 (*Penicillium thrichoderma*), M4 (*Metacordyceps chlamydosporia*) ve M6 (*Alternaria alternata*) mantarlarından beklenen boylarda bant elde edilebilmiştir. Diğer mantarlarda daha iyi bir polimeraz olan One-Taq polimeraz kullanılmıştır.

One Taq polimeraz koşullarında 25 µl'lik tepkime yapılmıştır. T_m, 53-57°C arası kullanılmıştır (primerlerin yapışma sıcaklıklarına göre her kombinasyonunda çeşitli T_m'ler denenerek). Üç primer Avcioğlu ve Dündar [169] tarafından tasarlanmış ve ikisi sonuç vermiştir. Bu bantlar ya agaroz jelden kesilip (birden fazla bant olması durumunda) temizlendikten sonra ya da tek bant olması durumunda PCR tepkimesi doğrudan dizi analizine gönderilmiştir. Agaroz jelden kesilen bantlar Thermo Scientific GeneJET gel extraction kit'le temizlenmiştir. Agaroz jelden kesilen bantlar üzerine kurulan sekans tepkimesinden iyi sonuç vermediği durumlarda, bantlardan one taq polimerazla reamplifikasyon yapılmıştır.

2.3.8 Bakteri Karakterizasyon Çalışmaları

Petrilerde işaretlenen kolonilerden tek koloni düşürmek ve homojenitesini görmek için "streak plate" olarak ekim yapılmıştır. DNA izolasyonu yapmadan PCR yapma olanağı tanıyan Phire Hot Start II DNA Polymerase kullanılmış ve bakteri 16S ribosomal genel primerleriyle çeşitli boylarda uzun (1000-3000 bp) PCR bantları elde edilmiştir. Pipetleme ve döngü koşulları;

Son konsantrasyonlar için: (toplam 20µL reaksiyon hacmi); 1X Phire hayvansal doku PCR tampon (dNTPs ve MgCl₂ içerir) / 0.5µm öncü primer/0.5µm ters primer/Phire Hot Start II DNA polimeraz ve H₂O.

Isı döngü koşulları: 1 döngü: 98°C–5 dk/40 döngü: 98°C – 5 s, 72°C – 20 s /1 döngü 72°C–4 dk/4°C–∞

İzole edilen ve B1'den B5'e kadar işaretlenen bakterilerin tanımlaması 16sRNA Universal Primers 27F(5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'; *Escherichia coli* positions 8–27), 16S rRNA universal primers 27F (5' AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'; *Escherichia coli* positions 8–27) 1492R 5' TACGGYTACCTTGTTACGACTT 3' positions 1492–1512) Weisberg vd. [170] e göre yapılmıştır.

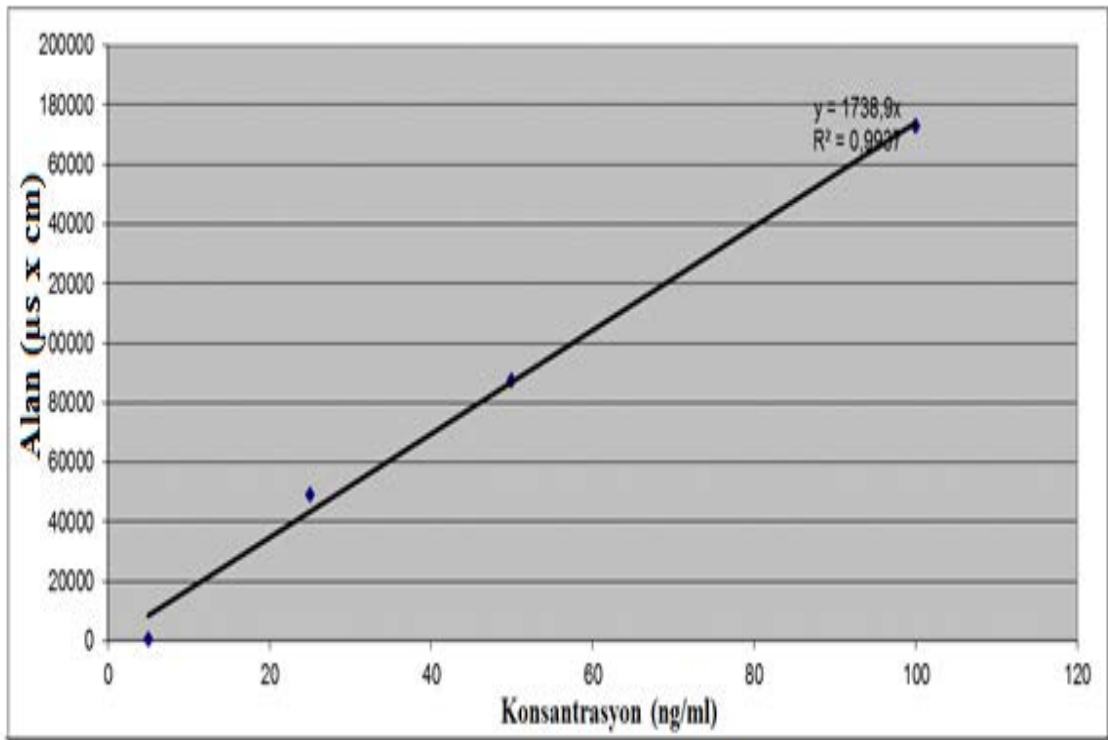
2.4 Enstrümental Cihazlar

Trifluralin analizinde, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda bulunan Perkin Elmer Clarus 500 gas kromatograf ile, HP-5MS kapiler, 30 m x 0.25 mm x 0.25 µm boyutlarındaki kolonlu cihaz kullanılmıştır. Trifluralin, elektron yakalayıcı dedektör ile belirlenmiştir. Analiz sırasında fırın sıcaklığı 70°C'da 2 dakika tutulmuş, ardından 25⁰/dk ile 145⁰C'a, 3⁰C/dk ile 190⁰C'ye çıkarılmış ve son olarak 190⁰C'de 5 dakika tutulmuştur. Toplam fırın programı 25 dakikadır. Giriş sıcaklığı 250⁰C ve dedektör sıcaklığı 320⁰C'tir. Taşıyıcı gaz 1.2 ml/dk akış hızındaki Helyum gazıdır. Make-up gazı, 30 ml/dk akış hızındaki ultra saf azot gazıdır. Kalibrasyon işlemleri için 1 ve 50 ng/ml konsantrasyonlarında beş standart hazırlanmıştır. Her 10 örnek enjeksiyonunda stabilite orta standartlarda kontrol edilmiştir. Kalibrasyon eğrisinin ortalama determinant doğrulama değeri (R²), 0.999'dur.

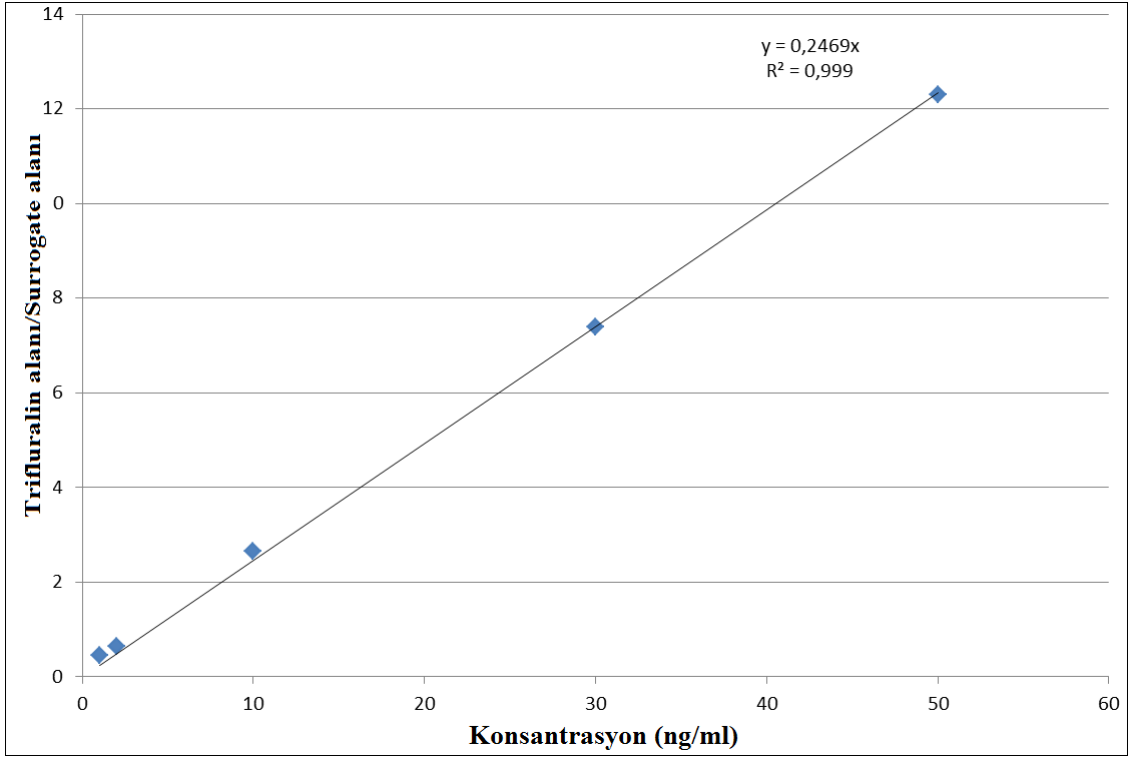
Aklonifen, Gebze Teknik Üniversitesi'nde bulunan LC-MS-MS (Dionex Ultimate 3000) model, C18 Thermo Accucore kolonlu, 100 mm. x 2.1 mm., 2.6 mic. boyutlarındaki cihazla belirlenmiştir. Kolonun fırın sıcaklığı 400⁰C ve oto örnekleyici sıcaklığı 50⁰C'dir. Alıkonma süresi 9.0 dk., kütle (Thermo Access Max) HESI iyon kaynağı 3500 volt ve iyon transfer tübü sıcaklığı 270⁰C'dir. Sheath ve Aux gazları 50 Arb ve 15 Arb olmakla beraber miktar limiti 15 ppb'dir. Collisüre gaz basıncı 1.5m Torr dur. LOD ve LOQ

değerleri 4 ppt. ve 15 ppb.' dir. İyon geçişleri, primer iyon için 265.1, ikincil iyonlar için 182.1 ve 247.9'dur. Miktar (metod belirleyici) limit $0.1-1 \text{ mg kg}^{-1}$ dir. Kalibrasyon eğrisinin tanımladığı doğruluk ortalama değeri(R^2), 0.999'dur.

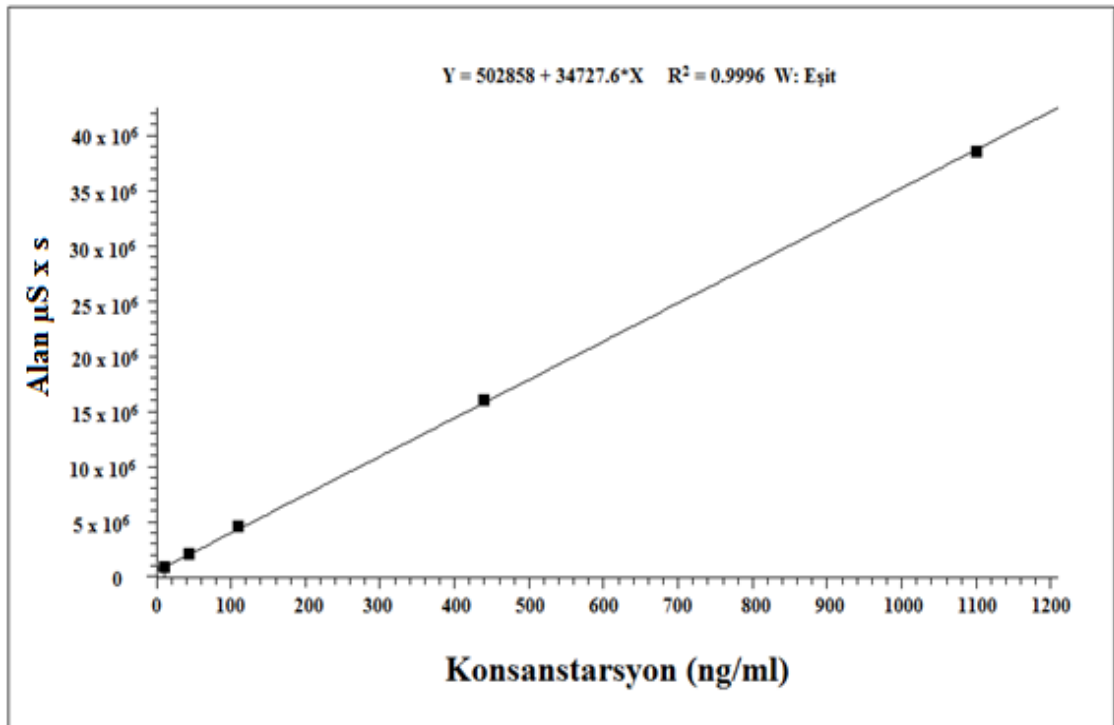
Örneklerin tümü hassasiyeti korumak amacıyla surrogate ve internal standartlarıyla spike edilmiştir. Surrogate standart olarak Tetrachloro-m-xylene (TMCX) kullanılmıştır. Internal standart olarak ise Quintozene kullanılmıştır. Örneklerle, ekstraksiyondan önce surrogate standardı ilave edilmiştir Kromotograf vialleri kapatılmadan önce spike edilmiştir. Ortalama geri kazanım hassasiyeti %86'dır. Her bir tür için detection limiti (LOD) değeri ortalama şahit değeri ile standart sapma değerinin 3 katının toplanmasıyla hesaplanmıştır. Örneklerin LOD değerinin altında kalan değerleri hesaba alınmamıştır. Şahit örnekler her bir set analizde doğrulanmış ve bütün sonuçlara şahit doğrulaması yapılmıştır (Şekil 2.9, Şekil 2.10, Şekil 2.11, Şekil 2.12).



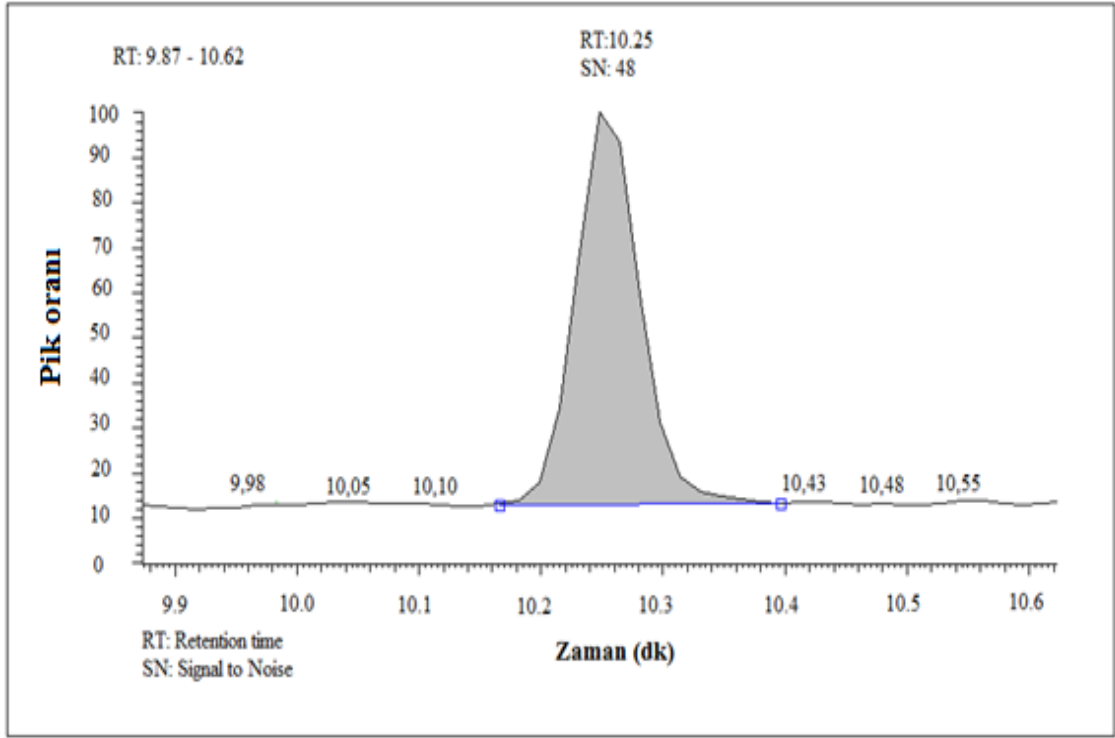
Şekil 2.9 Trifluralin'e ait kalibrasyon eğrisi



Şekil 2.10 Trifluraline ait alan/surrogate alanı eğrisi



Şekil 2.11 Aklonifen'e ait LC-MS-MS den alınan kalibrasyon eğrisi



Şekil 2.12 Aklonifen'e ait pik değeri eğrisi

2.5 Biyoremediasyon Çalışmaları

Petsisitlerin bakteri ve mantarlarla parçalanma miktarlarının belirlenmesi amacıyla daha önceden izole edilerek zenginleştirilen 14 farklı mikrobiyal kültürle aerobik şartlarda sıvı ve katı ortamlarda (tarla toprağında) çalışmalar yapılmıştır.

2.5.1 Sıvı Ortamda Yapılan Biyoremediasyon Çalışmaları

Aklonifen ve Trifluralin'in tarım arazisine atılan konsantrasyonlarında (200ml/da) ayrı ayrı hazırlanan çözeltilerinden 100 ml'lik plastik kapaklı steril amber şişelerin her birine 1 ml (Aklonifen için 6 mg/ml, Trifluralin için ise 4,8 mg/ml etken madde) ilave edilerek bunların üzerine 98 ml %0.8'lik izotonik steril su ilavesi yapılmıştır. Akabinde, bu şişelerin içine daha önceden hazırlanan zenginleştirme ortamından, 7.gün sonunda (log fazının nihayetinde) steril bir pipetle 1 ml kültür alınıp ilave edilerek biyoremediasyon çalışmalarına başlanmıştır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Herbisit çözeltilerinin hazırlanması

Hazırlanan bu cam şişeler kapakları tam kapatılmadan, 20⁰C' a ayarlı Gallenkamp marka orbitat inkübatöre yerleştirilerek çalkalama işlemine başlanmıştır. Bu safhada 24 saatlik zaman diliminde cihaz durdurularak her bir kültür ortamından steril otomatik pipetle alınan örneklerde Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) Standard Metot 5220C [171], etken madde (Aklonifen ve Trifluralin) analizleri ile karışık kültürlerde ise Toplam Organik Karbon (TOK) Standart Metod 5310A [172] analizleri 5 gün boyunca yapılmıştır.

KOİ, TOK, Aklonifen ve Trifluralin analizleri aseptik şartlarda 0.45µm gözenek çaplı filtre kağıdından süzülen numunelerde yapılmıştır (Süzüntüleri korumak için lüzumu halinde süzöntülere bir damla 1N H₂SO₄ ilave edilmiştir). KOİ deneyi, Standart Metod kapalı refluks titrimetrik yöntemiyle, TOK deneyi ise yüksek sıcaklıkta yakma metoduyla belirlenmiştir. Aklonifen ve Trifluralin miktarlarının belirlenmesine yönelik çalışmalarda önce EPA 3510C [173] ye göre sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemi uygulanmış, daha sonra Trifluralin ve Aklonifen için okumalar yapılmıştır.

2.5.2 Toprak Ortamında (Katı Ortamda) Yapılan Biyoremediasyon Çalışmaları

Sıvı ortamda yapılan biyoremediasyon çalışmaları neticesinde en iyi giderim verimi bakteri ve mantar türlerinin karışımlarında gözleendiği için toprak ortamında yapılan çalışmalar da bu karışık kültür ortamlarında yürütölmüştür. Tarlaya herbisit atılmadan önce alınan toprak örneği karışımları Şekil 2.14'deki 10 x 10 x 10 cm boyutlarında steril cam kavanozlara konulmuştur. Bu cam kavanozlardaki topraklar her gün 3-4 defa

karıştırılmak suretiyle 4 gün boyunca 105⁰C'ye ayarlanan etüvde tutulmuştur. 4. günün sonunda oda koşullarında soğumaya bırakılarak deneysel çalışmaya hazır hale getirilmiştir. Her bir cam kavanozdaki toprak miktarı yaklaşık 700 g olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan bu kavanozlardaki toprakların üzerine uygun toprak neminin sağlanması için Dileep [19] da belirtildiği şekilde toplam hacmi 350 ml olan farklı hacimlerde (2, 5 ve 10 ml) mikrobiyal kültürle beraber herbisit içeren (Aklonifen ve Trifluralin) kültür ortamı ilave edilmiştir. Kavanozlardaki toprağa ilave etmek üzere 2 şahitle beraber toplam 8 farklı çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan 350 ml'lik çözeltilerin üçüne aktif madde miktarı 2400 µg olan Aklonifen, diğer üçüne de 1920 µg olan Trifluralin ilavesi yapılmıştır. Bu şekilde hazırlanan deney düzeneği ile 12 hafta boyunca süren çalışmalarda toprağın nemi dinlendirilmiş musluk suyu ilavesiyle %40-50 arasında tutulmuştur. Oluşturulan bu her bir toprak ortamından her hafta (7 günde bir) 20 g kadar alınan toprak örneklerinde 10 g'ı analitik çalışmalar için, diğer 10 g'ı ise nem tayini için kullanılmıştır.



Şekil 2.14 Toprakta laboratuvar ölçekli biyoremediasyon çalışma düzeneği

On iki hafta boyunca 20 g alınan toprak örneklerinin bir kısmı kuru ağırlığının belirlenmesi amacıyla eş zamanlı olarak ayrılmış, bir kısmı ise analitik determinasyon için alınmıştır. Kuru ağırlığı belirlenecek olan örneğin 10 gramı 105⁰C'lik etüvde bir gece önceden kurutulup desikatöre alınmıştır. Analitik ölçümü yapılacak olan örneğin 10 gramı ise susuz sodyum sülfat ile rahat akış sağlanması amacıyla karıştırılmıştır. Ekstre

edilip analizi yapılacak olan örnek 200 ml'lik behere alınıp üzerine 1 ml. matrix spiking ve surrogate spiking çözeltisi ilave edilmiştir. Örnek daha sonra 50 ml.'lik solvent karışımıyla (GC ve LC-MS-MS analizlerine uygun %50 aseton ve %50 hexan) EPA 3550C [162] de belirtilen yöntemlere göre 30 dakika arayla iki defa ultrasonik ekstraksiyona tabi tutulmuştur (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Ultrasonik ekstraksiyon cihazı

Elde edilen ekstrat Büchner hunisiyle Whatman No:41 filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Ekstratın sıvı fazı yoğunlaştırma tüpüne alınıp, buradan buhar banyosuna alınarak akabinde kolonlama işlemi yapılmıştır. 1 cm çaplı 30 cm boyunda cam boruların içine bir tutam cam yünü, 10 cm kalınlıkta susuz sodyum sülfat, 2 g Alümina ve 3 g silisik asit içeren kolonlama aparatından ekstrat geçirilerek kolonlama işlemi tamamlanmıştır (Şekil 2.16). Kolondan geçen ekstrat daha sonra temiz azot gazı akışı altında 1 ml hacmine kadar solvent uçurma işlemine alınmıştır (Şekil 2.17). Yoğunlaştırma tüpünün iç duvarları birkaç defa solventle durulanmıştır. Bu ekstratlardaki analizler haftalar boyunca Aklonifen için EPA 1614' de, Trifluralin için ise EPA 8081B' deki yöntemlere göre devam etmiştir. Deneyler Eylül - Aralık ayları arasında yürütölmüştür.



Şekil 2.16 Kolonlama işlemi

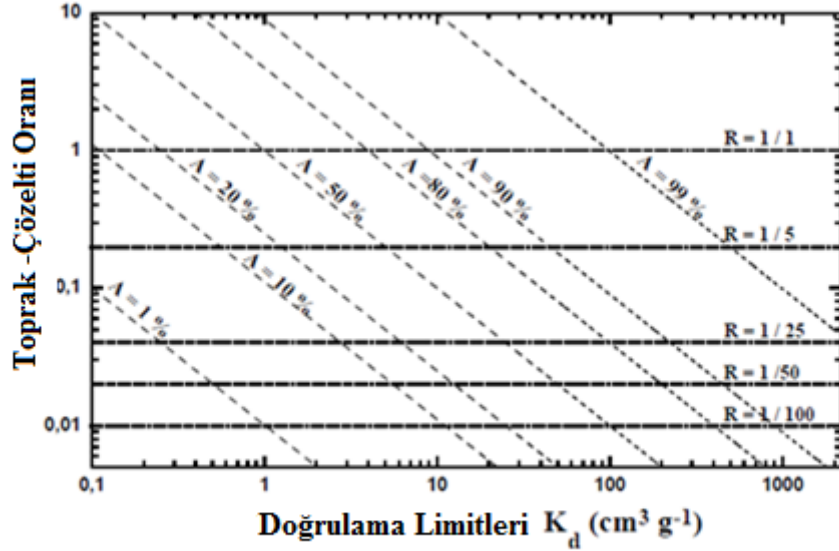


Şekil 2.17 Azot gazı altında 45⁰C'de solvent uçurma işlemi

2.6 Adsorbsiyon ve Desorbsiyon Çalışmaları

Toprakta adsorbsiyon, desorbsiyon testleri, OECD Guidelines Batch denge metodu [174] a göre yapılmıştır. Toprak-çözelti oranları bu metotta verilen doğrulama verimi tablosu esas alınarak hazırlanmıştır (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5 Toprak-çözelti oranı ilişkileri ve güvenilirlik limitleri



Bu çalışmada 75 ml'lik cam polipropilen santrifüj tüpleri kullanılmıştır. Toprak/sıvı oranı 1/5 olarak seçilmiştir (10 g kuru toprak, 50ml çözelti). Bu çalışmada, seçilen başlangıç konsantrasyonları, herbisitlerin sudaki çözünürlüğünün yarısından daha küçük olması gerektiği için (Trifluralin'de < 221 µg/l ve Aklonifen'de < 1.400 µg/l), Trifluralin için, 10, 25, 50 ve 100 µg/l olarak, Aklonifen için ise 60, 120, 240 ve 480 µg/l olarak hazırlanan konsantrasyonlar kullanılmıştır. Adsorbsiyon-desorbsiyon çalışmalarında da bu kurala uyulmuştur. 0-20 cm derinliklerden alınan 10 g toprak örnekleri paralel olarak 50 ml hacimlerde (5 ml çeşitli konsantrasyonlarda Trifluralin ve Aklonifen için ayrı ayrı + 45 ml 0,01M CaCl₂ çözeltileriyle) 60 rpm'de 25°C'da çalkalayıcı inkübatörde karanlık ortamda 16 saat boyunca çalkalanmıştır. Bu çalışma için bir seri topraksız ve sadece Trifluralin ve Aklonifen içeren ayrı ayrı hazırlanan kontrol çözeltileri ile topraklı Trf ve Akl. ilave edilmiş ayrı ayrı hazırlanmış çözeltiler olarak kullanılmıştır. Dolayısıyla her bir pestisit için 1 set numune (4 farklı konsantrasyonda), 1 set kontrol (4 farklı konsantrasyonda) olmak üzere, 8 tüp Trifluralin, 8 tüp de Aklonifen için toplam 16 tüp hazırlanmıştır.

Çalkalama sonrasında tüpler, Allegra X-12 marka santrifüjde 3750 rpm hızda 20 dk boyunca santrifüj edildikten sonra santrifüj tüpünün üstünde kalan sulu çözeltiden Trifluralin ve Aklonifen, filtreden geçirilerek ayrılmış ve EPA 3550C'de belirtildiği şekilde ekstre edilip Trifluralin için GC-ECD'de, Aklonifen için ise LC-MS-MS cihazında gerekli ölçümler yapılmıştır.

Desorbsiyon çalışmasında, aynı toprak örneklerinde, adsorbsiyon çalışmasında kullanılan konsantrasyonlarda çalkalama ve santrifüj koşullarında çalışılmıştır. Trifluralin ve Aklonifen içermeyen ve uzaklaştırılan çözelti hacmine eşit 0,01M CaCl₂ eklenmiş ve toprak ile çözelti cam bagetle iyice karıştırılıp, 16 saatlik çalkalama sonucunda tüpler santrifüj edilmiş ve toprak ve çözelti karışımları filtreten geçirilerek ekstre edilip GC ve LC-MS-MS'de okumaları yapılmıştır. Desorbsiyon deneylerinde de aynı şartlar sağlanmıştır, ancak 50 ml, Trifluralin ve Aklonifen içermeyen 0,01M CaCl₂ çözeltisi kullanılmış ve yine 16 saatlik bir çalkalama süresi uygulanmıştır. Çalkalama sonrası santrifüj sonunda alınan sıvı, EPA 3550C'de belirtildiği şekilde 6 ml x 3 defa kloroform ile ayırıcı huniden geçirilerek ekstrakte edilmiş ve azot gazı altında 1 ml kalana kadar uçurulmuştur. Üzerine 1 ml hegzan ilavesiyle GC-ECD'de ve LC-MS-MS'de okumaya hazır hale getirilmiştir.

2.7 Fotoliz Çalışmaları

Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi'nin çatısında 2014 yılı Eylül-Kasım ayları içerisinde 12 hafta boyunca yürütülmüştür. Bu çalışma için steril cam kavanozlara (700 g) ve steril petri kutularına (70 g) olacak şekilde, tarlaya herbisit atılmadan önce alınan tarla toprağı kullanılmıştır. Toprakların ilave edilmesinden önce sonra cam kavanozlar ve petri kutuları 105⁰C'da 4 gün etüvde tutulup 4. günün sonunda çıkarılarak oda sıcaklığına getirilmiştir. Bu kavanozlardan birer seri gün ışığı alacak şekilde, diğer seri ise karanlık ortama yerleştirilmiştir (Şekil 2.18). Kavanozlara 350 m petri kutularına ise 35 ml saf su içerisinde hazırlanan, Aklonifen ve Trifluralin çözeltileri ayrı ayrı ilave edilmiştir. Böylece bu işlem sonucu 2 kavanozdaki topraklardan birine 1600 µg, diğerine ise 2400 µg Aklonifen ilave edilirken, diğer iki kavanozdaki topraklardan birine 1280 µg, diğerine ise 1920 µg Trifluralin ilave edilmiştir. Aynı şekilde 4 petri kutusunun içerisindeki toprakların her birine ayrı ayrı, 1920 µg Trifluralin

ve 2400 µg Aklonifen ilavesi yapılmıştır ve birer hafta arayla toprak örnekleri alınmıştır. Oluşturulan bu her bir toprak ortamından her hafta (7 günde bir, 12 hafta boyunca) 20 g kavanozlardan, 6 g petri kutularından alınan toprak örneklerin yarısı analitik çalışmalar için, diğer yarısı ise nem tayini için kullanılmıştır. Petri kutusundaki çalışma 6 hafta kadar sürmüştür.

Alınan bu toprak örneklerindeki Trifluralin ve Aklonifen'in ekstraksiyonları EPA 3550C'ye göre yapılmıştır. Trifluralin'in Elektron Yakalayıcı Dedektörlü Gaz Kromatografi Cihazındaki (GC-ECD) okuma işlemleri EPA 8081B'de, Aklonifen'in Kütle Spektrometre Likit Kromatografi Cihazında (LC-MS-MS) okuma işlemleri için ise EPA 1614'de belirtilen yöntemler uygulanmıştır.



A

B

Şekil 2.18 Fotoliz çalışmaları A: Karanlık Ortam, B: Gün ışığı alan Ortam

2.8 Aklonifen'li ve Trifluralin'li Kültür Ortamlarında Mikrobiyal Aktivitenin Bulanıklık ve Popülasyon Artışı ile İzlenmesi

Çalışmanın daha önceki dönemlerinde yapılan Aklonifen ve Trifluralin'li kültür ortamında bulanıklık ile Harry vd. [175] bakteri ve mantarların popülasyon artışları ve giderimin başladığı zamanın belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Her bir mikrobiyal kültür ortamı için toplam hacmi 100 ml olacak şekilde şahitlerle beraber 28 farklı kültür ortamı hazırlanmıştır. Hazırlanan her bir ortamda 98 ml steril izotonik su ve buna 1 ml olarak ilave edilen herbisitli çözelti ile (Aklonifen için 6.000 µg/ml, Trifluralin

için 4.800 µg/ml), zenginleştirme besi yerinden, 7. günün sonunda alınan 1 ml'lik mikrobiyal kültür bulunmaktadır. Şahit olarak hazırlanan kültür ortamlarında herbisit (Aklonifen ve Trifluralin) bulunmamaktadır. Deneysel çalışmayı aerobik şartlarda yürütmek için steril şişelerin kapakları havadan oksijen transferini sağlayacak şekilde kapatılmıştır. Hazırlanan kültür ortamlı şişeler gruplandırılarak 20°C'a ayarlanmış bir çalkalayıcı inkübatöre (Gallenkamp Orbital Inkübatör) yerleştirilmiştir. Inkübatörde çalkalanan kültür ortamlarından başlangıç anından itibaren numune alma aralıkları en düşük 5 dakikada bir (şahit, bakteri, mantar, bakteri + mantar karışımı kültür ortamlarında), en yüksek ise 10 - 40 dakika arasında değişmektedir (Aklonifen'li ve Trifluralin'li kültür ortamlarında) alınan örneklerde 650 nm'de bulanıklık ölçümüyle beraber (Photolab 6600 UV-VIS Spektrofotometre) yeterli seyreltme yapılarak (10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} 'a kadar) katı vasatta (bakteriler için PCA, mantarlar için MEA kullanılarak) koloni oluşturacak şekilde ekimler yapılmıştır. Ekim yapılan petri kutuları 20°C' ye ayarlanmış bir inkübatöre konulmuştur. Bakteriler için inkübasyon süresi pestisitsiz (Aklonifen, Trifluralin) ortamlarda 1 gün, Aklonifen ve Trifluralin'li ortamlarda 3 gün, mantarlar için ise pestisitsiz ortamlarda 7 gün, Aklonifen ve Trifluralin'li ortamlarda 10 gün sürmüştür.

SONUÇLAR**3.1 Aklonifen ve Trifluralin'in Doğal Şartlarda İzlenme Aşamasında Elde Edilen Sonuçlar**

1 yıl boyunca her ay alınan toprak örneklerindeki Trifluralin sonuçları Çizelge 3.1'de, Aklonifen sonuçları ise Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde her iki herbisit için çizilen grafikler ise Trifluralin için Şekil 3.1'de, Aklonifen için ise Şekil 3.2'de verilmiştir.

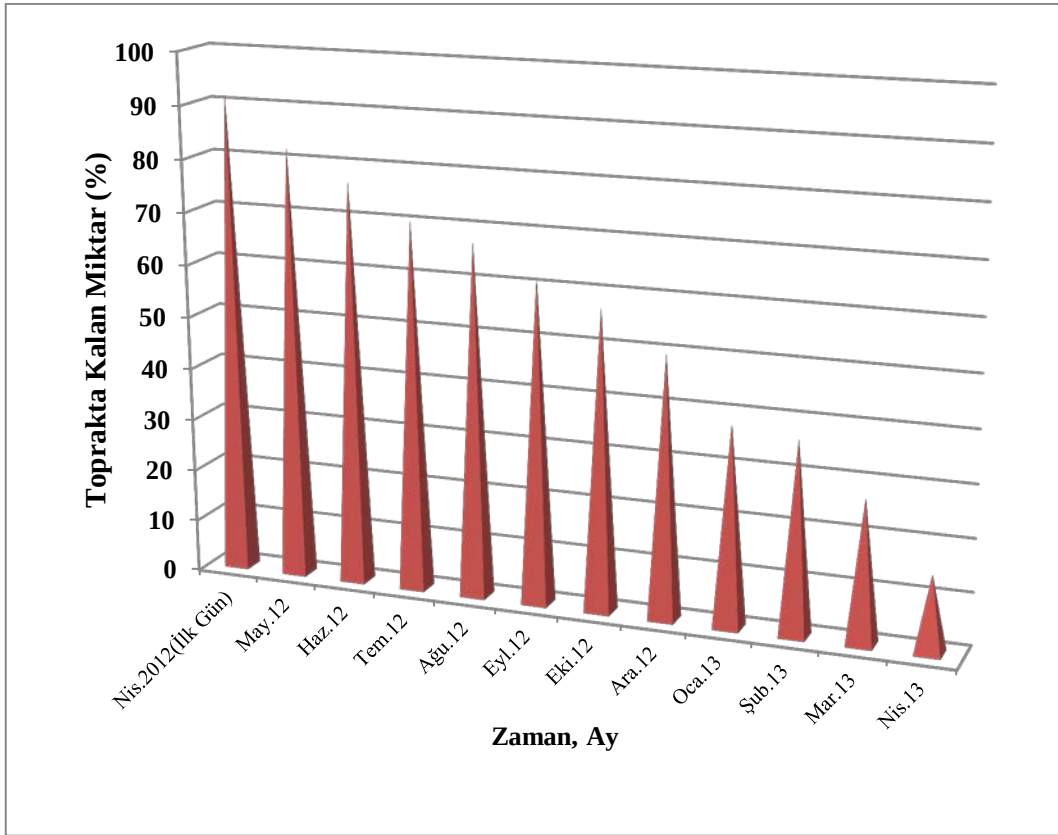
Çizelge 3.1 Trifluralin için doğal süreçte elde edilen sonuçlar

Toprak Örneklerinin Alındığı Tarih	Trifluralin* (ng/g)	Toprakta Kalan Miktar (%)
Nisan 2012	587,52	91,8
Mayıs 2012	529,92	82,8
Haziran 2012	494,72	77,3
Temmuz 2012	451,84	70,6
Ağustos 2012	432,00	67,5

Çizelge 3.1 Trifluralin için doğal süreçte elde edilen sonuçlar (devamı)

Eylül 2012	396,16	61,9
Ekim 2012	367,36	57,4
Aralık 2012	320,64	50,1
Ocak 2013	245,76	38,4
Şubat 2013	235,52	36,8
Mart 2013	175,36	27,4
Nisan 2013	94,08	14,7

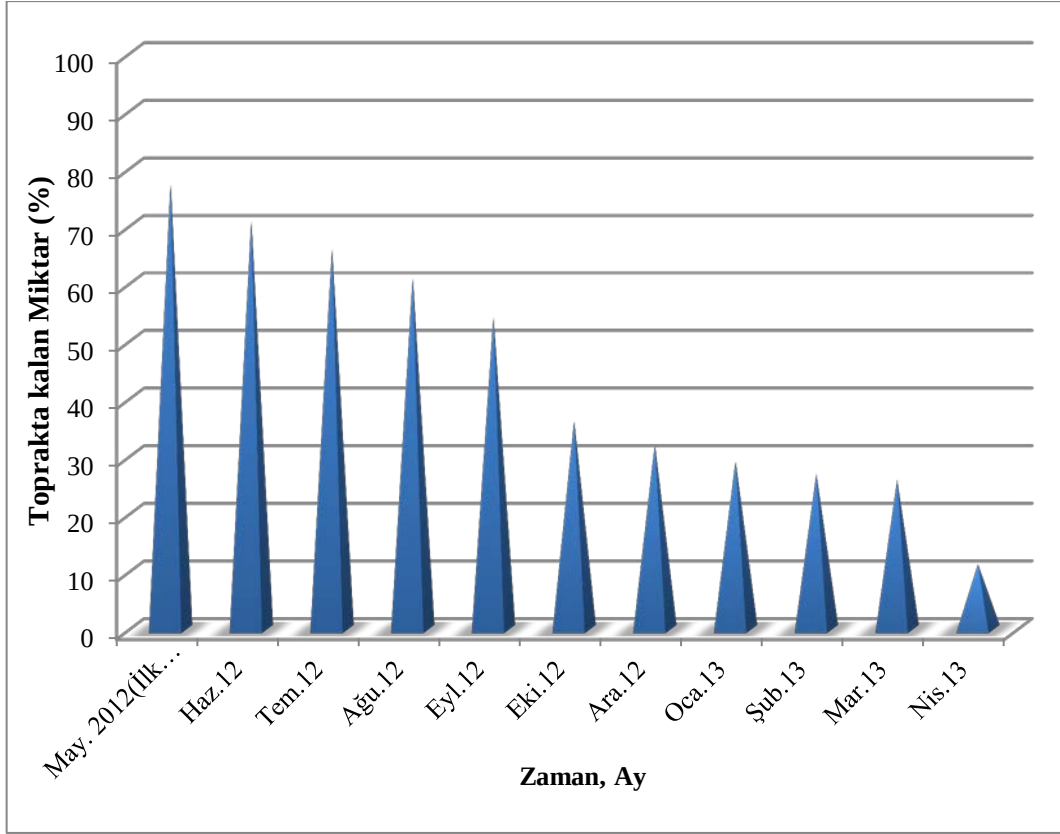
*: Aktif madde



Şekil 3.1 Trifluralin'in bir yıl boyunca topraktaki değişimi

Çizelge 3.2 Aklonifen için doğal süreçte elde edilen sonuçlar

Toprak Örneklerinin Alındığı Tarih	Aklonifen* (ng/g)	Toprakta Kalan Miktar (%)
Mayıs 2012	620,8	77,6
Haziran 2012	569,6	71,2
Temmuz 2012	530,4	66,3
Ağustos 2012	489,6	61,2
Eylül 2012	434,4	54,3
Ekim 2012	289,6	36,2
Aralık 2012	256,8	32,1
Ocak 2013	233,6	29,2
Şubat 2013	215,2	26,9
Mart 2013	207,2	25,9
Nisan 2013	90,4	11,3



Şekil 3.2 Aklonifen'in bir yıl boyunca topraktaki değişimi

3.2 Tarla Toprağındaki Bakteri ve Mantarların Tür Tayini Sonuçları

Tarla toprağında izole edilerek belirlenen bakteri türleri Çizelge 3.3'de mantar türleri ise Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Toprakta tanımlanan bakteri türleri ve doğruluk yüzdeleri

Bakteri Türleri	Doğruluk Yüzdesi
<i>Bacillus simplex</i>	99%
<i>Bacillus muralis</i>	99%
<i>Micrococcus luteus</i>	99%
<i>Micrococcus yunnannensis</i>	99%
<i>Bacillus megantherium</i>	99%

Çizelge 3.4 Mantar tanımlada kullanılan primerler, sekansları ve referansları

Mantar Türleri	Birinci Primer 5'-3' sekansı ve referans	İkincil Primer 5'-3' sekansı ve referans	BLASTN'a göre doğruluk yüzdesi
<i>Penicillium thrichoderma</i>	ITS3 GCATCGATGAAGAACGCAGC White vd. [176]	ITScnrv ATCCCTACCTGATCCGAGGTC Avcioğlu ve Dünder [169]	99%
<i>Penicillium simplicissimum</i>	ITS6 GAAGGTGAAGTCGTAACAA GG Cooke vd. [177]	ITScnrv ATCCCTACCTGATCCGAGGTC Avcioğlu ve Dünder [169]	99%
<i>Penicillium talaromyces</i>	ITS4 TCCTCCGCTTATTGATATGC White vd. [176]	ITS6 GAAGGTGAAGTCGTAACAAGG Cooke vd. [177]	94%
<i>Metacordyceps chlamydosporia</i>	ITS2 GAGACCGCCACTGTATTTCTG Avcioğlu ve Dünder [169]	ITS3 GCATCGATGAAGAACGCAGC White vd. [176]	96%
<i>Stachybotrys chartarum</i>	ITS1 TCCGTAGGTGAACCTGCGG White vd. [176]	ITScnrv ATCCCTACCTGATCCGAGGTC Avcioğlu ve Dünder [169]	96%
<i>Alternaria alternata</i>	ITS3 GCATCGATGAAGAACGCAGC White vd. [176]	ITScnrv ATCCCTACCTGATCCGAGGTC Avcioğlu ve Dünder [169]	99%

3.3 Biyoremediasyon Sonuçları

3.3.1 Sıvı Ortamda Yapılan Biyoremediasyon Sonuçları

Mantarların Aklonifen ve Trifluralin’li ortamda yapılan çalışmaların KOİ ve etken madde analiz sonuçları Çizelge 3.5’de, bakterilerle yapılan analiz sonuçları ise Çizelge 3.6’da verilmiştir. Aklonifen’li herbisitte *Metacordceps chlamydosporia* ve *Penicillium taloremyces*’ le yapılan deneysel çalışmanın günlük KOİ sonuçlarındaki değişim Şekil 3.3’de görülmektedir. *M. chlamydosporia* ve *P. simplicissimum*’un Trifluralin’li herbisit ortamında KOİ sonuçlarındaki değişimi ise Şekil 3.4’de verilmiştir. Bütün mantar türleri ile yapılan çalışmalardaki KOİ ve etken madde analiz sonuçlarındaki değişim ise Şekil 3.5’de verilmiştir.

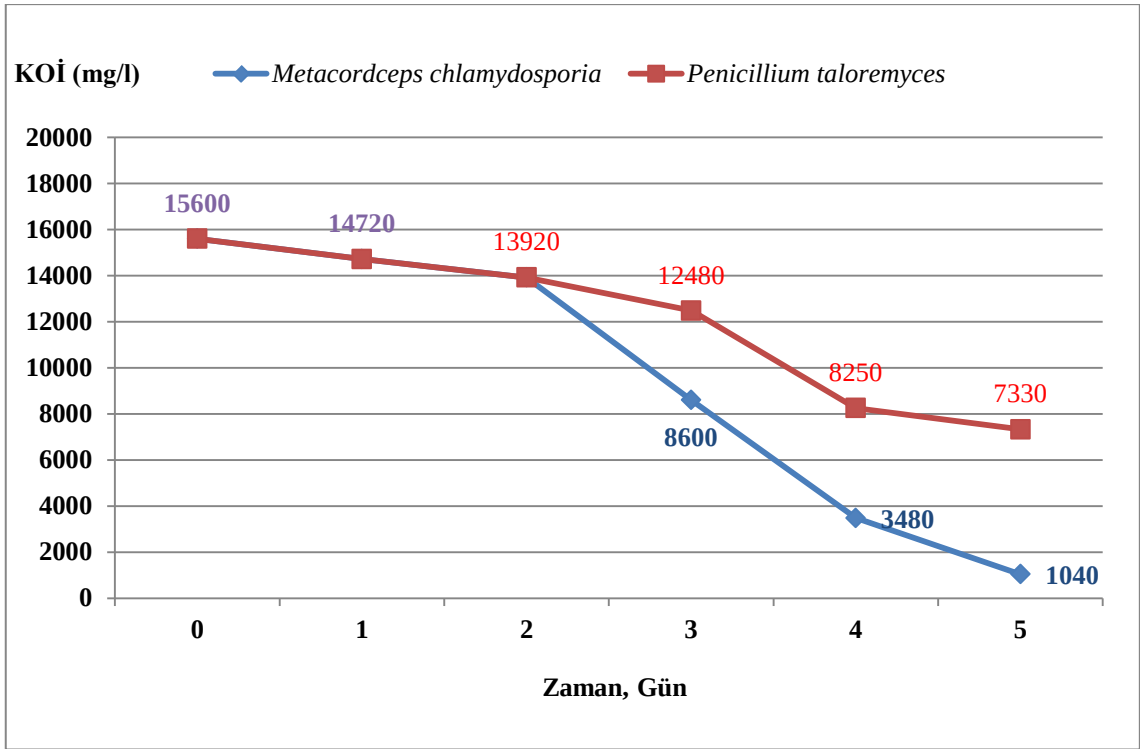
Aklonifen’li herbisitte *Micrococcus yuannesis* ve *Micrococcus luteus* bakterileriyle yapılan çalışmaların KOİ sonuçlarındaki değişim Şekil 3.6’da, *Basillus simplex* ve *Clostridium tetani*’nin Trifluralin’le yapılan çalışmanın KOİ sonuçlarındaki değişim ise Şekil 3.7’de bütün bakteri türlerinin 5 günlük süreçte yapılan KOİ ve etken madde bazlı analiz sonuçlarına dayanan giderim verimi değerleri ise Şekil 3.8’de verilmiştir.

Bunların yanında, mantarların ve bakterilerin ilavesiyle hazırlanan karışık kültürlerle yapılan giderim verimleri Çizelge 3.7’de, bu veriler ışığında bakteriler için oluşturulan grafik Şekil 3.9’da, mantarlar için Şekil 3.10’da, bakteri ve mantar karışımları için ise Şekil 3.11’de verilmiştir. KOİ ve TOK parametrelerinin ölçümüne dayanan Aklonifen’le yapılan çalışma sonuçları Çizelge 3.8’de, Trifluralin’le yapılan çalışma sonuçları ise Çizelge 3.9’da verilmiştir. Bakteri ve mantarların ayrı ayrı ve bunların hepsinin karışımlarıyla yapılan ve KOİ ölçümü ile izlenen Aklonifen’li ortamın giderim verimi sonuçları Şekil 3.12’de, Trifluralin’li ortam için ise Şekil 3.13’de verilmiştir.

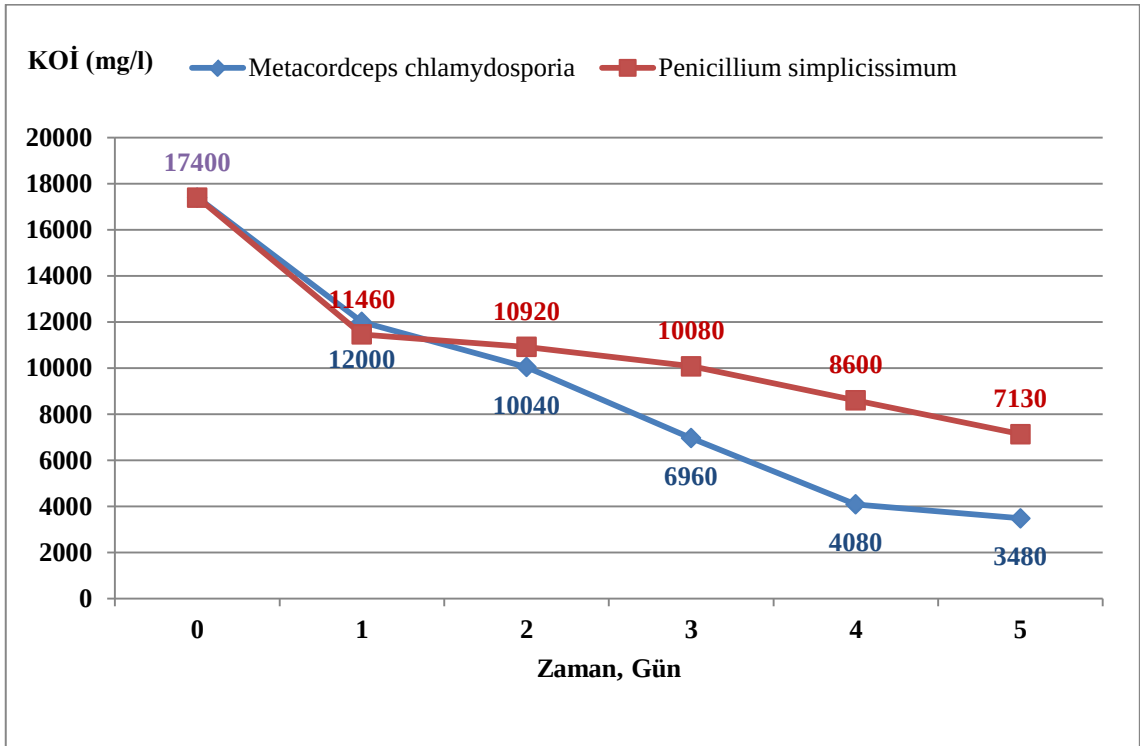
Aynı tip çalışmanın TOK analiz sonuçlarına dayanan Aklonifen’li ortama ait oluşturulan grafik Şekil 3.14’de Trifluralin’li ortam için ise Şekil 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Aklonifen ile Trifluralin'li ortamlarda mantarlarla yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve aktif madde sonuçları

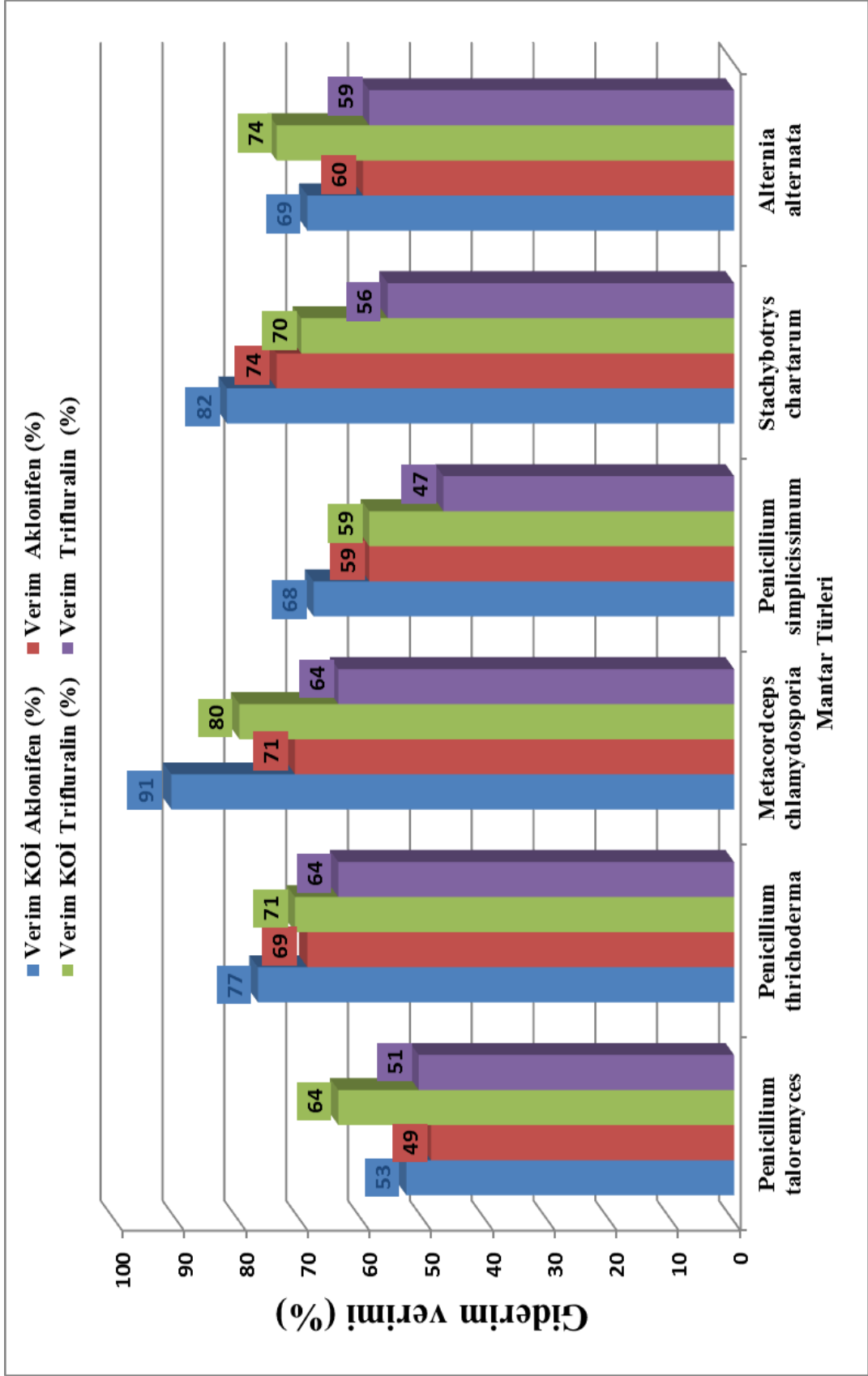
Mantar Türü	Gün	KOİ Aklonifen (mg/l)	KOİ Aklonifen (%)	Aklonifen* (mg/ml)	Aklonifen (%)	KOİ Trifluralin (mg/l)	KOİ Trifluralin (%)	Trifluralin* (mg/ml)	Trifluralin (%)
<i>Penicillium taloremyces</i>	0	15600	53	2,45	49	17400	64	2,35	51
	1	14720				15600			
	2	13920				13760			
	3	12480				12380			
	4	8250				10920			
	5	7330				6260			
<i>Penicillium thrichoderma</i>	0	15600	77	1,49	69	17400	71	1,73	64
	1	13920				13760			
	2	7330				8800			
	3	6880				6260			
	4	5160				5500			
	5	3590				5050			
<i>Metacordceps chlamydosporia</i>	0	15600	91	1,39	71	17400	80	1,73	64
	1	14720				12000			
	2	13920				10040			
	3	8600				6960			
	4	3480				4080			
	5	1040				3480			
<i>Penicillium simplicissimum</i>	0	15600	68	1,97	59	17400	59	2,54	47
	1	14720				11460			
	2	13920				10920			
	3	8600				10080			
	4	5440				8600			
	5	4990				7130			
<i>Stachybotrys chartarum</i>	0	15600	82	1,25	74	17400	70	2,11	56
	1	14720				13760			
	2	12480				12000			
	3	4680				10040			
	4	4620				5440			
	5	2800				5220			
<i>Alternia alternata</i>	0	15600	69	1,92	60	17400	74	1,97	59
	1	14720				13600			
	2	13920				10080			
	3	10290				6880			
	4	6880				5500			
	5	4840				4520			
*: Aktif madde									



Şekil 3.3 *M. chlamydosporia* ve *P. taloremyces*'in Aklonifen'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim



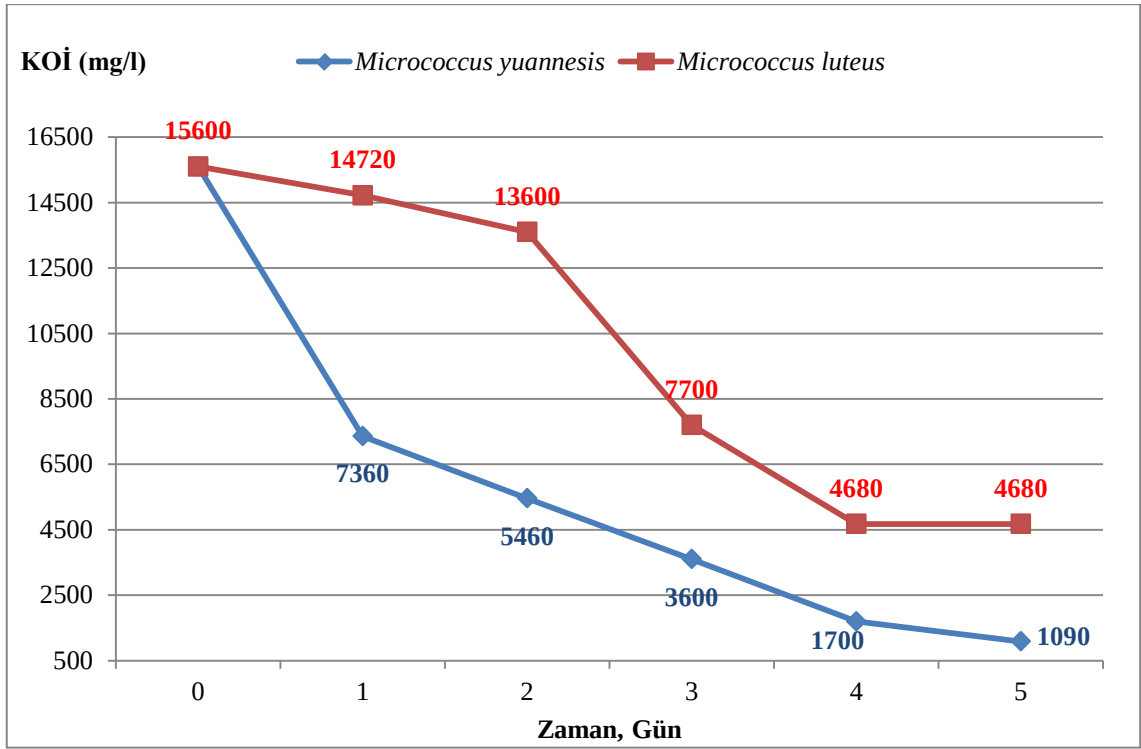
Şekil 3.4 *M. chlamydosporia* ve *P. simplicissimum*'un Trifluralin'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim



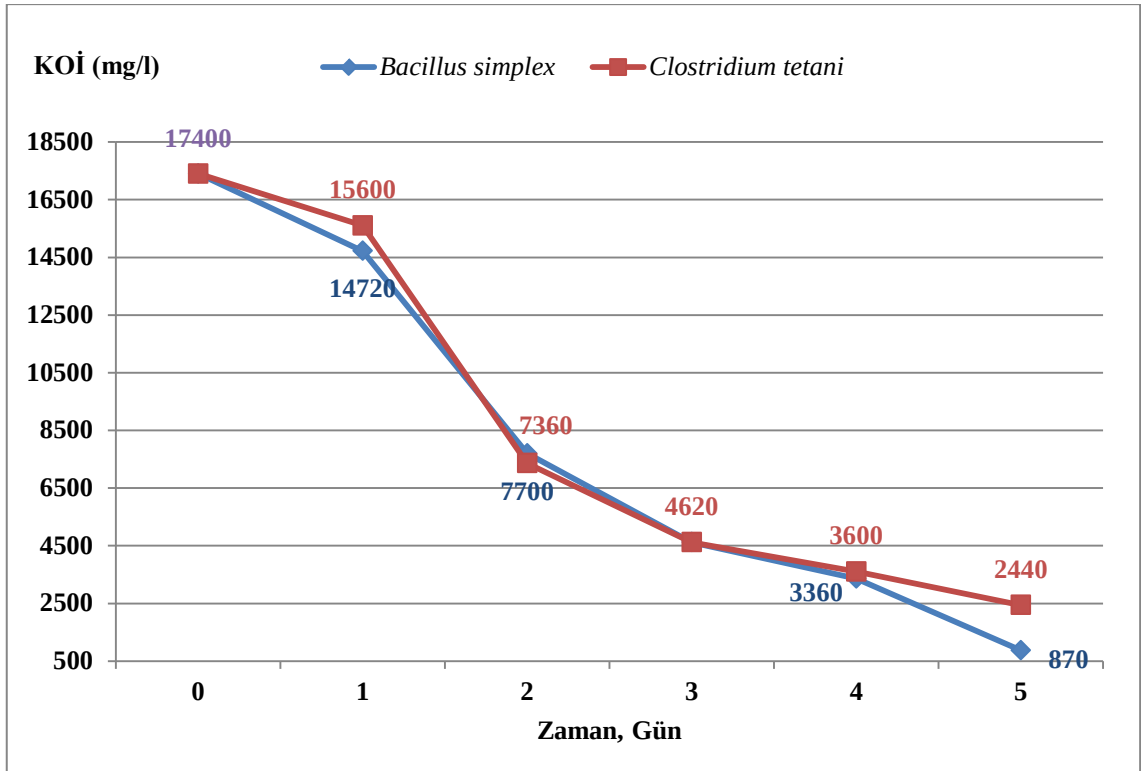
Şekil 3.5 Mantar türlerinin Aklonifen ve Trifluralin'li ortamda KOİ ve aktif madde sonuçlarına göre giderim verimleri

Çizelge 3.6 Aklonifen ile Trifluralin'li ortamlarda bakterilerle yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve aktif madde sonuçları

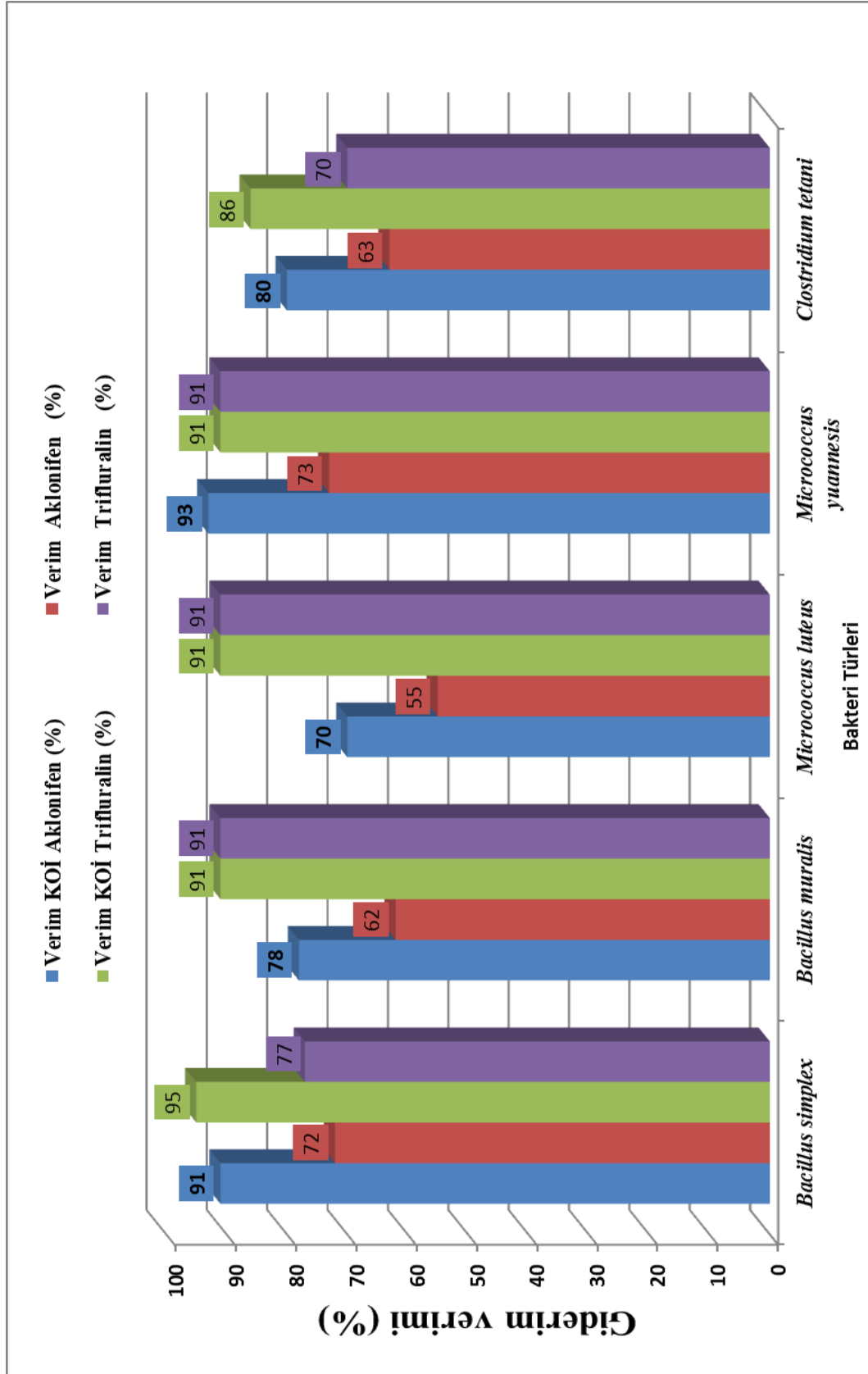
Bakteri Türü	Gün	KOİ Aklonifen (mg/l)	KOİ Aklonifen (%)	Aklonifen* (mg/ml)	Aklonifen (%)	KOİ Trifluralin (mg/l)	KOİ Trifluralin (%)	Trifluralin* (mg/ml)	Trifluralin (%)
Bacillus simplex	0	15600	91	1,68	72	17400	95	1,10	77
	1	13600				14720			
	2	6800				7700			
	3	3360				4620			
	4	1680				3360			
	5	1360				870			
Bacillus muralis	0	15600	78	2,28	62	17400	91	0,43	91
	1	14720				13600			
	2	13600				7700			
	3	7700				4620			
	4	4620				3600			
	5	3430				1570			
Micrococcus luteus	0	15600	70	2,7	55	17400	>91	0,43	91
	1	14720				15600			
	2	13600				7700			
	3	7700				7360			
	4	4680				1570			
	5	4680				<1570			
Micrococcus yuannesis	0	15600	93	1,62	73	17400	>91	0,43	91
	1	7360				14720			
	2	5460				6800			
	3	3600				3600			
	4	1700				1560			
	5	1090				<1560			
Clostridium tetani	0	15600	80	2,22	63	17400	86	1,44	70
	1	14040				15600			
	2	7700				7360			
	3	6160				4620			
	4	4620				3600			
	5	3120				2440			
*: Aktif madde									



Şekil 3.6 *Micrococcus yuannesis* ve *Micrococcus luteus*'un Aklonifen'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim



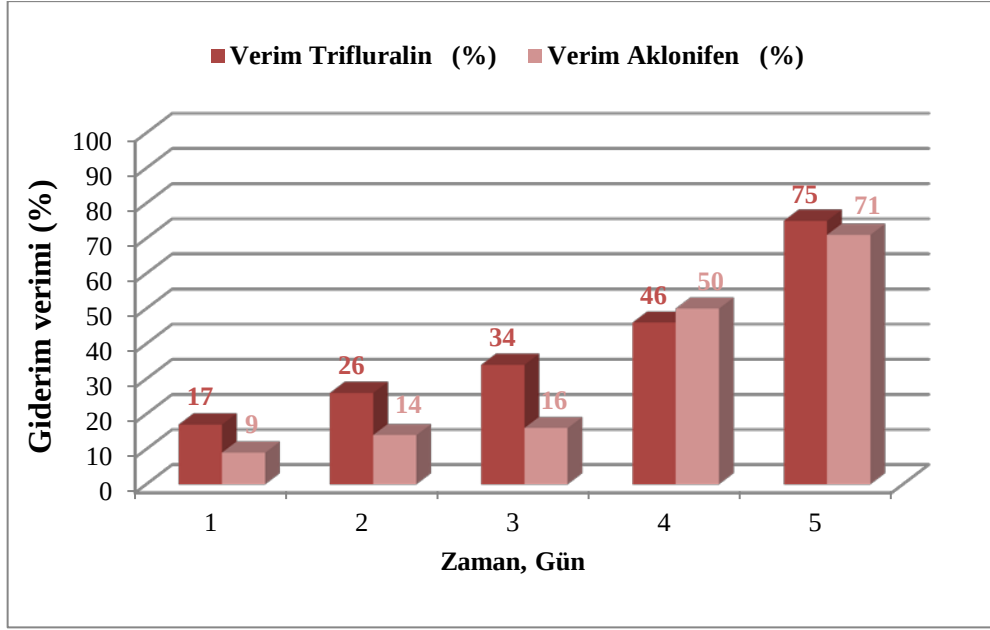
Şekil 3.7 *Bacillus simplex* ve *Clostridium tetani*'nin Trifluralin'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim



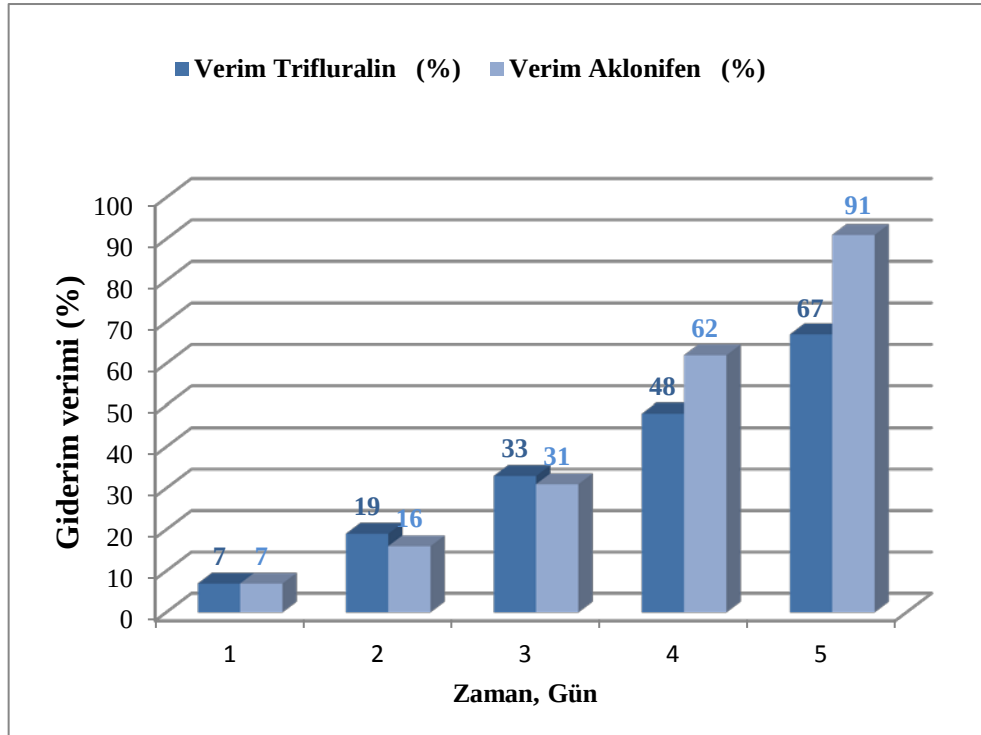
Şekil 3.8 Bakterilerin Aklonifen ve Trifluralin'li ortamda KOİ ve aktif madde sonuçlarına göre giderim verimleri

Çizelge 3.7 Karışık kültürlerin Trifluralin ve Aklonifen’de giderim verimleri

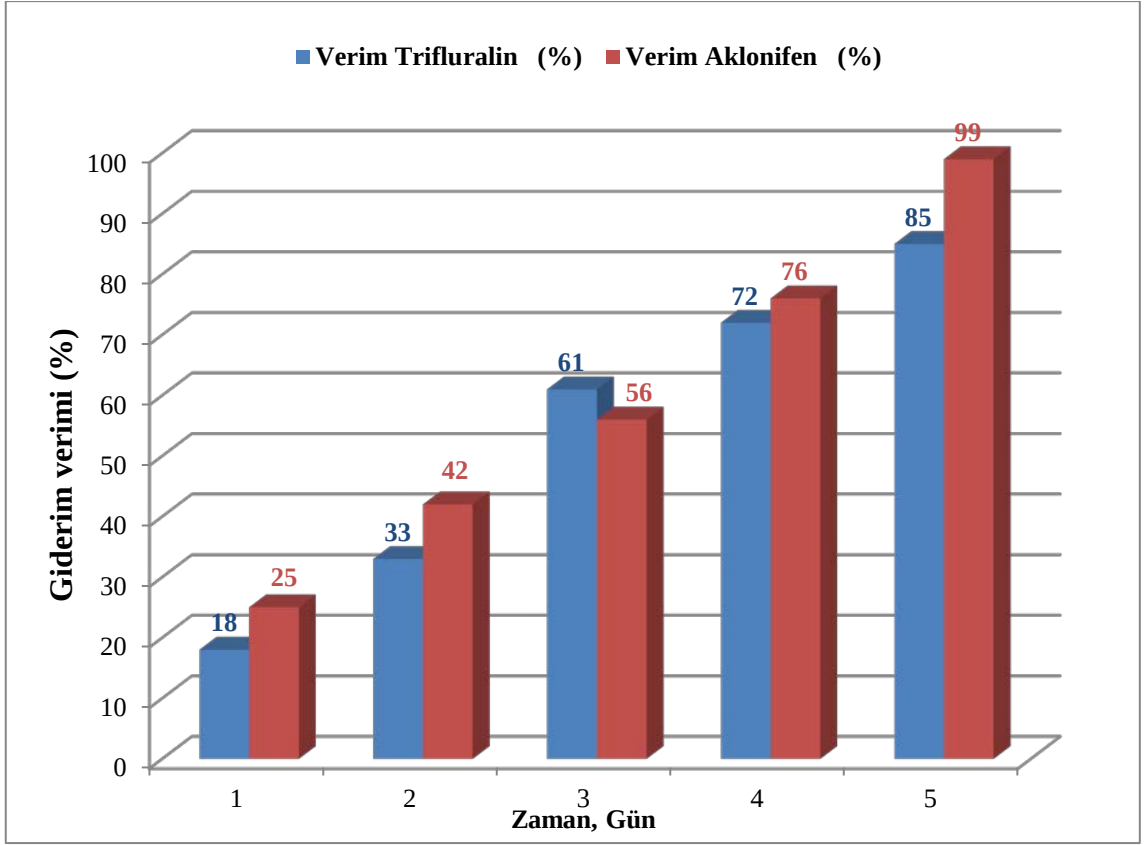
Numune Cinsi	Gün	Aklonifen* mg/ml	Aklonifen Giderim Verimi (%)	Trifluralin* mg/ml	Trifluralin Giderim Verimi (%)
Bakteri Karışımı	1	5,46	9	3,98	17
	2	5,16	14	3,55	26
	3	5,04	16	3,17	34
	4	3	50	2,6	46
	5	1,74	71	1,2	75
Mantar Karışımı	1	5,58	7	4,64	7
	2	5,04	16	3,89	19
	3	4,14	31	3,22	33
	4	2,28	62	2,5	48
	5	0,54	91	1,58	67
Bakteri + Mantar Karışımı	1	4,5	25	3,94	18
	2	3,48	42	3,22	33
	3	2,64	56	1,87	61
	4	1,44	76	1,34	72
	5	0,06	99	0,72	85
*: Aktif madde					



Şekil 3.9 Bakteri karışımı ortamda Aklonifen ve Trifluralin giderim verimi



Şekil 3.10 Mantar karışımı ortamda Aklonifen ve Trifluralin giderim verimi



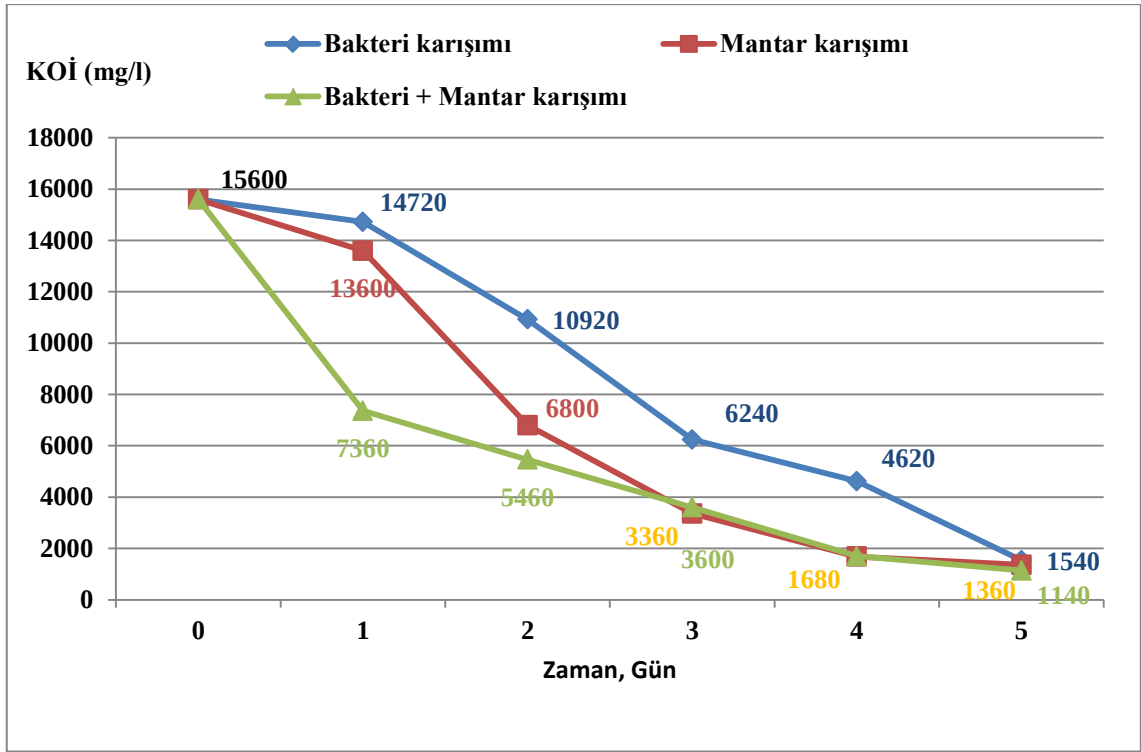
Şekil 3.11 Bakteri ve mantar karışımlarından oluşan ortamda Akonifen ve Trifluralin giderim verimi

Çizelge 3.8 Aklonifen’li ortamda bakteriler ve mantarlarla yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve TOK sonuçları

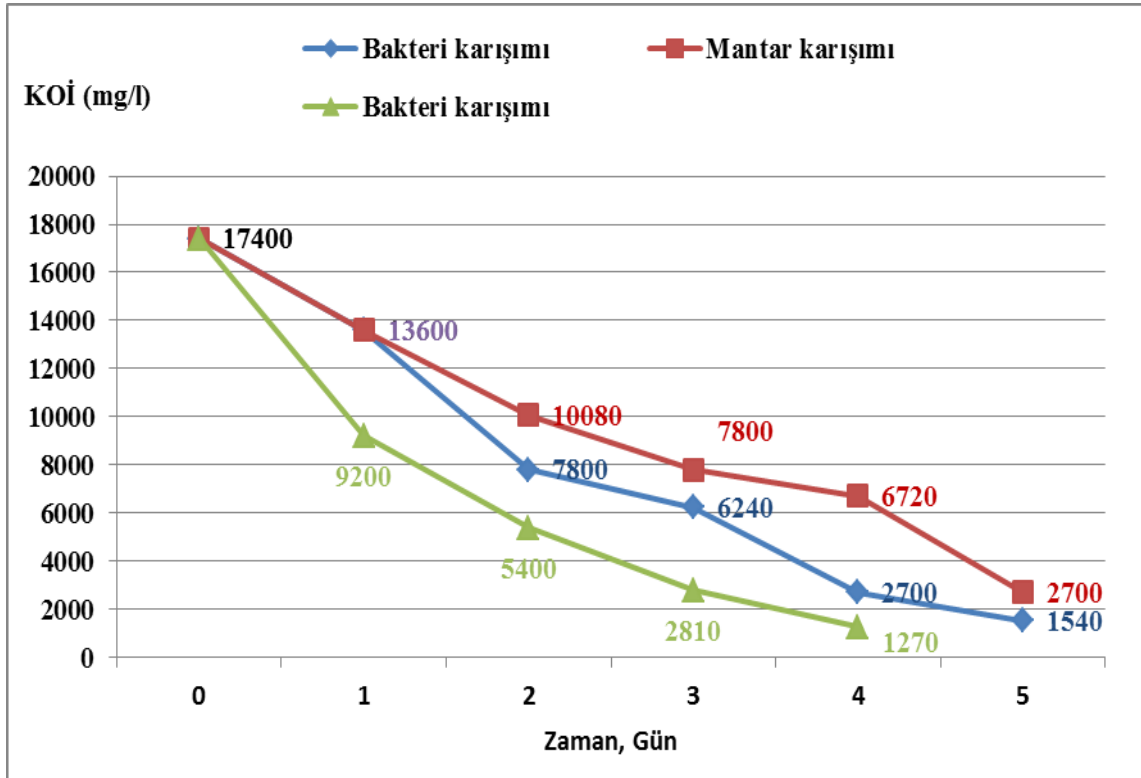
Numune Cinsi	Gün	KOİ (mg/lt)	KOİ Verim (%)	TOK (mg/lt)	TOK Verim (%)
Bakteri Karışımı	0	15600	0	7150	0
	1	14720	6	4720	34
	2	10920	30	3270	54
	3	6240	60	2120	70
	4	4620	71	1450	80
	5	1540	90	970	86
Mantar Karışımı	0	15600	0	7150	0
	1	13600	13	6100	15
	2	6800	57	4100	43
	3	3360	79	2860	60
	4	1680	90	1140	84
	5	1360	91	870	88
Bakteri + Mantar Karışımı	0	15600	0	7150	0
	1	7360	53	5210	27
	2	5460	65	4080	43
	3	3600	77	3110	57
	4	1700	89	1220	83
	5	1140	93	880	88

Çizelge 3.9 Trifluralin’li ortamda bakteriler ve mantarlarla yapılan deneysel çalışmanın KOİ ve TOK sonuçları

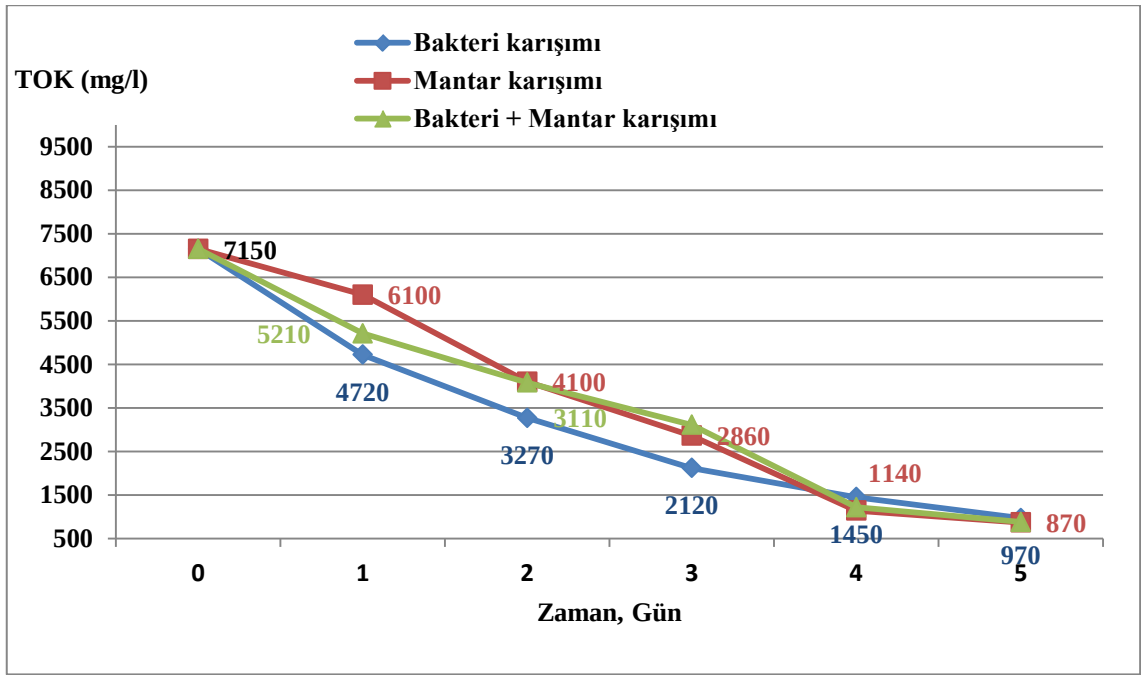
Numune Cinsi	Gün	KOİ (mg/ltr)	KOİ Verim (%)	TOK (mg/ltr)	TOK Verim (%)
Bakteri Karışımı	0	17400	0	10070	0
	1	13600	22	8630	14
	2	7800	55	4570	55
	3	6240	64	3210	68
	4	2700	84	1280	87
	5	1540	91	1030	90
Mantar Karışımı	0	17400	0	10070	0
	1	13600	22	7430	26
	2	10080	42	6280	38
	3	7800	43	3350	67
	4	6720	61	2300	77
	5	2700	84	1770	82
Bakteri + Mantar Karışımı	0	17400	0	10070	0
	1	9200	47	8230	18
	2	5400	69	7090	30
	3	2810	84	4550	55
	4	1270	93	1140	89
	5	<1270	>93	660	94



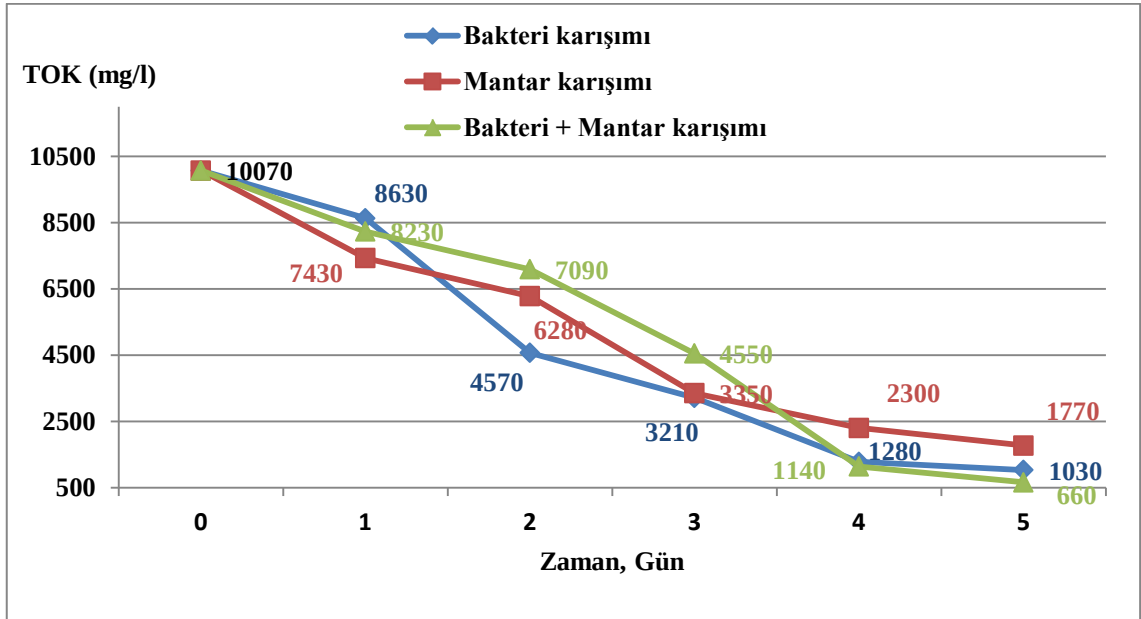
Şekil 3.12 Karışık kültürlerin Aklonifen'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim



Şekil 3.13 Karışık kültürlerin Trifluralin'li ortamda KOİ sonuçlarındaki değişim



Şekil 3.14 Karışık kültürlerin Aklonifen'li ortamda TOK sonuçlarındaki değişim



Şekil 3.15 Karışık kültürlerin Trifluralin'li ortamda TOK sonuçlarındaki değişim

3.3.2 Toprak Ortamında Yapılan Biyoremediasyon Çalışma Sonuçları

Trifluralin ve Aklonifen'li toprak ortamında karışık kültürlerle yapılan biyoremediasyon çalışmalarından elde edilen veriler, Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.10 Trifluralin’li toprak ortamında karışık kültürlerle yapılan deneysel çalışmanın aktif madde sonuçları

Hafta		Bakteri + Mantar Karışımı				Bakteri + Mantar Karışımı		
	Şahit	2ml	5 ml	10 ml	Şahit	2ml	5 ml	10 ml
	Giderim verimi (%)				Aktif madde konsantrasyonu (ng/g)			
1	10,7	13,8	17,8	46,3	2446,8	2361,9	2252,3	1471,4
2	12,6	21,6	41,0	49,1	2394,8	2148,2	1616,6	1394,7
3	17,6	30,5	67,1	73,7	2257,8	1904,3	901,5	720,6
4	21,6	36,7	77,7	80,8	2148,2	1734,4	611,0	526,1
5	26,9	48,5	86,1	96,9	2002,9	1411,1	380,9	84,9
6	33,6	56,8	90,1		1819,4	1183,7		
7	43,3	62,6			1553,6	1024,8		
8	54,2				1254,9			
9	66,6				915,2			

Çizelge 3.11 Aklonifen’li toprak ortamında karışık kültürlerle yapılan deneysel çalışmanın aktif madde sonuçları

Hafta	Bakteri + Mantar Karışımı				Bakteri + Mantar Karışımı			
	Şahit	2ml	5 ml	10 ml	Şahit	2ml	5 ml	10 ml
	Giderim verimi (%)				Konsantrasyon (ng/g)			
1	0,9	9,2	19,0	52,0	3399,1	3114,4	2778,3	1646,4
2	5,8	7,1	18,8	63,7	3231,1	3186,5	2785,2	1245,1
3	10,7	19,2	28,4	67,0	3063,0	2771,4	2455,9	1131,9
4	18,0	35,8	45,8	72,5	2812,6	2202,1	1859,1	943,3
5	25,8	48,7	55,5	82,9	2545,1	1759,6	1526,4	586,5
6	31,1	61,8	62,1	96,7	2363,3	1310,3	1300,0	113,2
7	37,4	62,5	68,7	96,9	2147,2	1286,3	1073,6	106,3
8	42,3	60,6	70,5	97,2	1979,1	1351,4	1011,9	96,0
9	49,3	61,1	71,1	99,4	1739,0	1334,3	991,3	20,6
10	53,4	64,9	69,5		1598,4	1203,9		
11	59,1				1402,9			
12	69,1				1059,9			

3.4 Adsorbsiyon ve Desorbsiyon Çalışmala Sonuçları

Adsorbsiyon ve desorbsiyon çalışmalarında kullanılan kontrol çözelti değerleri Çizelge 3.12’de, Aklonifen ve Trifluralin ile yapılan adsorbsiyon sonuçları ise Çizelge 3.13’ de verilmiştir. Bu çizelgede verilen sonuçlara dayanılarak çizilen grafikler Aklonifen için Şekil 3.16’da Trifluralin için ise Şekil 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Kontrol çözeltileri ve okunan değerler

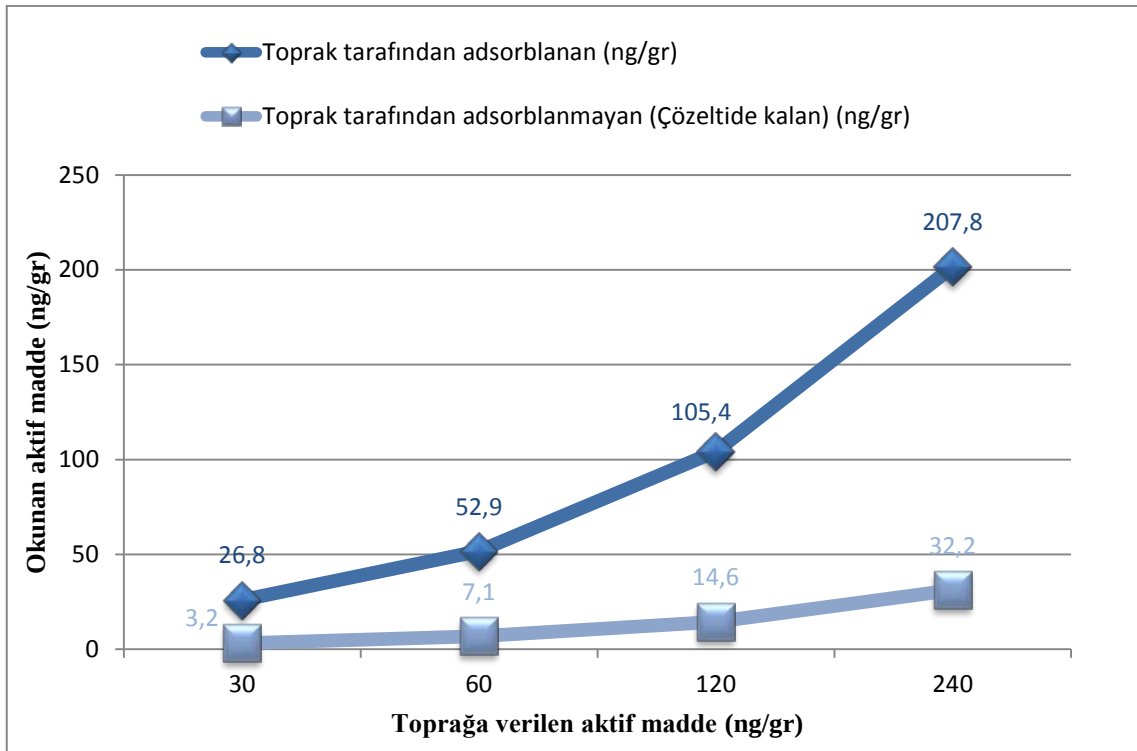
KONTROL ÇÖZELTİLERİ									
CaCl ₂ (ml)	Aklonifen çözeltisi		Deneye sokulan toplam hacim (ml)	Okunan değer (ng)	CaCl ₂ (ml)	Trifluralin çözeltisi		Deneye sokulan toplam hacim (ml)	Okunan değer (ng)
	ng/ml	ml				ng/ml	ml		
45	60	5	50	289,7	45	10	5	50	47,5
45	120	5	50	584,4	45	25	5	50	116,3
45	240	5	50	1182,5	45	50	5	50	245,6
45	480	5	50	2320,3	45	100	5	50	492,1

Çizelge 3.13 Aklonifen ve Trifluralin ile tarla toprağında yapılan adsorbsiyon çalışma sonuçları

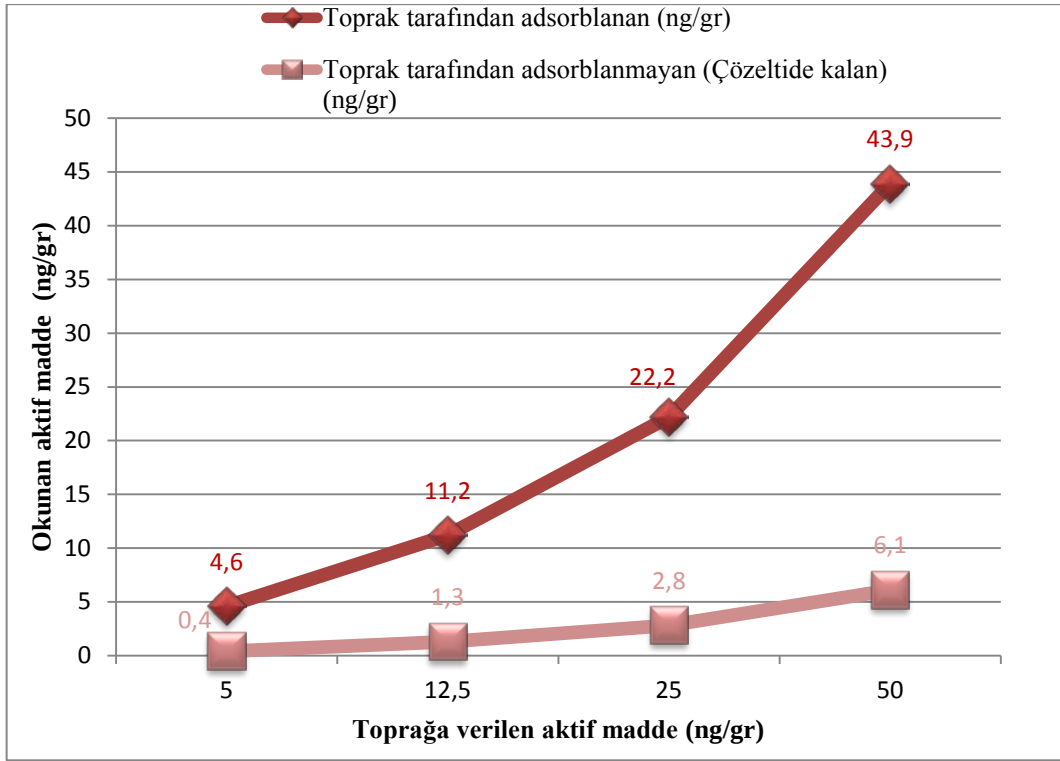
Kullanılan herbisit	Deneyde kullanılan toprak miktarı (g)	Deneye sokulan aktif madde (ng/g)	Adsorbsiyonla tutulan aktif madde (ng/g)	Adsorbsiyon la tutulan aktif madde (%)	Deney çözeltisinde kalan aktif madde (ng/g)	Deney çözeltisinde kalan aktif madde (%)
Aklonifen	10	30	26,8	3,2	89,4	10,6
		60	52,9	7,1	88,2	11,8
		120	105,4	14,6	87,8	12,2
		240	207,8	32,2	86,6	13,4

Çizelge 3.13 Aklonifen ve Trifluralin ile tarla toprağında yapılan adsorbsiyon çalışma sonuçları (devamı)

Trifluralin	10	5	4,6	0,4	91,3	8,7
		12,5	11,2	1,3	89,6	10,4
		25	22,2	2,8	88,9	11,1
		50	43,9	6,1	87,8	12,2



Şekil 3.16 Aklonifen ile yapılan adsorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim

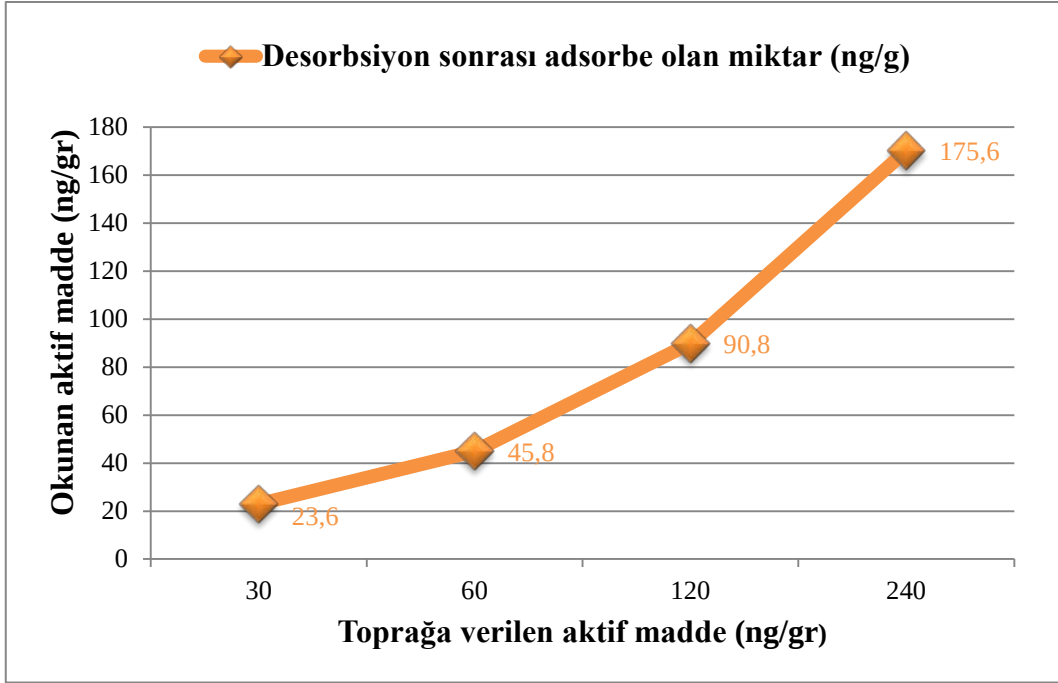


Şekil 3.17 Trifluralin ile yapılan adsorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim

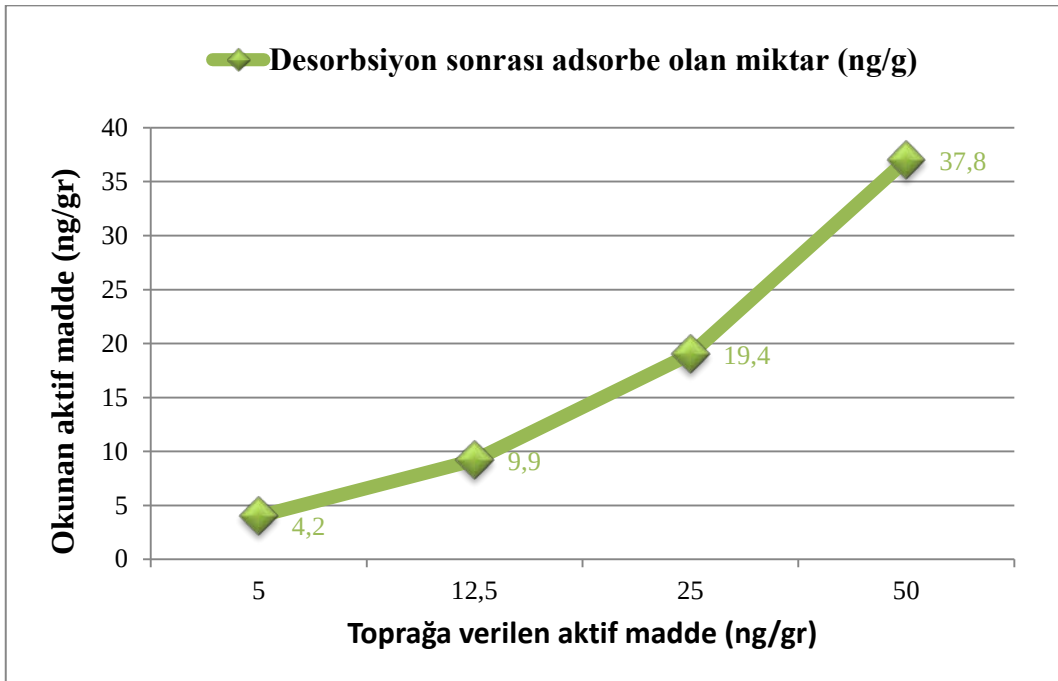
Çizelge 3.14 Aklonifen ve Trifluralin'e ait desorbsiyon sonuçları

Kullanılan herbisit	Deneye sokulan aktif madde (ng/g)	Adsorbsiyonla tutulan aktif madde (ng/g)	Desorbe olan aktif madde (ng/g)	Desorbsiyon sonrası adsorbe edilen miktar (ng)	Desorbsiyon (%)
Aklonifen	30	26,8	3,2	23,6	10,6
	60	52,9	7,1	45,8	11,8
	120	105,4	14,6	90,8	12,2
	240	207,8	32,2	175,6	13,4
Trifluralin	5	4,6	0,4	4,2	8,7
	12,5	11,2	1,3	9,9	10,4
	25	22,2	2,8	19,4	11,1
	50	43,9	6,1	37,8	12,2

Çizelge 3.14'deki verilerin şekillere yansımaları; desorbsiyon sonrası adsorbe edilen miktarları ve denge konsantrasyonunu da içererek Şekil 3.18 ve Şekil 3.19'da gösterilmiştir.



Şekil 3.18 Aklonifen ile yapılan desorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim



Şekil 3.19 Trifluralin ile yapılan desorbsiyon çalışması sonuçlarındaki değişim

3.5 Fotoliz Çalışmaları Sonuçları

Trifluralin ile karanlık ortamda yapılan fotoliz çalışması sonuçları Çizelge 3.15’de, gün ışığı ortamında yapılan çalışması sonuçları ise Çizelge 3.16’da verilmiştir. Bu veriler ışığında çizilen grafikler karanlık ortam için Şekil 3.20, gün ışığı ortamı için ise Şekil 3.21’de verilmiştir. Aklonifen ile karanlık ortamda yapılan fotoliz çalışması sonuçları sonuçları Çizelge 3.17’de, gün ışığı alan ortamda yapılan çalışması sonuçları ise Çizelge 3.18’de verilmiştir. Bu veriler ışığında çizilen grafikler karanlık ortam için Şekil 3.22’de, gün ışığı ortamı için ise Şekil 3.23’de verilmiştir.

Çizelge 3.15 Trifluralin’in karanlık ortamda, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları

Numune alma sıklığı (Haftalık)	Deneye sokulan aktif madde (ng/g)			Deneye sokulan aktif madde (ng/g)		
	1830 ng/g	2740 ng/g	27400ng/g	1830 ng/g	2740 ng/g	27400ng/g
	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu
	Aktif madde giderim verimi (%)			Aktif madde (ng/g)		
1	3,2	1,9	3,6	1771,4	2687,9	26413,6
2	3,3	2,7	4,9	1769,6	2666,0	26057,4
3	3,7	3,0	5,7	1762,3	2657,8	25838,2
4	4,1	3,4	7,0	1755,0	2646,8	25482,0
5	5,3	4,2	7,7	1733,0	2624,9	25290,2

Çizelge 3.15 Trifluralin'in karanlık ortamda, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları (devamı)

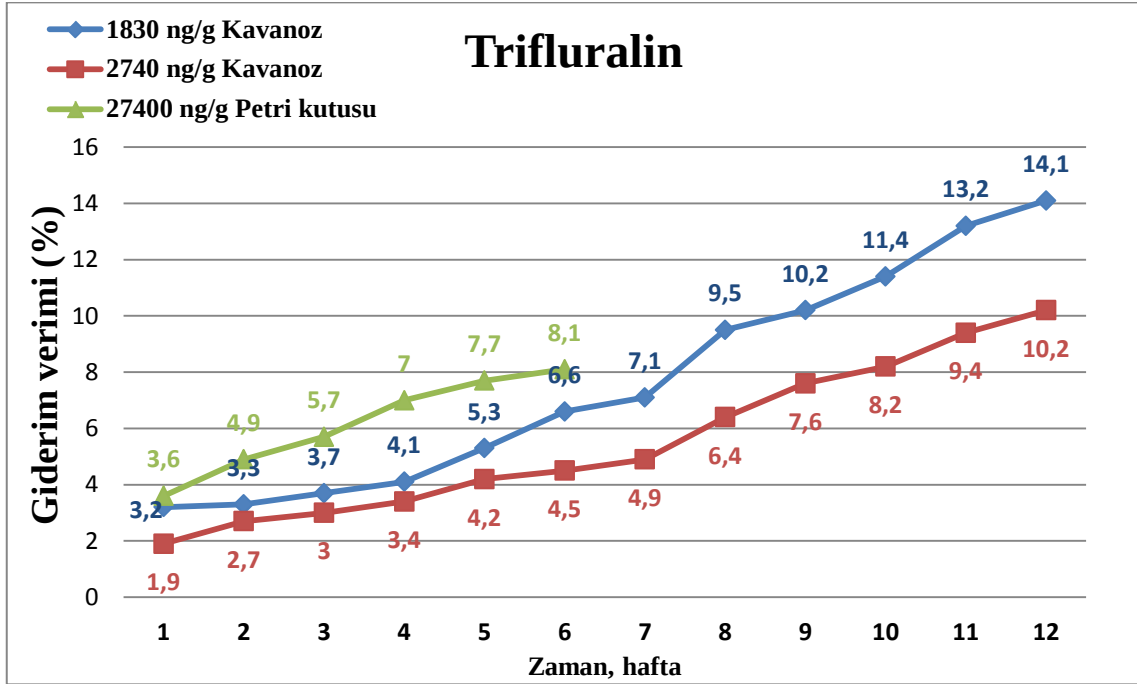
6	6,6	4,5	8,1	1709,2	2616,7	25180,6
7	7,1	4,9	-	1700,1	2605,7	
8	9,5	6,4	-	1656,2	2564,6	
9	10,2	7,6	-	1643,3	2531,8	
10	11,4	8,2	-	1621,4	2515,3	
11	13,2	9,4	-	1588,4	2482,4	
12	14,1	10,2	-	1572,0	2460,5	

Çizelge 3.16 Trifluralin'in gün ışığı ortamında, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları

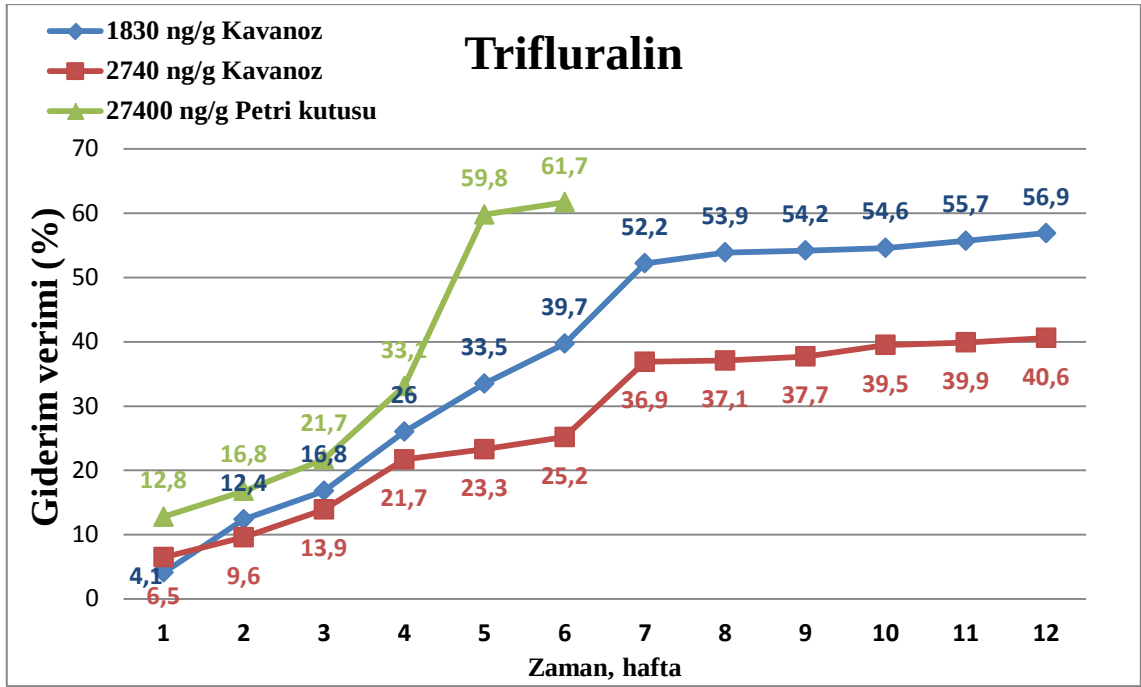
Numune alma sıklığı (Haftalık)	Deneye sokulan aktif madde (ng/g)			Deneye sokulan aktif madde (ng/g)		
	1830 ng/g	2740 ng/g	27400ng/g	1830 ng/g	2740 ng/g	27400ng/g
	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu
	Aktif madde giderim verimi (%)			Aktif madde (ng/g)		
1	4,1	6,5	12,8	1755,0	2561,9	23892,8
2	12,4	9,6	16,8	1603,1	2477,0	22796,8
3	16,8	13,9	21,7	1522,6	2359,1	21454,2
4	26,0	21,7	33,1	1354,2	2145,4	18330,6
5	33,5	23,3	59,8	1217,0	2101,6	11014,8

Çizelge 3.16 Trifluralin'in gün ışığı ortamında, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları (devamı)

6	39,7	25,2	61,7	1103,5	2049,5	10494,2
7	52,2	36,9	-	874,7	1728,9	-
8	53,9	37,1	-	843,6	1723,5	-
9	54,2	37,7	-	838,1	1707,0	-
10	54,6	39,5	-	830,8	1657,7	-
11	55,7	39,9	-	810,7	1646,7	-
12	56,9	40,6	-	788,7	1627,6	-



Şekil 3.20 Karanlık ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi



Şekil 3.21 Gün ışığı alan ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi

Çizelge 3.17 Aklonifen'in karanlık ortamda, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları

Numune alma sıklığı (Haftalık)	Deneye sokulan aktif madde (ng/g)			Deneye sokulan aktif madde (ng/g)		
	2290 ng/g	3430 ng/g	34300ng/g	2290 ng/g	3430 ng/g	34300ng/g
	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu
	Karanlık ortamdaki giderim verimi (%)			Konsantrasyon (ng/g)		
1	7,7	6,3	3,6	2113,7	3213,91	33065,2
2	11,8	9,9	4,9	2019,8	3090,43	32619,3
3	14,2	11,5	5,7	1964,8	3035,55	32344,9

Çizelge 3.17 Aklonifen'in karanlık ortamda, tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları (devamı)

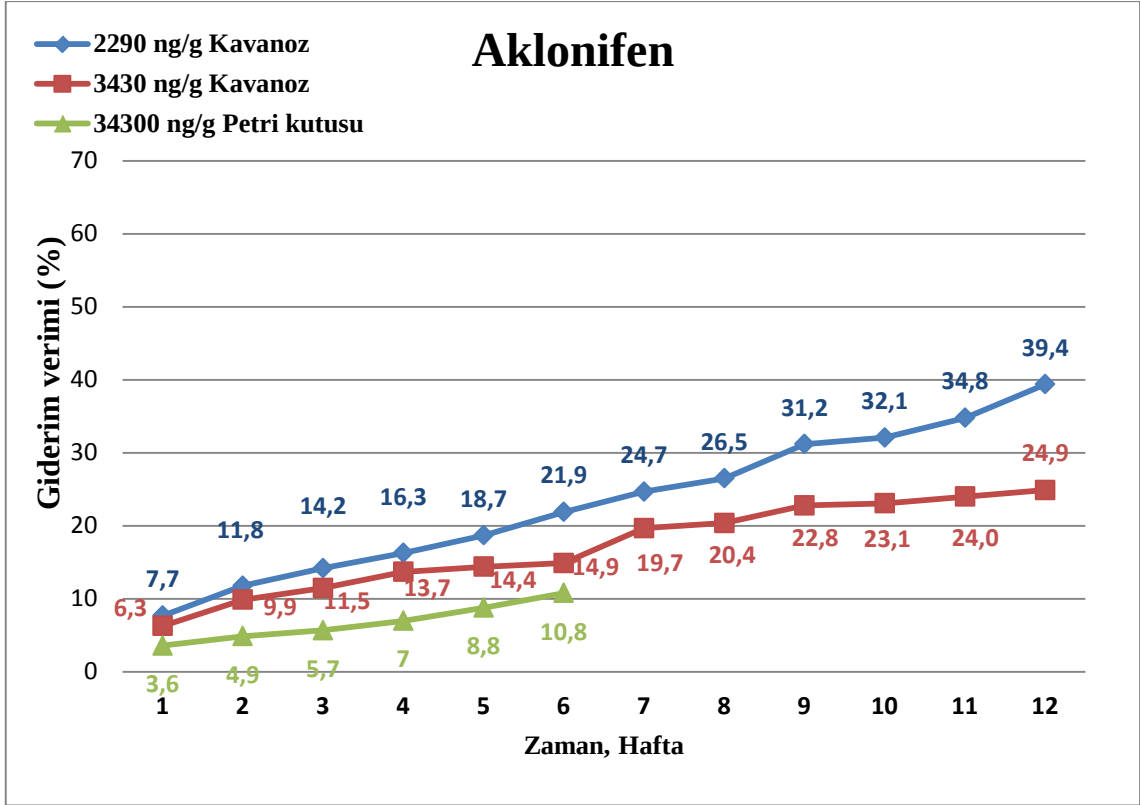
4	16,3	13,7	7,0	1916,7	2960,09	31899
5	18,7	14,4	8,8	1861,8	2936,08	31281,6
6	21,9	14,9	10,8	1788,5	2918,93	30595,6
7	24,7	19,7	-	1724,4	2754,29	-
8	26,5	20,4	-	1683,2	2730,28	-
9	31,2	22,8	-	1575,5	2647,96	-
10	32,1	23,1	-	1554,9	2637,67	-
11	34,8	24,0	-	1493,1	2606,8	-
12	39,4	24,9	-	1387,7	2575,93	-

Çizelge 3.18 Aklonifen'in gün ışığı ortamında tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları

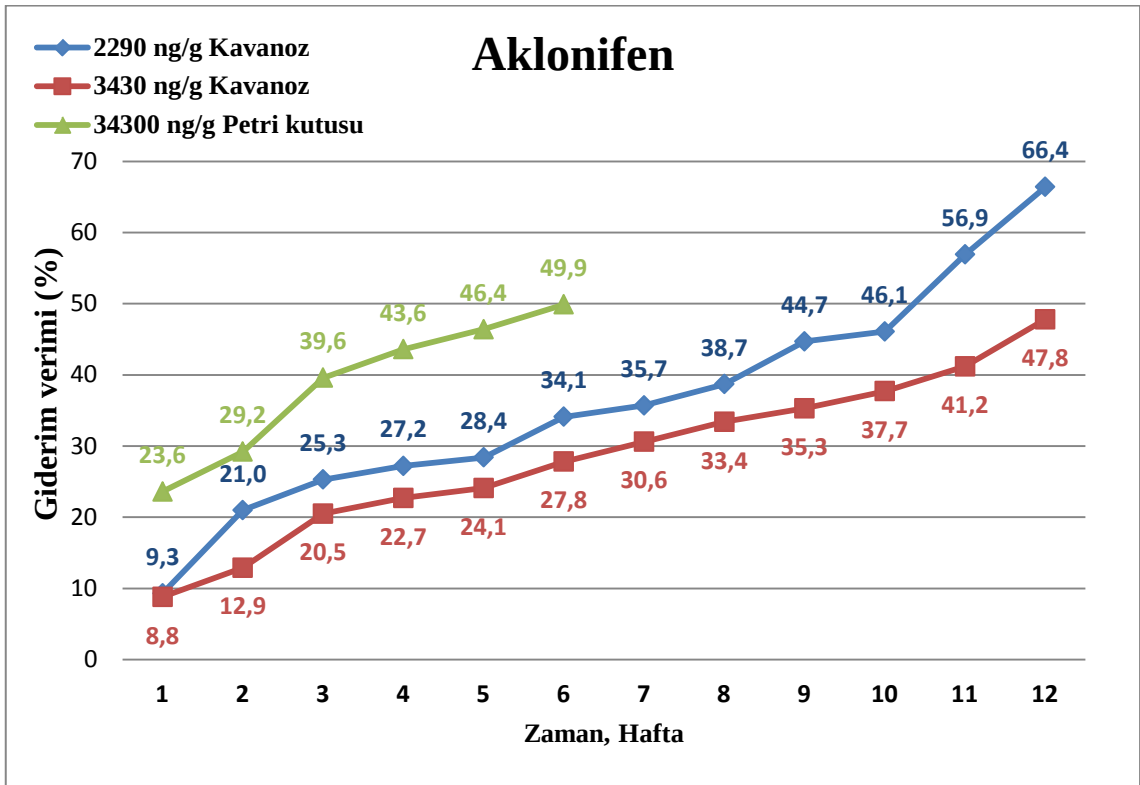
Numune alma sıklığı (Haftalık)	Deneye sokulan aktif madde (ng/g)			Deneye sokulan aktif madde (ng/g)		
	2290 ng/g	3430 ng/g	34300ng/g	2290 ng/g	3430 ng/g	34300ng/g
	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu	Kavanoz	Kavanoz	Petri kutusu
	Gün ışığındaki giderim verimi (%)			Konsantrasyon (ng/g)		
1	9,3	8,8	23,6	3111,0	3128,2	26205,2

Çizelge 3.18 Aklonifen'in gün ışığı ortamında tarla toprağında yapılan fotoliz çalışma sonuçları (devamı)

2	21,0	12,9	29,2	2709,7	2987,5	24284,4
3	25,3	20,5	39,6	2562,2	2726,9	20717,2
4	27,2	22,7	43,6	2497,0	2651,4	19345,2
5	28,4	24,1	46,4	2455,9	2603,4	18384,8
6	34,1	27,8	49,9	2260,4	2476,5	17184,3
7	35,7	30,6	-	2205,5	2380,4	-
8	38,7	33,4	-	2102,6	2284,4	-
9	44,7	35,3	-	1896,8	2219,2	-
10	46,1	37,7	-	1848,8	2136,9	-
11	56,9	41,2	-	1478,3	2016,8	-
12	66,4	47,8	-	1152,5	1790,5	-



Şekil 3.22 Karanlık ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi



Şekil 3.23 Gün ışığı alan ortamda yapılan fotoliz çalışmasında aktif madde değişimi

3.6 Aklonifen’li ve Trifluralin’li Kùltür Ortamlarında Mikrobiyal Aktivitenin Bulanıklık ve Popùlasyon Artışı ile İzlenmesinin Deneysel Sonuçları

Aklonifen’li ve Aklonifen’siz ortamlarda bakteri ve mantar türleri ile yapılan deneysel çalışma sonuçları Çizelge 3.19’da, Aklonifen’li ve Aklonifen’siz kùltür ortamında bakteri ve mantarların karışık kùltürleriyle yapılan çalışma sonuçları Çizelge 3.20’de verilmiştir. Trifluralin’li ve Trifluralin’siz ortamlarda bakteri ve mantar türleri ile yapılan deneysel çalışma sonuçları Çizelge 3.21’de, karışık kùltürlerle yapılan çalışma sonuçları ise Çizelge 3.22’de verilmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak oluşturulan grafikler ise sırasıyla Şekil 3.24 – Şekil 3.37 arasında verilmiştir.

Çizelge 3.19 Aklonifen’li ve Aklonifen’siz kùltür ortamında bakteri ve mantarlardaki birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları

Mikroorganizma Türü	Aklonifen’li Kùltür Ortamı			Aklonifen’siz Kùltür Ortamı		
	Zaman(dk)	NTU	N x10 ⁹ ml ⁻¹	Zaman(dk)	Şahit NTU	Şahit N x10 ⁹ ml ⁻¹
<i>Micrococcus yuannesis</i>	0	0,116	0,53	0	0	0,02
	10	0,135	0,60	10	0,016	0,05
	15	0,139	0,63	15	0,073	0,09
	20	0,288	0,65	20	0,094	0,24
	25	1,2	1,81	25	0,137	0,62
	30	1,304	2,01	30	0,271	0,87
	60	1,369	2,27	60	0,471	1,13
	70	1,503	2,29	70	0,662	1,74
	75	1,726	2,44	75	0,669	1,88

Çizelge 3.19 Aklonifen’li ve Aklonifen’siz kültür ortamında bakteri ve mantarlardaki birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları (devamı)

<i>Micrococcus luteus</i>	0	0,002	0,43	0	0,011	0,01
	15	0,003	0,44	15	0,024	0,03
	30	0,004	0,46	30	0,028	0,04
	45	0,005	0,51	45	0,034	0,07
	60	0,007	0,89	60	0,139	0,12
	75	0,01	1,07	75	0,157	1,18
	90	0,016	1,33	90	0,169	1,31
	105	0,018	1,68	105	0,194	1,44
	120	0,019	2,04	120	0,206	1,88
<i>Metacordceps chlamydosporia</i>	0	0,081	0,01	0	0,003	0,01
	40	0,124	0,04	40	0,003	0,01
	45	0,371	0,07	45	0,009	0,02
	50	0,522	0,21	50	0,015	0,02
	55	0,641	0,48	55	0,022	0,03
	60	0,773	1,31	60	0,028	0,04
<i>Penicillium taloromyces</i>	0	0,001	0,002	0	0,001	0,01
	5	0,002	0,04	5	0,001	0,02
	10	0,003	0,05	10	0,004	0,07
	15	0,004	0,06	15	0,006	0,08
	20	0,007	0,07	20	0,009	0,08
	25	0,017	0,09	25	0,013	0,11
	30	0,025	0,13	30	-	-

NTU:National Turbidity Unit

Çizelge 3.20 Aklonifen’li ve Aklonifen’siz kültür ortamında karışık kültürlerde birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları

Mikroorganizma Türü	Aklonifen’li Kültür Ortamı			Aklonifen’siz Kültür Ortamı		
	Zaman (dk)	Bulanıklık (NTU)	Koloni sayısı $\times(10^9 \text{ ml}^{-1})$	Zaman (dk)	Bulanıklık (NTU)	Koloni sayısı $\times(10^9 \text{ ml}^{-1})$
Bakteri karışımı	0	0,001	0,36	0	0,01	0,13
	10	0,001	0,4	10	0,002	0,27
	15	0,002	0,42	15	0,005	0,41
	20	0,002	0,48	20	0,012	0,6
	25	0,003	0,74	25	0,039	0,82
	30	0,005	0,83	30	0,099	0,91
	60	0,012	0,95	-	-	-
	70	0,039	1,51	-	-	-
	75	0,099	2,12	-	-	-
Mantar karışımı	0	0,003	0,02	0	0,001	0,01
	5	0,005	0,03	5	0,002	0,01
	10	0,006	0,03	10	0,004	0,02
	15	0,009	0,07	15	0,008	0,05
	20	0,021	0,25	20	0,009	0,24
	25	0,121	0,38	25	0,021	0,28
	30	0,135	0,67	30	0,025	0,39

Çizelge 3.20 Aklonifen’li ve Aklonifen’siz kültür ortamında karışık kültürlerde birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları (devamı)

Bakteri+Mantar karışımı	0	0,001	0,07	0	0,003	0,01
	5	0,003	0,34	5	0,004	0,02
	10	0,005	0,35	10	0,008	0,1
	15	0,03	0,67	15	0,011	0,17
	20	0,083	1,13	20	0,013	0,22
	25	0,171	1,42	25	0,017	0,41
	30	0,273	2,08	30	0,028	0,53

Çizelge 3.21 Trifluralin’li ve Trifluralin’siz kültür ortamında bakteri ve mantarlardaki birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları

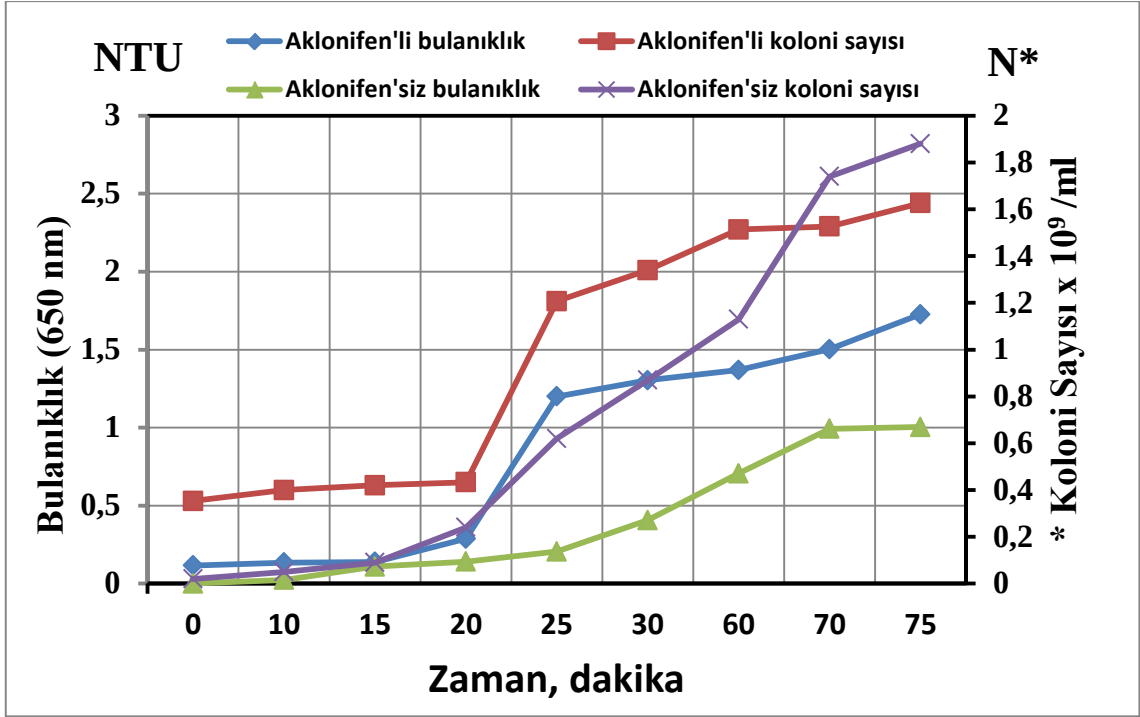
Mikroorganizma Türü	Trifluralin’li Kültür Ortamı			Trifluralinsiz Kültür Ortamı		
	Zaman (dk)	Bulanıklık (NTU)	Koloni sayısı x(10⁹ ml⁻¹)	Zaman (dk)	Bulanıklık (NTU)	Koloni sayısı x (10⁹ ml⁻¹)
<i>Basillus simplex</i>	0	0,016	0,09	0	0,002	0,02
	135	0,027	0,14	5	0,015	0,07
	150	0,041	0,27	10	0,061	0,19
	165	0,094	0,49	15	0,133	0,54
	180	1,253	0,83	20	0,371	0,61
	195	1,461	2,16	25	0,407	0,77

Çizelge 3.21 Trifluralin’li ve Trifluralin’siz kültür ortamında bakteri ve mantarlardaki birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları (devamı)

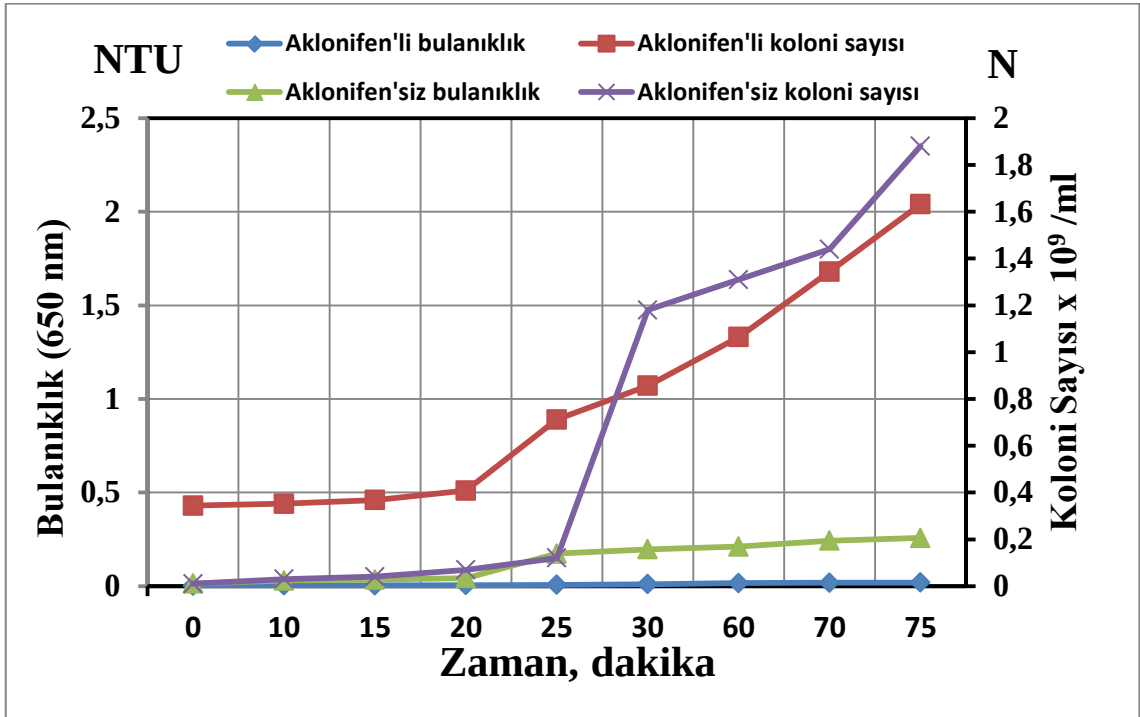
<i>Clostridium tetani</i>	0	0,001	0,04	0	0,001	0,03
	75	0,001	0,05	5	0,001	0,05
	80	0,005	0,13	10	0,004	0,13
	85	0,012	0,21	15	0,009	0,21
	90	0,028	1,2	20	0,043	0,39
	95	0,036	1,89	25	0,119	0,92
	100	0,065	2,21	-	-	-
<i>Metacordyceps chlamydosporia</i>	0	0,001	0,01	0	0,003	0,01
	30	0,001	0,02	10	0,004	0,02
	40	0,003	0,03	15	0,009	0,03
	45	0,005	0,05	30	0,015	0,04
	50	0,014	0,07	40	0,022	0,05
	55	0,037	0,15	45	0,028	0,06
		-	-	50	0,039	0,08
<i>Penicillium simplicissimum</i>	0	0,002	0,01	0	0,004	0,01
	15	0,003	0,02	15	0,006	0,03
	30	0,009	0,03	30	0,018	0,04
	45	0,014	0,04	45	0,039	0,05
	55	0,017	0,11	55	0,046	0,09
	60	0,029	0,15	60	0,077	0,14

Çizelge 3.22 Trifluralin’li ve Trifluralin’siz kültür ortamında karışık kültürlerde birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile izleme sonuçları

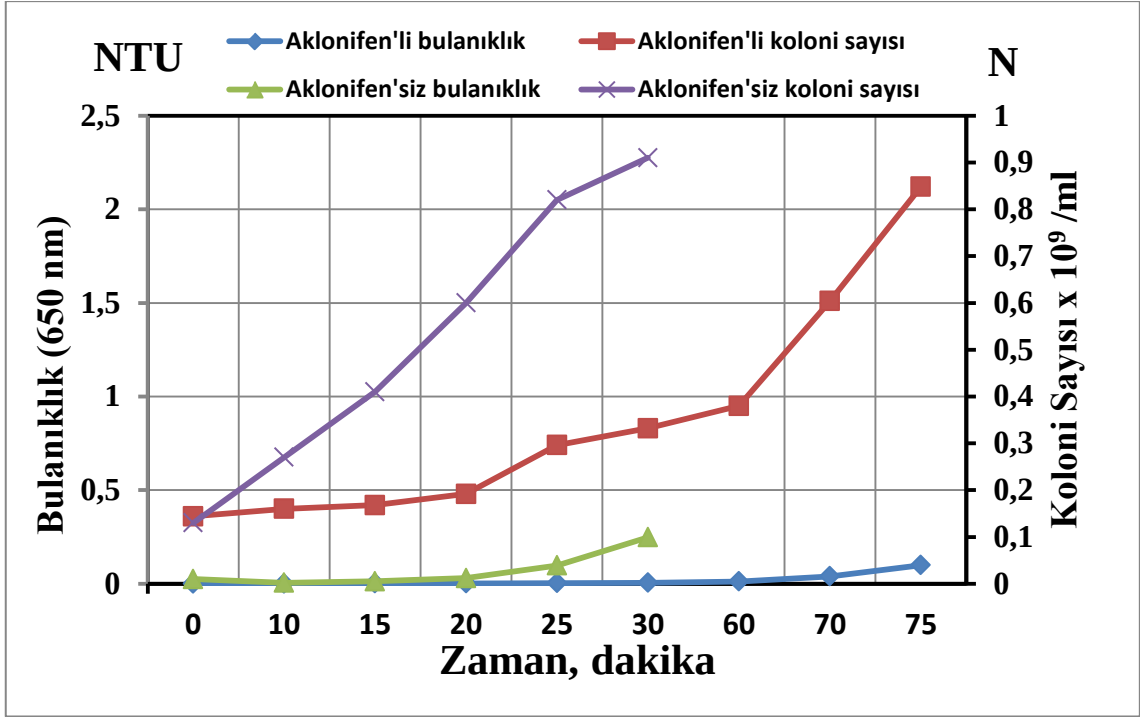
Mikroorganizma Türü	Trifluralin’li Kültür Ortamı			Trifluralinsiz Kültür Ortamı		
	Zaman(dk)	Bulanıklık (NTU)	Koloni sayısı x (10^9 ml^{-1})	Zaman(dk)	Bulanıklık (NTU)	Koloni sayısı x (10^9 ml^{-1})
Bakteri karışımı	0	0,001	0,46	0	0,005	0,22
	10	0,002	0,56	10	0,007	0,36
	15	0,002	0,61	15	0,011	0,49
	20	0,003	0,78	20	0,032	0,77
	25	0,004	0,91	25	0,064	1,34
	30	0,006	1,17	30	0,118	2,11
	60	0,019	1,43	-	-	-
	70	0,031	1,93	-	-	-
	75	0,083	2,63	-	-	-
Mantar karışımı	0	0,008	0,07	0	0,002	0,02
	5	0,009	0,11	5	0,003	0,03
	10	0,011	0,14	10	0,008	0,05
	15	0,020	0,21	15	0,011	0,08
	35	0,035	0,53	35	0,021	0,31
	40	0,098	0,67	40	0,036	0,43
	45	1,140	1,12	45	0,054	0,56
Bakteri+Mantar karışımı	0	0,05	0,09	0	0,005	0,04
	5	0,06	0,15	5	0,011	0,09
	10	0,08	0,48	10	0,043	0,21
	15	0,09	0,98	15	0,076	0,37
	35	0,116	1,54	35	0,099	0,76
	40	0,208	2,11	40	0,115	0,89
	45	0,341	2,32	45	0,228	1,05



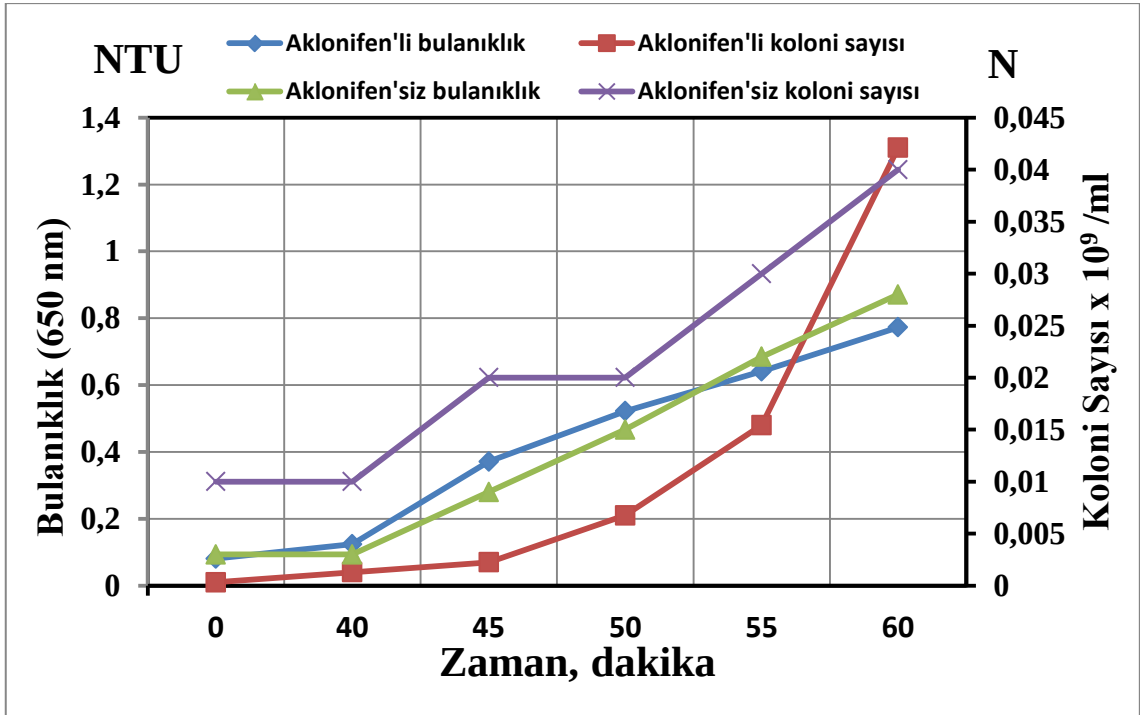
Şekil 3.24 *Micrococcus yuannensis*'in Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



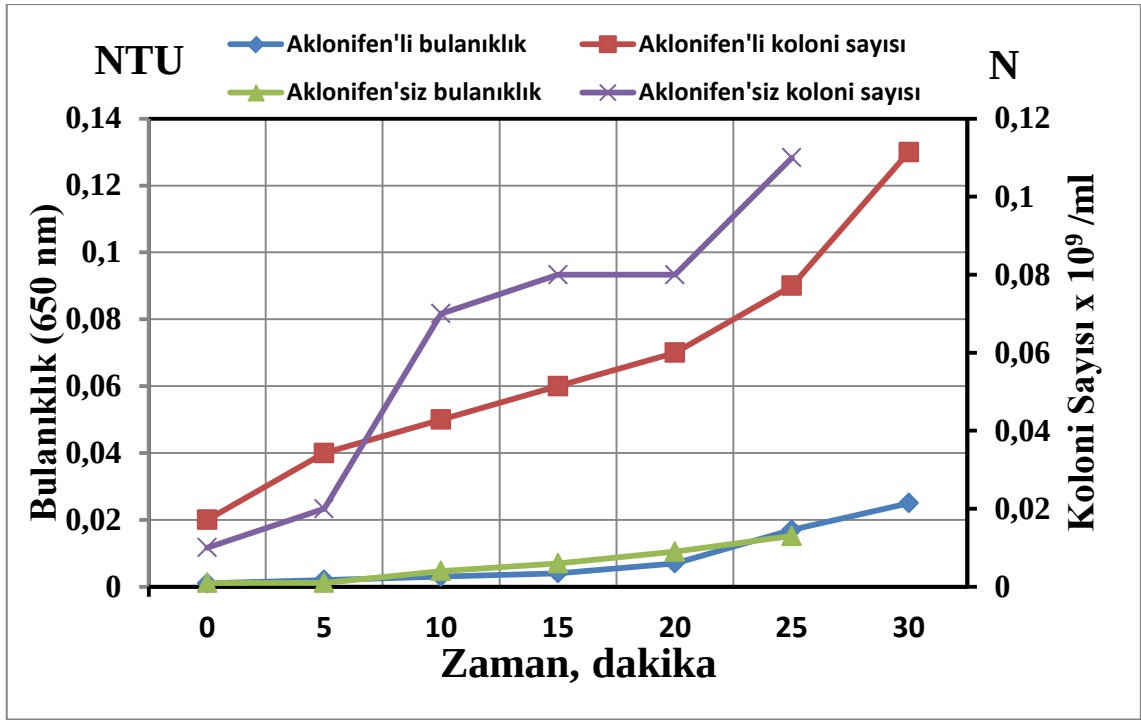
Şekil 3.25 *Micrococcus luteus*'un Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



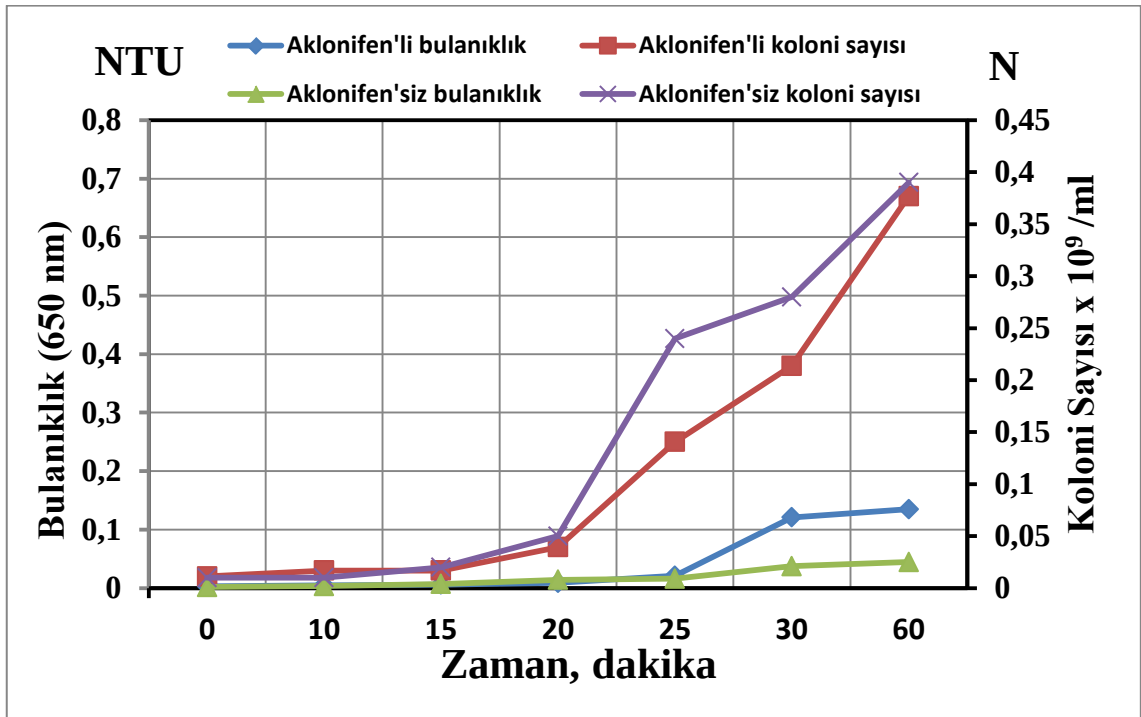
Şekil 3.26 Bakteri karışımının Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



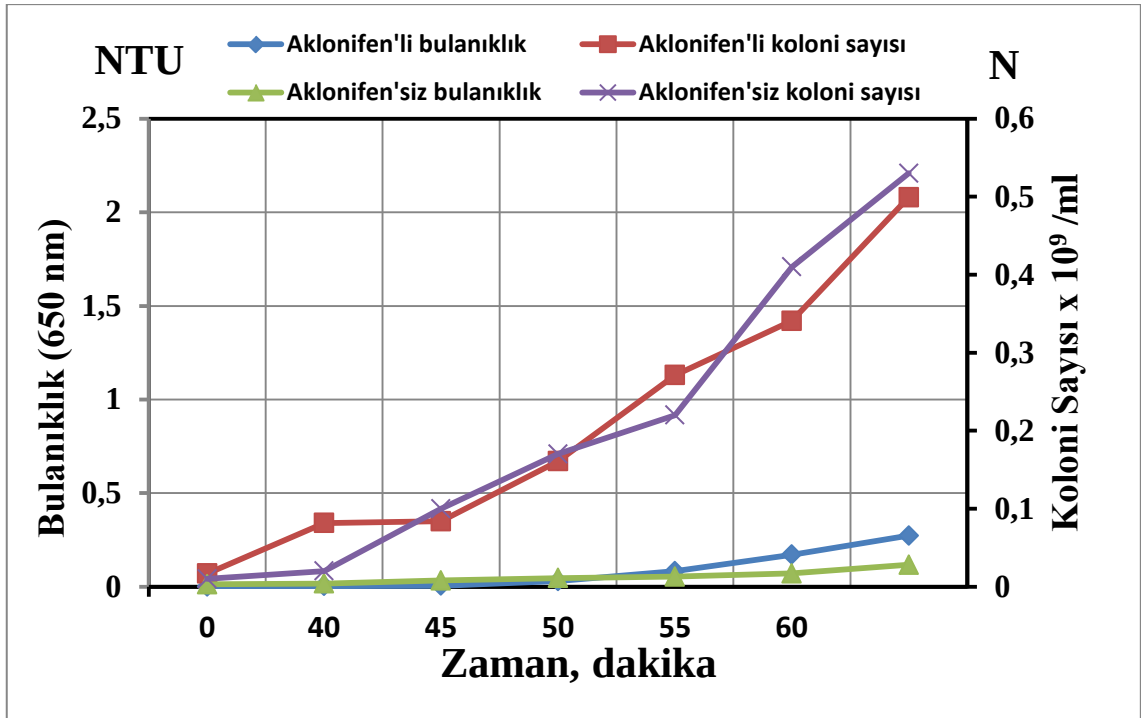
Şekil 3.27 *Metacordceps chlamydosporia*'nın Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



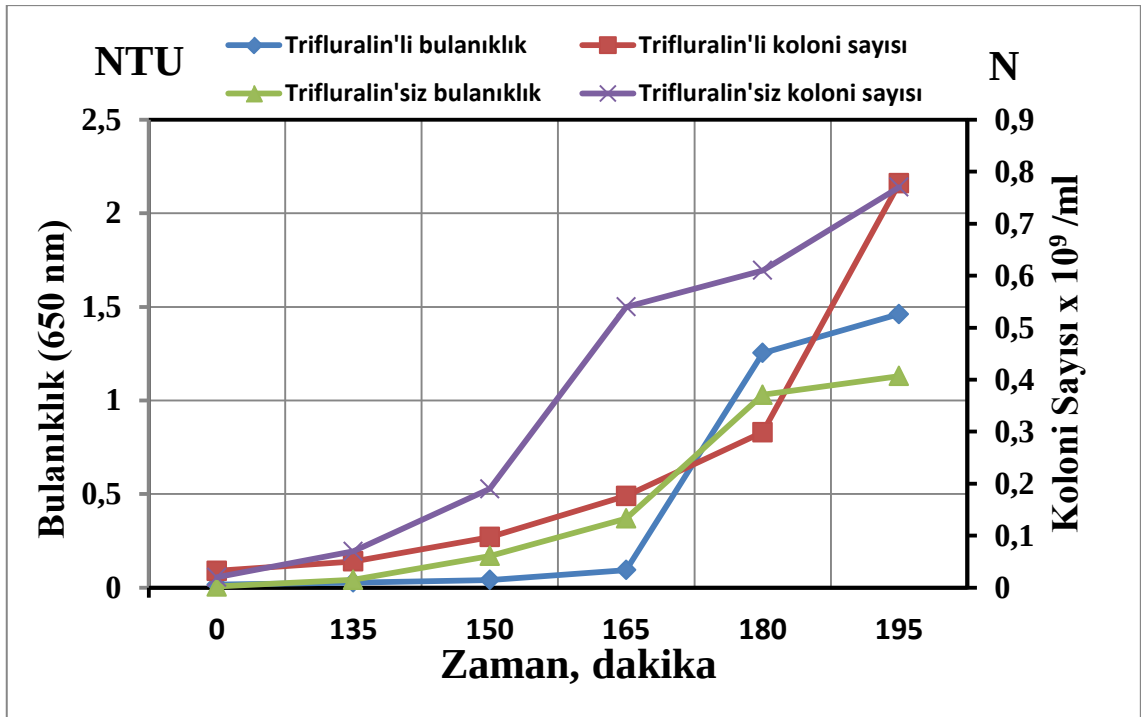
Şekil 3.28 *Penicillium taloromyces*'in Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



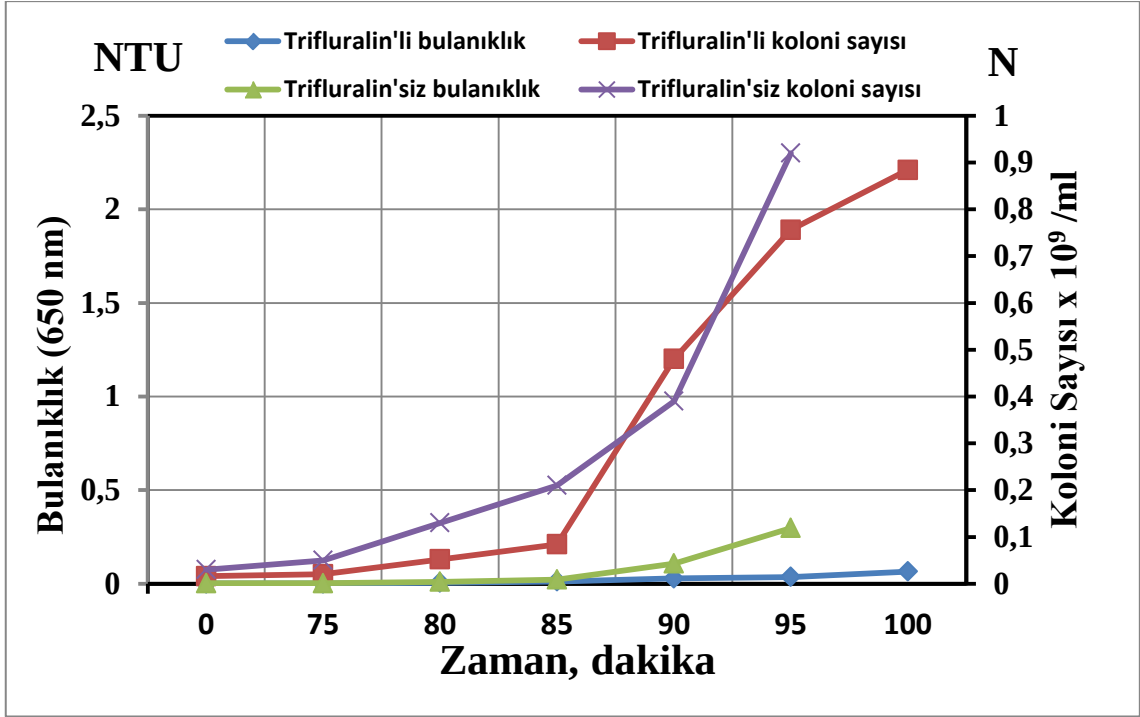
Şekil 3.29 Mantar karışımının Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



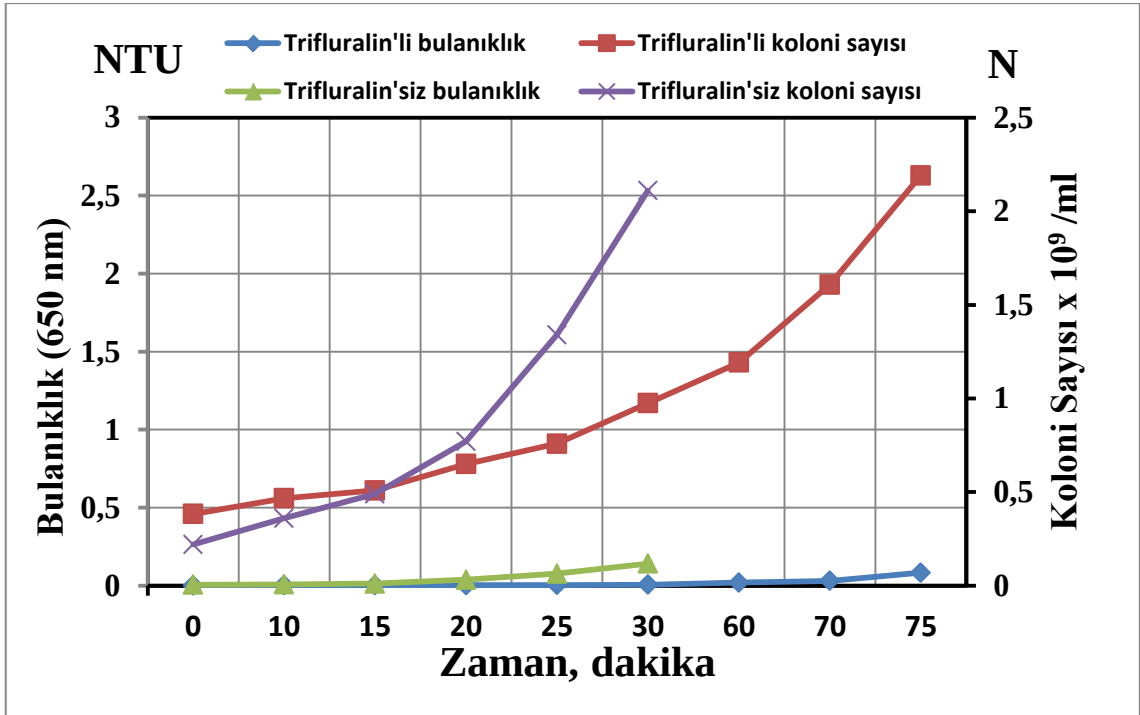
Şekil 3.30 Bakteri-Mantar karışımının Aklonifen'li ve Aklonifen'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



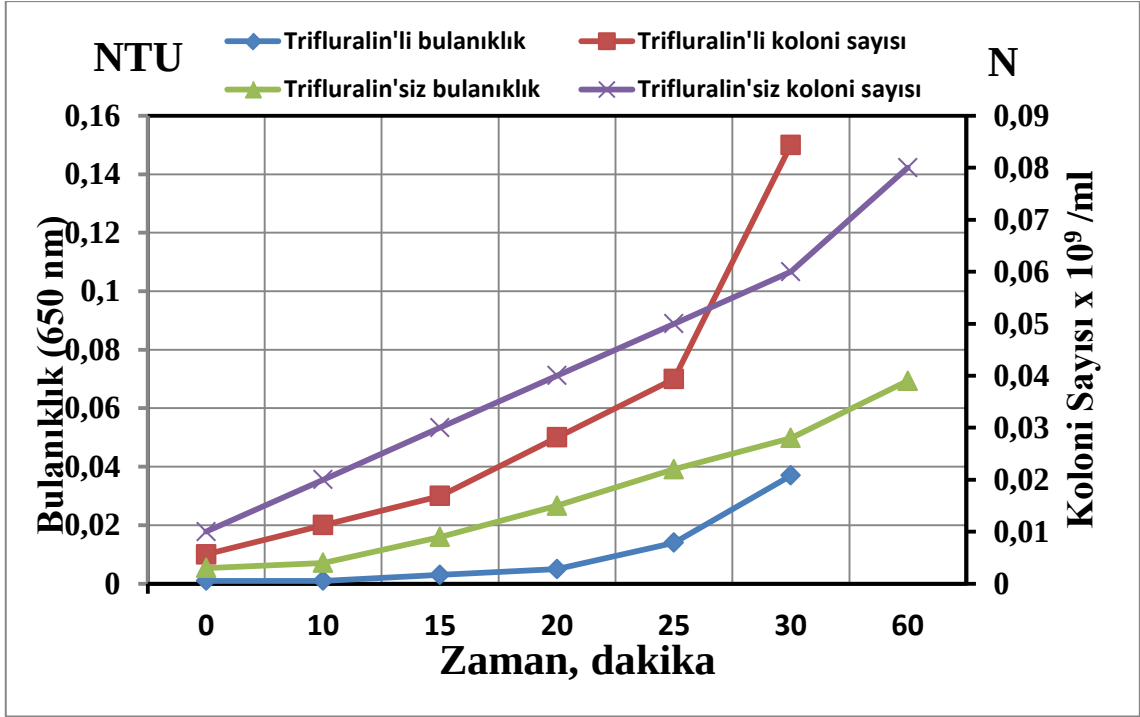
Şekil 3.31 *Basillus simplex*'in Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



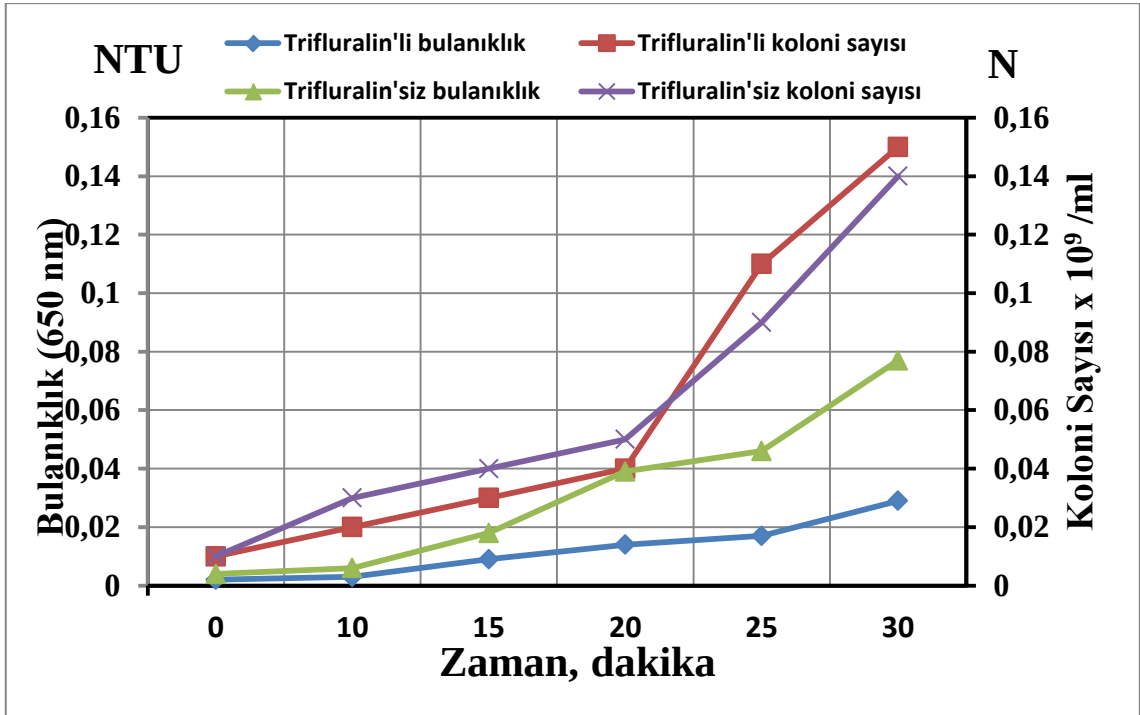
Şekil 3.32 *Clostridium tetani*'nin Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



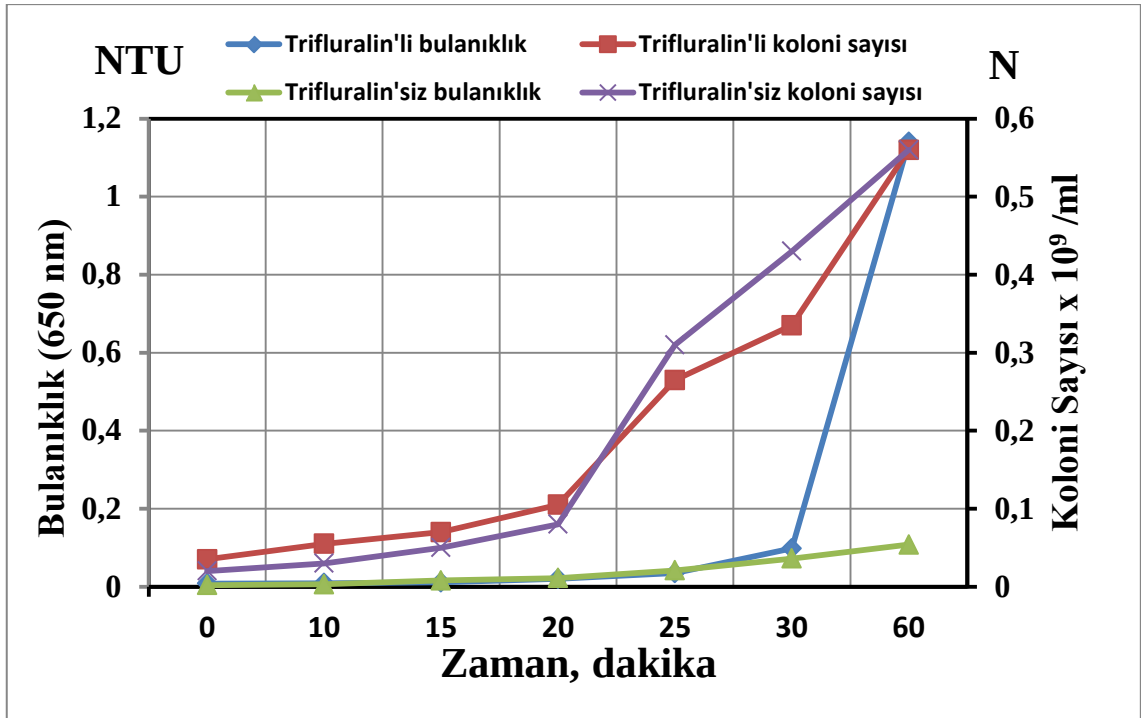
Şekil 3.33 Bakteri karışımının Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



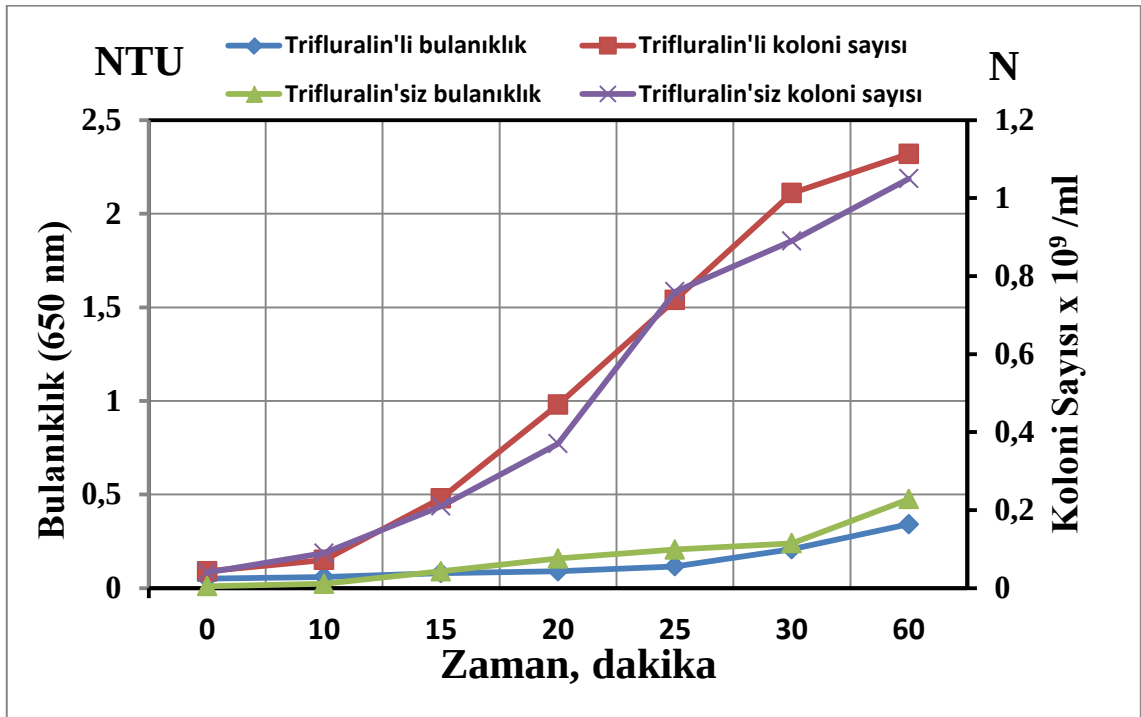
Şekil 3.34 *Metacordyceps chlamydosporia*'nın Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



Şekil 3.35 *Penicillium simplicissimum*'un Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



Şekil 3.36 Mantar karışımının Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi



Şekil 3.37 Bakteri-Mantar karışımının Trifluralin'li ve Trifluralin'siz kültür ortamında birey sayısı artışının bulanıklık ölçümü ile değişimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışılan tarım arazisi toprağının fiziksel ve kimyasal analizleri neticesinde elde edilen verilere göre toprak, 7.6 olan pH değeri ile hafif alkali yapıdadır. Kireç değerinin %16 seviyesinde olması bu toprağın az kireçli olduğunu ifade eder. Toprağın %64'lük doygunluk seviyesinde olması killi tın özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Toprağın, organik madde ve azot miktarı bakımından orta seviyede olduğu anlaşılmaktadır. Ayçiçeği üretimini karşılayacak daha uygun seviyeye gelmesi için azotlu gübre kullanılması tavsiye edilmiştir. Toprak, silt bakımından yetersiz olmakla beraber kum ve nem bakımından elde edilen değerler ayçiçeği üretimi için yeterli oranlar olarak görülmektedir. Alınabilir P değeri yüksek olmakla beraber alınabilir K miktarı açısından yeterli seviyede bulunmuştur (Çizelge 2.1).

Aklonifen ve Trifluralin'in doğal şartlarda izlenme aşamasında elde edilen sonuçlar incelendiğinde herbisitlerin tarlaya uygulanmasından sonra alınan ilk toprak örneklerinde Trifluralin, uygulama miktarının %92'si oranında belirlenirken, daha sonra uygulanan Aklonifen ise %78 oranında belirlenmiştir. Bunların sebebi Trifluralin'in uygulandığı dönemdeki tarla şartları ile Aklonifen uygulandığı dönemdeki tarla şartlarının farklı olmasındandır.

Bir yıllık süreçte toprakta kalan Trifluralin ve Aklonifen miktarları sırasıyla %15 ve %11 civarındadır. Trifluralin kullanımı yasaklanmıştır, ancak Aklonifen'in toprakta 1 yıl sonunda %11 civarında kalmış olması, bu arazilerin bir sonraki ilaçlama döneminde de gereğinden fazla herbisite maruz kalacağını göstermektedir. Mayıs ayı buharlaşma kaybının fazlalığı ile yabancı bitki varlığı Aklonifen'in kaybını Trifluralin'e göre arttırmış olmaktadır. Çizelge 3.1'e göre Trifluralin'in yaz aylarında kış aylarına göre daha fazla

giderildiği halde, Aklonifen’de bunun tam tersine kış aylarında daha iyi giderildiği görülmektedir. Trifluralin’de giderim oranı, kış aylarında, yaza göre %30 daha fazla olmakla beraber, Aklonifen’de yaz aylarındaki giderimin, kış aylarına göre %70 daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2).

Çalışmaların yürütüldüğü tarla toprağında yapılan mikrobiyolojik tür tayininde 5 tür bakteri ve 6 tür mantar tespit edilmiştir. Bu tespit sonucunda tanımlanan bakteri türleri; *Bacillus simplex*, *Bacillus muralis*, *Micrococcus luteus*, *Micrococcus yuannesis* ve *Clostridium tetani* (Çizelge 3.3), mantar türleri ise; *Penicillium talaromyces*, *Penicillium thrichoderma*, *Metacordiceps chlamydosporia*, *Penicillium sipmlicissimum*, *Stachybotrys chartarum* ve *Alternia alternata*’dır (Çizelge 3.4).

Laboratuvarda yapılan biyoremediasyon çalışmaları sıvı ve toprak ortamında gerçekleştirilmiştir. Sıvı ortamda mantarlarla aşılınmış ve Trifluralin ilave edilmiş deneysel ortamda yapılan çalışmalar KOİ ve aktif madde analizleriyle izlenmiştir. Burada aktif madde bazında 5 gün zarfında en iyi giderim *Metacordyceps chlamydosporia* ve *Penicillium thrichoderma* türlerinde %64 oranında gerçekleşmiştir. Bu zaman zarfında en düşük giderimin ise %47 ile *Penicillium simplicissimum* tarafından gerçekleştiği görülmüştür. Aktif madde konsantrasyonu açısından aynı herbisit in mantarlar tarafından parçalanmasını ele alacak olursak; 4,8 mg/l civarında olan aktif madde miktarı 5. gün sonunda *Penicillium simplicissimum* ve *Metacordyceps* tarafından parçalanarak 1,73 mg/l’ye düşürülmüştür. *Penicillium simplicissimum*’da bu değer 2,54 mg/l olarak gerçekleşmiştir. Aynı herbisitle yapılan çalışmada KOİ parametresi açısından giderim oranının %80 ile %59 arasında gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre *Metacordyceps chlamydosporia*’nin, bu parametre açısından en yüksek giderimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu orana göre; 17400mg/l olarak ölçülen KOİ, 5. günün sonunda *Metacordyceps chlamydosporia* mantarı 3480 mg/l’ye düşürülmüştür. En düşük oranlı parçalanmada KOİ, *Penicillium simplicissimum* tarafından, 17400 mg/l’den, 7130 mg/l’ye indirilmiştir. Diğer 4 türdeki giderim verimleri ise bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 3.5).

Aklonifen ilave edilmiş deneysel ortamda yapılan çalışmalarda aktif madde bazında 5. gün zarfında en iyi giderim *Stachybotrys chartarum* türünde %74 oranında

gerçekleşmiştir. Bu zaman zarfında en düşük giderimin ise %49 ile *Penicillium talaromyces* tarafından gerçekleştiği görülmüştür. Aktif madde konsantrasyonu açısından aynı herbisitın mantarlar tarafından parçalanmasını ele alacak olursak; 6,00 mg/l civarında olan aktif madde miktarı 5. gün sonunda *Stachybotrys chartarum* tarafından parçalanarak 1,25 mg/l'ye düşürülmüş, *Penicillium talaromyces*'de bu değer 2.45 mg/l olarak gerçekleşmiştir. Aynı herbisitle yapılan çalışmada KOİ parametresi açısından giderim oranının %91 ile %53 arasında gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre *Metacordyceps chlamydosporia*'nin, bu parametre açısından en yüksek giderimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu orana göre; 15600mg/l olarak ölçülen KOİ, 5. günün sonunda *Metacordyceps chlamydosporia* mantarı ile 1040 mg/l'ye, en düşük giderim ise *Penicillium talaromyces* tarafından; 15600 mg/l'den, 7330 mg/l olarak gerçekleşmiştir. Diğer 4 türdeki giderim verimleri bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 3.5).

Sıvı ortamda bakterilerle aşılınmış ve Trifluralin ilave edilmiş deneysel ortamda yapılan çalışmalarda aktif madde bazında 5 gün zarfında en iyi giderim *Bacillus muralis*, *Micrococcus luteus* ve *Micrococcus yuannesis* türlerinde %95 oranında gerçekleşmiştir. Bu zaman zarfında en düşük giderimin ise %70 ile *Clostridium tetani* tarafından gerçekleştiği görülmüştür. Aktif madde konsantrasyonu açısından aynı herbisitın bakteriler tarafından parçalanmasını ele alacak olursak; 4,8 mg/l civarında olan aktif madde miktarı 5. günün sonunda *Bacillus muralis*, *Micrococcus luteus* ve *Micrococcus yuannesis* türleri tarafından parçalanarak 0.43 mg/l'ye düşürülmüştür. *Clostridium tetani*'de bu değer 1,44 mg/l olarak gerçekleşmiştir. Aynı herbisitle yapılan çalışmada KOİ parametresi açısından giderim oranının %95 ile %86 arasında gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre *Bacillus simplex*'in, bu parametre açısından en yüksek giderimi gerçekleştirmiştir. Bu orana göre; 17400mg/l olarak ölçülen KOİ, 5. günün sonunda *Bacillus simplex*, 870 mg/l'ye düşürülmüştür. En düşük gideriminde KOİ, *Clostridium tetani*' niyle 17400 mg/l'den 2440 mg/l'ye düşerken, diğer 4 türdeki giderim verimleri ise bu iki değer arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 3.6).

Sıvı ortamda bakterilerle aşılınmış ve Aklonifen ilave edilmiş deneysel ortamda yapılan çalışmalarda aktif madde bazında 5 gün zarfında en iyi giderim *Micrococcus yuannesis*, türünde %73 oranında gerçekleşmiştir. Bu zaman zarfında en düşük giderimin ise %55

ile *Micrococcus luteus* tarafından gerçekleştirilmiştir. Aktif madde konsantrasyonu açısından aynı herbisit bakteriler tarafından parçalanmasını ele alacak olursak; 6.0 mg/l civarında olan aktif madde miktarı 5. gün sonunda *Micrococcus yuannesis* tarafından parçalanarak 1,62 mg/l, *Micrococcus luteus*'da ise 2,70 mg/l olarak gerçekleşmiştir. Aynı herbisitle yapılan çalışmada KOİ parametresi açısından giderim oranının %93 ile %70 arasında gerçekleştiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre *Micrococcus yuannesis*, bu parametre açısından en yüksek giderimi gerçekleştirmiştir, bu orana göre, 15600mg/l olarak ölçülen KOİ, 5. günün sonunda *Micrococcus yuannesis* bakterisiyle 1090 mg/l'ye düşürülmüştür. En düşük giderim, *Micrococcus luteus* la, 15600 mg/l'den, 4680 mg/l'ye değişirken, diğer 4 türdeki giderim verimleri bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 3.6).

Sıvı ortamda bakteri, mantar ve bakteri + mantar karışımlarıyla aşılınmış ve Aklonifen ilave edilmiş deneysel ortamda yapılan çalışmalarda aktif madde bazında 5 gün zarfında en iyi giderim bakteri + mantar karışımlarında %99 oranında gerçekleşmiştir. Bu zaman zarfında en düşük giderimin %71 ile bakteri karışımları tarafından gerçekleştiği görülmektedir. Aktif madde konsantrasyonu açısından aynı herbisit bakteriler, mantarlar ve bakteri + mantarlar tarafından parçalanmasını ele alacak olursak; 6.0 mg/l civarında olan aktif madde miktarı 5. gün sonunda bakteri + mantar karışımları tarafından giderilerek 0.06 mg/l'ye düşürülmüştür. Bakteri karışımlarında bu değer 1,74 mg/l olarak, mantar karışımlarında ise 0,54 mg/l olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3.7) Aynı herbisitle yapılan çalışmada KOİ parametresi açısından giderim oranının %90 ile %93 arasında gerçekleşmiştir. Bu sonuçlara göre bakteri + mantar karışımlarının, bu parametre açısından en yüksek giderimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu orana göre; 15600mg/l olarak ölçülen KOİ, 5. günün sonunda bakteri + mantar karışımları için 1140 mg/l'ye düşürülmüştür. En düşük parçalanmanın; Bakteri karışımları tarafından; 15600 mg/l'den 1540 mg/l'ye kadar düştüğü görülmüştür. Diğer giderim verimi bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 3.7). Bu çalışmada TOK parametresi açısından giderim %86 ile %88 olarak tesbit edilmiştir. Bu sonuçlara göre mantar karışımlarının ve bakteri + mantar karışımlarının, bu parametre açısından en yüksek giderimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Buna göre; 7150 mg/l olarak ölçülen TOK, 5. günün sonunda mantar karışımlarında 870, bakteri + mantar karışımları için ise 880

mg/l'ye düşmüştür. En düşük giderim, bakteri karışımları ile yapılan çalışmada TOK, 7150 mg/l'den 970 mg/l'ye kadar düşmüştür (Çizelge 3.8).

Sıvı ortamda bakteri, mantar ve bakteri + mantar karışımlarıyla aşılanmış ve Trifluralin ilave edilmiş deneysel ortamda yapılan çalışmalarda aktif madde bazında 5 gün zarfında en iyi giderim bakteri + mantar karışımlarında %85 oranında gerçekleşmiştir. Bu zaman zarfında en düşük giderimin %67 ile mantar karışımları tarafından gerçekleştiği görülmüştür. Aktif madde konsantrasyonu açısından aynı herbisit bakteriler, mantarlar ve bakteri + mantarlar tarafından parçalanmasını ele alacak olursak; 4.8 mg/l civarında olan aktif madde miktarı 5. gün sonunda bakteri + mantar karışımlarıyla parçalanarak 0.72 mg/l'ye kadar düşürülmüştür. Bakteri karışımlarında bu değer 1,2 mg/l olarak, mantar karışımlarında ise 1,58 mg/l olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3.7) Aynı herbisitle yapılan çalışmada KOİ parametresi açısından giderim, %84 ile %93 arasında gerçekleşmiştir. Bu sonuçlara göre bakteri + mantar karışımlarının, bu parametre açısından en yüksek giderimi gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu orana göre; 17400mg/l olarak ölçülen KOİ, 5. günün sonunda bakteri + mantar karışımlarıyla 1270 mg/l'ye düşürülmüştür. En düşük giderim, mantar karışımlarıyla elde edilmiştir, bu durumda KOİ, 17400 mg/l'den 2700 mg/l'ye kadar düşürülmüştür. Diğer giderim verimi bu iki değer arasında değişmektedir (Çizelge 3.9). TOK parametresi açısından giderim %82 ile %94 arasında değişmektedir. Bu sonuçlara göre bu çalışmada, bakteri + mantar karışımlarıyla, en yüksek giderim verimi elde edilmiştir. Bu orana göre; 10070 mg/l olarak ölçülen TOK, 5. günün sonunda 660 mg/l'ye düşürülmüştür. En düşük giderim mantar karışımlarıyla yapılan çalışmada elde edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucu, 10070 mg/l olan TOK değeri 5. Günün sonunda 1770 mg/l'ye kadar düşmüştür (Çizelge 3.9).

Toprak ortamında yapılan biyoremediasyon çalışma sonuçlarına göre Trifluralin'le yapılan deneylerde 10 ml'lik kültür karışımıyla yapılan çalışmanın giderim verimi %97 olarak gerçekleşmiş olup, bu verim 2 ve 5 ml'lik kültürlerle yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerden daha yüksektir. Bu değere en yakın giderim verimi 5ml'lik kültürlerde, 6. haftanın sonunda %90 olarak gerçekleşirken, 2 ml'lik karışık kültürlerde ise 7.haftanın sonunda ancak %63 seviyesine ulaşmıştır. Çalışma sonuçları aktif madde bazında irdelenmesi halinde; yaklaşık 2740 ng/g mertebesinde toprağa verilen

Trifluralin, 10 ml'lik karışık kültürle yapılan çalışmada 5. haftanın sonunda topraktaki miktarı yaklaşık 85 ng/g mertebesine inmiştir. 2 ml'lik kültürle yapılan çalışmada toprakta kalan Aklonifen miktarı 7.haftanın sonunda 1025 ng/g, 5 ml'lik kültürle yapılan çalışmada ise 5. hafta sonunda 381 ng/g mertebesinde kalmıştır. Buradan, yapılan bu deneysel çalışmada toprağa ilave edilen karışık kültür miktarı arttıkça toprakta kalan Trifluralin'in daha kısa sürede ve daha yüksek oranda giderildiği anlaşılmaktadır (Çizelge 3.10).

Toprak ortamında Aklonifen'le yapılan deneylerde 10 ml'lik kültür karışımıyla yapılan çalışmanın giderim verimi %99 olarak gerçekleşmiş olup, bu verim 2 ve 5 ml'lik kültürlerle yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerden daha yüksektir. Bu değere en yakın giderim verimi 5ml'lik kültürlerde, 9. haftanın sonunda %70 olarak gerçekleşirken, 2 ml'lik karışık kültürler ise 10.haftanın sonunda ancak %65 seviyesine ulaşmıştır. Çalışma sonuçları aktif madde bazında irdelenmesi halinde; yaklaşık 3420 ng/g mertebesinde toprağa verilen Aklonifen, 10 ml'lik karışık kültürle yapılan çalışmada 9. haftanın sonunda topraktaki miktarı yaklaşık 21 ng/g mertebesine inmiştir. 2 ml'lik kültürle yapılan çalışmada toprakta kalan Aklonifen miktarı 10.haftanın sonunda 1204 ng/g, 5 ml'lik kültürle yapılan çalışmada ise 9. hafta sonunda 991 ng/g mertebesinde kalmıştır. Buradan, yapılan bu deneysel çalışmada toprağa ilave edilen karışık kültür miktarı arttıkça toprakta kalan Aklonifen'in daha kısa sürede ve daha yüksek oranda giderildiği anlaşılmaktadır (Çizelge 3.11).

Adsorbsiyon sonuçlarından elde edilen verilere göre Aklonifen miktarının artması sonucu adsorbsiyon yüzdesinde önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Deneye sokulan madde miktarının 30 ng/g'dan 240 ng/g'a çıkarıldığında Adsorbsiyonla tutulan madde yüzdesi, %89,4'den %2,8'lik bir azalmayla %86,6'ya düşmektedir. Bu sonuçlara göre deneye sokulan Aklonifen'in artmasıyla genel olarak az da olsa bir azalma görülmektedir. Aynı ifadeleri Trifluralin için de söyleyebiliriz. Trifluralin ile yapılan çalışmada madde miktarı arttıkça toprak tarafından adsorbe edilen aktif madde miktarı azalmaktadır. Deneye sokulan Trifluralin miktarının 5 ng/g'dan 50 ng/g'a çıkarılmasıyla toprak tarafından adsorbe edilen Trifluralin, %91,3'den %3,5 azalarak %87,8'e düşmektedir (Çizelge 3.13, Şekil 3.16, Şekil 3.17).

Desorbsiyon çalışmalarında, adsorbsiyon sonuçlarından elde edilen verilerin tersi sonuçlar tespit edilmiştir. Bu çalışmada deneye sokulan Aklonifen miktarı, 30 ng/g'dan 240 ng/g' a artırıldığında desorbe olan % Aklonifen miktarı %10,6'den %2,8 artarak %13.4'e çıkmıştır. Aynı şekilde Trifluralin'in de deneye sokulan miktarı 5 ng/g'dan 50 ng/g'a arttırılmasıyla desorbe olan % Trifluralin miktarı %8,7'den %4,3 artarak %12,7'ye ulaşmıştır. (izelge 3.14, şekil 3.18, şekil 3.19).

Fotoliz çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirildiğinde; Trifluralin'le yapılan fotoliz çalışmasında karanlık ortamda kavanozlardaki giderim verimi 12. haftada %10 ile %14 civarında gerçekleşmiştir. Aynı herbisit ile petri kutusunda yapılan çalışma sonucu 6. hafta sonu itibariyle %8 olarak belirlenmiştir. Kavanozlardaki sonuçlara göre aktif madde konsantrasyonunun artmasıyla giderim verimi düşmektedir. Karanlık ortamda düşük değerdeki aktif maddenin bulunduğu kavanozda 12. haftanın sonundaki giderim verimi %14 iken daha yüksek değerde aktif maddenin bulunduğu kavanozda ise bu değer %10'dur (izelge 3.15). Gün ışığı ortamında Trifluralin'li kavanoz çalışma sonuçları; 12. haftanın sonunda düşük konsantrasyonlu aktif maddenin olduğu kavanozda giderim verimi %57 olarak gerçekleşirken, yüksek konsantrasyonlu kavanozdaki bu oran yaklaşık %41 olarak gerçekleşmiştir. Petri kutusunda ise aynı herbisitinin yüksek konsantrasyonlu aktif madde ile yapılan çalışmasında, 6. haftanın sonunda yaklaşık %62'lik bir giderim verimi elde edilmiştir. Konsantrasyon farklılığından ileri gelen giderim verimi ilişkisi özellikle kavanozlarda, gün ışığı ortamında açık olarak görülmektedir (izelge 3.16).

Aklonifen'le yapılan fotoliz çalışmasının karanlık ortamda kavanozlardaki giderim verimi 12. haftada %25 ile %35 civarında gerçekleşmiştir. Aynı herbisit ile petri kutusunda yapılan 6 haftalık çalışma sonunda bu değer %11 olarak belirlenmiştir. Kavanozlardaki sonuçlara göre aktif madde konsantrasyonunun artmasıyla giderim veriminin düşmektedir. Karanlık ortamda düşük değerdeki aktif maddenin bulunduğu kavanozda 12. haftanın sonunda giderim verimi %35 iken daha yüksek değerde aktif maddenin bulunduğu kavanozda ise %25'tir (izelge 3.17). Gün ışığı ortamında Aklonifen'li kavanoz çalışma sonuçları; 12. haftanın sonunda düşük konsantrasyonlu aktif maddenin olduğu kavanozda giderim verimi %66 olarak gerçekleşirken, yüksek konsantrasyonlu kavanozdaki bu oran yaklaşık %48 olarak gerçekleşmiştir. Petri

kutusunda ise aynı herbisit yüksek konsantrasyonlu aktif madde ile yapılan çalışmada, 6. haftanın sonunda yaklaşık %50'lik bir giderim verimi elde edilmiştir. Konsantrasyon farklılığından ileri gelen giderim verimi ilişkisi özellikle kavanozlarda, gün ışığı ortamında açık olarak görülmektedir (Çizelge 3.18).

Aklonifen'li ve Trifluralin'li herbisitte güneş ışığı altındaki giderimin, karanlık ortamdakine kıyasla çok daha hızlı ve yüksek değerlerde gerçekleştiği görülmektedir. Kullanılan herbisit konsantrasyonunun artması, giderim verimini düşürmektedir. 12. haftanın sonunda kavanozlardaki Trifluralin giderim verimi %57 ve %41 olarak gerçekleşirken Aklonifen'deki aynı çalışmanın sonuçları %66 ve %48 olarak belirlenmiştir.

Petri kutusu çalışmasında gün ışığında Trifluralin, Aklonifen'li herbisite göre daha iyi parçalanmaktadır. Bu çalışmada Aklonifen'in 6. haftada %50 seviyesinde giderildiği görülürken, Trifluralin'de giderim aynı sürede %60'a yakındır. Kavanozda yapılan fotoliz çalışmasında ise Aklonifen'in Trifluralin'e göre daha fazla giderildiği görülmektedir.

Aklonifen'li ve Trifluralin'li kültür ortamlarında mikrobiyal aktivitenin bulanıklık ve popülasyon artışı ile izlenmesinin deneysel sonuçları incelendiğinde; Aklonifen'li ortamda en iyi KOİ giderimini gerçekleştiren *Micrococcus yuannes* bakterisi ile *Metacordyceps chlamydosporia* mantarının, sırasıyla özellikle 25. ve 40. dakikalardan sonra mikroorganizma popülasyonunun da artmasına bağlı olarak bulanıklığın arttığı görülmektedir. Burada *M. yuannes*'in *M. chlamydosporia*'ya göre ortama hazırlık fazını (Lag fazı) daha kısa sürede gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır (Çizelge 3.19). Aynı mikroorganizmaların Aklonifen'siz ortamda farklı davrandıkları anlaşılmaktadır. *M. yuannes* 10. dakikadan itibaren çoğalmaya başlarken, *M. chlamydosporia*'nın 40. dakikadan itibaren aktifleştirdiği söyleyebilir. Burada, ortamda Aklonifen bulunmadığı gibi beraber aynı zamanda ortamda substrat ve besi maddesi de bulunmamaktadır. Aklonifen'siz kültür ortamlarında *Micrococcus yuannes* bakterisi 10. dakikadan itibaren çoğalmaya başlayarak, Aklonifen'li ortamda yaklaşık 20. Dakikadan itibaren Aklonifen'siz ortamdaki popülasyon sayısına ancak erişmektedir. KOİ giderimi zayıf olan *Micrococcus luteus* türü bakterideki bulanıklık değeri, 120. dakikada ancak 0,019 NTU'ya ulaşırken, bu değer Aklonifen'siz ortamda 15. dakikada görülmektedir. Bakteri

karışımlarında ise Aklonifen'li ortamda bulanıklık, 25. dakikadan itibaren artarken, Aklonifen'siz ortamda daha kısa sürede artış gözlenmektedir. Aradaki 25 dakikalık fark, bakteri karışımlarının herbisitli ortama adapte olmaları arasında geçen süre (Lag fazı) olarak ifade edilmektedir.

Aklonifen'li ortamda en iyi giderimi sağlayan *Metacordyceps chlamydosporia* mantarındaki bulanıklık ve mikroorganizma sayısındaki artış 40. dakikada görülürken, Aklonifen'siz ortamda da 40. dakikada görülmekle beraber popülasyon Aklonifen'siz ortamın dört katı fazla olarak çıkmıştır. Bu mantarın Aklonifen'li ortamda 60. dakikada ulaştığı mikroorganizma sayısına Aklonifen'siz ortamda hala ulaşamadığı görülmektedir. Ortamda besi maddesinin kalmayışı bu sonucu doğrulamıştır.

Aklonifen'de en kötü giderimi gerçekleştiren *Penicillium talaromyces* mantarında bulanıklık ve popülasyon artışı Aklonifen'li ortamda 5. dakikadan itibaren görülmeye başlarken, Aklonifensiz ortamlarda da artış, 5. dakikadan itibaren başlamakla beraber birey sayısı Aklonifen'siz ortamın iki katı kadar fazladır (Çizelge 3.19).

Mantar karışımlarında ise Aklonifen'li ortamda çoğalma kısa sürede gerçekleşirken Aklonifen'siz ortamlardaki artış ise 5. dakikadan itibaren başlamış, fakat 5. dakikadan itibaren Aklonifen'li ortamdaki mikroorganizma popülasyonunda aklonifensiz ortama göre 3 kat daha fazla çoğalma olduğu görülmektedir.

Deneyde kullanılan bütün bakteri ve mantarların karışımıyla elde edilen kültürlerin bulanıklık değişimi-mikroorganizma sayısı çalışmasında elde edilen verilere göre, Aklonifen'li ortamdaki bulanıklık 5 - 60. dakika arasında artarken, Aklonifen'siz ortama göre oldukça yavaş arttığı, bu uç değerlerden sonra bulanıklığın daha hızlı arttığı, buna bağlı olarak mikroorganizma sayısının da hızla çoğaldığı görülmektedir (Çizelge 3.20).

Trifluralin'li kültür ortamında en iyi KOİ giderimi gösteren *Bacillus simplex* bakterisi ile yapılan çalışmada, bulanıklıktaki bakteri sayısına paralel olarak artış özellikle 135.dakikadan itibaren görülmektedir ve mikroorganizma sayısındaki gerçek artış 180. dakikadan itibaren gerçekleşmektedir. Aradaki 135 dakikalık zaman dilimi, bakterinin ortama alışma dönemidir. Bakteri ortama alıştıktan sonra popülasyon sayısı, Trifluralin'siz ortama göre daha fazla artmaktadır. Trifluralin'siz ortamda ise bu artış 5. dakikadan itibaren gerçekleşmiştir.

KOI giderimini daha düşük seviyede gerçekleştiren *Clostridium tetani* bakteri türünde bulanıklık artışı Trifluralin’li ortamda 75. dakikada, Trifluralin’siz ortamda ise 5. dakikada gerçekleşmiştir. Populasyon sayısı her iki ortamda da 85. dakikaya kadar aynı seyrederken, Trifluralin’li ortamda 90. dakikadan itibaren, Trifluralin’siz ortama göre 3 kat daha fazla popülasyon artışı meydana gelmiştir. Bu da, bakterinin Trifluralin’i parçalamaya başladığı zaman dilimidir (Çizelge 3.21).

Bakteri karışımlarının her iki ortamdaki bulanıklık ve popülasyon sayısındaki artış incelediğinde; Trifluralin’li ortamda 25. dakikadan itibaren, gerçek artış görülürken, Trifluralin’siz ortamda ise 10. dakikadan itibaren görülmektedir.

Trifluralin’li ortamda KOI giderimini en iyi gerçekleştiren *Metacordyceps chlamydosporia* mantar türünde bulanıklık ve popülasyon sayısındaki artış, 30 – 50. dakika arasında gerçekleşirken, Trifluralin’siz ortamda bu artış daha kısa sürede başlamaktadır. 55. dakikanın sonunda Trifluralin’li ortamdaki mikroorganizma sayısı, Trifluralin’siz ortama göre yaklaşık 4 katından daha fazladır (Çizelge 3.21).

KOI gideriminin daha zayıf olduğu *Penicillium simplicissimum* mantar tipinde Trifluralin’li ve Trifluralin’siz ortamlarda popülasyon ve bulanıklık değerindeki artış, 15. dakikadan itibaren gerçekleşmiştir. Trifluralin’siz ortamdaki bulanıklık artışı, 45. dakikadan itibaren netleşmektedir. Mikroorganizma popülasyonundaki artış ise Trifluralin’li ortamda yaklaşık iki kat daha fazladır. 60. dakikanın sonunda her iki ortamın NTU’sunda bir farklılık olmamakla beraber popülasyon sayısının eşit olduğu görülmektedir (Çizelge 3.21).

Mantar karışımlarının Trifluralin’li ortamdaki popülasyon sayısındaki artışı ilk dakikadan itibaren başlarken Trifluralin’siz ortamdaki artışı ise 5. dakikadan itibaren başlamaktadır. 45. dakikanın sonunda Trifluralin’li ortamdaki popülasyon sayısı Trifluralin’siz ortamın iki katına çıkmıştır.

Bakteri + mantar karışımlarının Trifluralin’li ve Trifluralin’siz ortamlardaki bulanıklık değeri ve popülasyon sayılarındaki artışa baktığımızda Trifluralin’siz ortamda 5. dakikadan itibaren başlayan artış, Trifluralin’li ortamda 15. dakikadan itibaren netleşmektedir. 45. dakikanın sonunda Trifluralin’li ortamdaki popülasyon sayısı, Trifluralin’siz ortamdaki popülasyon sayısından yaklaşık 2,5 kat daha fazladır. Buna

bağlı olarak Trifluralin'li ortamdaki bulanıklık değeri Trifluralin'siz ortama göre daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 3.22).

Sonuçlar incelendiğinde bütün kültürlerde ve bunların karışımlarında bulanıklığın artmasıyla beraber mikroorganizma popülasyonunun da arttığı görülmektedir. Herbisitli ve herbisitsiz kültür ortamlarında yapılan çalışmalarda, kültürlerin oluşturduğu bulanıklık değeri ile popülasyon sayıları arasında farklılıklar görülürken, bu farklılıkları KOİ ve etken madde çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre en iyi giderim ile en kötü giderim gösteren mikroorganizma-populasyon sayısı ve bulanıklık değeri açısından yorumlamak mümkün olmamaktadır. Ancak, herbisitli ortamlardaki bulanıklık değeri ve popülasyon sayılarındaki artış, şahit olarak kullanılan herbisitsiz ortamlara göre daha geç başlamaktadır. Bu süre, dakikalardan saatlere kadar uzanmaktadır. Bu süreler, mikroorganizmaların herbisitli ortamlara alışma sürecini (Lag fazı) ifade eder. Bazı türler Aklonifensiz kültür ortamında bir bakteri türü, ilk dakikalardan itibaren çoğalmaya başlayarak bulanıklık değerini arttırırken, Aklonifen'li ortamın saatler sonrası bu popülasyon sayısına ancak erişebilmektedir. KOİ giderimi zayıf olan bakterinin iki saatte ulaştığı bulanıklık değeri, aklonifensiz ortamda bir saat içerisinde görülmektedir. Benzer durumlar, karışık kültürlerde, daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Herbisitli kültür ortamındaki popülasyon ve bulanıklık değerindeki artış, herbisitsiz ortama göre daha geç gerçekleşmektedir. Ancak, herbisit parçalanmasıyla beraber onun karbon ve fosforunu kullanan mikroorganizma birey sayısında ve bulanıklık değerinde artışı da beraberinde getirmektedir.

KOİ giderimi zayıf olan türlerde herbisitli ortamdaki bulanıklık artışı, herbisitsiz ortama göre geç başlamış, ancak en iyi KOİ giderimine sahip olan türlerde daha kısa sürede bulanıklık ve popülasyon artışı gerçekleşmiştir.

Bir yıl boyunca araziden alınan toprak örneklerde okunan etken madde miktarları sonuçlarına göre Trifluralinin, bir yıllık süreçte toprakta kalıcılığının yüksek olması; Aklonifen göre kimyasal özelliğinin farklılığı, yarılanma ömrü, mikrobiyolojik olarak parçalanmasının daha zor oluşu, bitki kök ve gövdesi tarafından tutunmasının zorluğu, toprağa adsorblanmasının daha kuvvetli oluşu, yeraltı suyuna sızmasının daha düşük olması gibi nedenlere bağlanabilir. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde

adsorbsiyon özelliği fazla olan Trifluarin'in kullanılması, yeraltı suyunun kirlenme riskini azaltacağı düşüncesiyle önerilmektedir.

Bu çalışmalara ilave olarak herbisitlerin kullanıldığı zirai ürünler üzerindeki kalıcılığı da araştırılmalı, uygulanan arazi yapısına bağlı olarak yeraltı suyuna sızma riskinin olduğu bölgelerde yeraltı suyu ile toprağın çeşitli katmanlarından alınan toprak numunelerinde herbisit miktarları belirlenmelidir.

Tarımda sulama suları genellikle tarım arazisinin yakınında bulunan su kaynaklarından yapılmaktadır. Kontrolsüz pestisit kullanımı neticesinde pestisit kalıntıları bu alıcı ortamlara da taşınabilmekte ve sulama sularında pestisit konsantrasyonları ve çeşitliliği artmaktadır. Bu durum besin döngüsünde insana kadar uzanan yolda kalıcı hastalıklar meydana getirmektedir. Bunlara önlem alınması amacıyla ülkemizde Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne pestisit uygulama miktarı ve uygulama alanları ile ilgili yasal düzenlemeler getirilmesi tavsiye edilmektedir.

Elde edilen sonuçlar ile, ülkemizdeki Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmelikleri'nde pestisit kalıntı miktarı bazında herhangi bir sınırlandırma olmadığı için bir karşılaştırma yapmak mümkün olmamaktadır. Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Çevre Mühendisliği Bölümleri ve Ziraat Fakültelerin koordineli çalışmalarıyla bu konularda yasal düzenlemeler getirilebilir.

Çalışmalardan elde edilen veriler ışığında herbisitle kirletilen zirai alanların rehabilite edilmesine yönelik uygulamaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Nemeth, K.L., Füleky, G., Morovjan, G., Csokan, P., (2002). "Sorption Behaviour of Acetochlor, Atrazine, Carbendazim, Diazinon, Imidacloprid and Isoproturan on Hungarian Agricultural Soil", *Chemosphere*, 48:545-552.
- [2] Carrizosa, M.J., Koskinen, W.C., Hermosin, M. C., Cornejo, J., (2001). "Dicamba Adsorption-Desorption on Organoclays", *Applied Clay Science*, 18:223-231.
- [3] Bohmont, B.L., (1990). *The Standart Pesticide User's Guide*. Prentice Hall, Inc.
- [4] Dipakshi S., Avinash N., Yogesh B., Jatinder K.K., (2010). "Analytical Methods of Organophosphorus Pesticide Residues in Fruits and Vegetables: A review", *Talanta* 82: 1077–1089.
- [5] Tanık, A., Gürel, M., Toröz, İ., Gönenç, İ. E., (2000). "Tarım İlaçlarının Çevreye Etkileri ve Yönetim Yaklaşımları", *GAP-Çevre Kongresi, Şanlıurfa*, 11-20.
- [6] Atasoy A.d., (2007). *Harran Toprak Serisinde Endosulfanın Adsorpsiyon ve Desorpsiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa*.
- [7] Pierzynski, G., Sims, J. T., Vance G. F., (1994). *Soils And Environmental Quality*. Lewis Publishers, Usa.
- [8] Bassey, D.E, Grigson, S.J.W., (2011). 'Degradation of benzyldimethyl hexadecylammonium chloride by *Bacillus niabensis* and *Thalassospira* sp. isolated from marine sediments" *Toxicological and Environmental Chemistry*, 93: 44-56.
- [9] Bassey, D.E, Grigson, S.J.W. (2009), "Microbial degradation of Benzyldimethyl Hexadecylammonium Chloride (BDHAC) used in Oilfield Chemical Formulations" *Americas Environmental and Safety Conference*
- [10] Probst, G.W., Golab, T., Wright, W.L., (1975) *Herbicides: Chemistry, Degradation, and Mode of Action*. Marcel Dekker, New York.
- [11] Helling, C.S., (1976). "Dinitroaniline Herbicides in Soils". *J. Environ Qual.* 5: 1-15.
- [12] Masutti, C.S.M., (2003). *Fate Of Fipronil In Soils Under Sugar Cane Cultivation From The Northeast Of Brazil: Sorption And Degradation*. Phd Thesis,

University Of Saskatchewan, Department of Soil Science, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

- [13] Hesterberg, D., (1998), "Biogeochemical Cycles and Processes Leading to Changes in Mobility of Chemical in Soils", *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 67:121-133
- [14] Boivin, A., Amellal, S., Schiavon, M., Genuchten, M., (2005). "(A). 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) Sorption and Degradation Dynamics In Three Agricultural Soils", *Environmental Pollution*, 138:92-99.
- [15] Roon, A., Parsons, J.R., Krap, L., Govers, H. A. J., (2005). "Fate and Transport of Monoterpenes Through Soils. Part II: Calculation of The Effect of Soil Temperature, Water Saturation and Organic Carbon Content", *Chemosphere*, 61:129-138.
- [16] Masutti, C.S.M., Mermut A.R., (2007). "Degradation of Fipronil under Laboratory Conditions in a Tropical Soil from Sirinhaém Pernambuco, Brazil", *Journal of Environmental Science and Health Part B*, 42:33-43.
- [17] Vaccari, D.A., Strom, P.F., Alleman, J.E. (2006). "Environmental Biology for Engineers and Scientists", John Wiley&Sons, DOI: 10.1002/0471741795, ISBN-10: 0471722391.
- [18] Shanahan, P., (2004). "Bioremediation. Waste Containment and Remediation Technology", Spring Massachusetts Institute of Technology, MIT Open Course Ware.
- [19] Dileep K.S., (2008). "Biodegradation and bioremediation of pesticide in soil: concept, method and recent developments". *Indian J Microbiol*, 48(1): 35–40.
- [20] Cuci, Y. (2005). Güneş Işığ, Sıcaklık ve Mikroorganizmaların, Bazı Pestisitler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [21] Barcelo, D., Hennion, M.C., (2003). "Trace Determination of Pesticides and Their Degradation Products in Water", *Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry*, 19:542.
- [22] Foster, L.J., Kwan B.H., Vancov, T. (2004). "Microbial Degration of the Organophosphate Pesticide", *Ethion Fems Microbiology Letters* 240: 49-53.
- [23] Atay, N. (2007). Bazı pestisitlerin *Ralstonia Eutropha* ile gideriminin incelenmesi, Doktora Tezi Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [24] Siripong P., Oraphin B., Sanro T., Duanporn P. (2009). "Screening of Fungi from Natural Sources in Thailand for Degradation of Polychlorinated Hydrocarbons" *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 5(4): 466-472.
- [25] Kumar M, Philip L. (2006). "Bioremediation of endosulfan contaminated soil and water-optimization of operating conditions in laboratory scale reactors". *J Hazardous Materials* 136: 354–364.

- [26] Gurpreet K.R., Jagdev S.K. (2011), "Bioremediation of Pharmaceuticals, Pesticides, and Petrochemicals with Gomeya/Cow Dung", International Scholarly Research Network ISRN Pharmacology doi:10.5402/2011/362459
- [27] Keum Y.S., Lee Y.J., Kim J.H., (2008). "Metabolism of Nitrodiphenyl Ether Herbicides by Dioxin-Degrading Bacterium *Sphingomonas wittichii* RW1. J." Journal of Agricultural and Food Chemistry., 56: 9146–9151.
- [28] Hiratsuka N., Wariishi H., Tanaka H., (2001). "Degradation of Diphenyl Ether Herbicides by the Lignin-Degrading Basidiomycete *Coriolus Versicolor*", Applied Microbiol Biotechnology, 57: 563–571.
- [29] Chakraborty S.K., Bhattacharyya A., Chowdhury A., (2002). "Degradation of Oxyfluorfen by *Azotobacter Chroococcum* (Beijerinck)" Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 69: 203–209.
- [30] Li Y., Sun Q.Y., Zong J., Han T.T., (2009). "Characteristics of fungus degeneration fomesafen", Chin J Agrochem, 12: 878–882.
- [31] Kamei I., Kondo R., (2006). "Simultaneous Degradation of Commercially Produced CNP Herbicide and of Contaminated Dioxin by Treatment Using The White-Rot Fungus *Phlebia Brevispora*", Chemosphere, 65: 1221–1227.
- [32] Federici E., Giubilei M.A., Cajthaml T., Petruccioli M., Annibale A.D., (2011). "Lentinus (Panus) Tigrinus Augmentation of A Historically Contaminated Soil: Matrix Decontamination and Structure and Function of The Resident Bacterial Community", Journal of Hazardous Materials.,186: 1263–1270.
- [33] Siddique T, Okeke B.C., Arshad M., Frankenberger W.T. (2003). "Enrichment and Isolation of Endosulfan-Degrading Microorganisms", J Environ Qual. 32(1): 47-54.
- [34] Singh, B.K., Walker, A., Wright, D.J., (2006). "Bioremedial Potential of Fenamiphos and Chlorpyrifos Degrading Isolates: Influence of Different Environmental Conditions, Soil Biology Biochemistry 38: 2682- 2693.
- [35] Guo, L., Jury, W. A., Wagenet, R. J. And Flury, M., (2000). "Dependence of Pesticide Degradation on Sorption: Nonequilibrium Model and Application to Soil Reactors", Journal of Contaminant Hydrology, 43: 45-62.
- [36] Khoury, R., Geahchan, A., Coste, C. M., Cooper, J. F. And Bobe, A., (2003). "Retention and Degradation of Metribuzin in Sandy Loam and Clay Soils of Lebanon", Weed Research, 43: 252-259.
- [37] Ghadiri, H., Rose, C. V., (2001). "Degradation of Endosulfan in A Clay Soil From Cotton Farms of Western Queensland", Journal of Environmental Management, 62:155-169.
- [38] Sağlıker A.H. (2009). "Effects to Soil Carbon Mineralization of The Different Doses of Trifluralin at The Different Temperature Conditions", Eur. J. Soil Biol. 45: 473–777.
- [39] Vencill, W.K., (2002). Herbicide Handbook, 8th edition. Weed Science Society of America, Champaign, IL.

- [40] Fernandes, C.C., Pizano, A.M., Morales, A.M., (2013). "Characterization, Modes of Action and Effects of Trifluralin, Review", [dx.doi.org/10.5772/55169](https://doi.org/10.5772/55169).
- [41] Kılınç O., Grassetb R., Reynaud S., (2011). "The Herbicide Aklonifen: The Complex Theoretical Bases of Sunflower Tolerance", *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100(2): 193–198.
- [42] Tiryaki O., Canhilal R., Horuz S., (2010). "Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26(2): 154-169.
- [43] Dağ, S.S, Aykaç V.T., Gündüz A., Kantarcı M., Şişman N., (2000). "Türkiye’de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği", *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, 2000, Ankara, 933-958.
- [44] Keikotlhaile B.M., Pieter, S., (2011). "Pesticide Residues in Fruits and Vegetables", *Pesticides: formulations, effects, fate*, 1: 243-252.
- [45] Pepper, I.L., Gerba, C.P., Brusseau, M.L., Brendecke, J.W., (1996). "Pollution Science", Academic Press, Inc., San Diego, California, Usa, 259-263.
- [46] Vischetti, C., Marucchini, C., Leita, L., Cantone, P., Danuso, F., Giovanardi, R., (2002). "Behaviour of Two Sunflower Herbicides (Metobromuron, Aklonifen) in Soil. *European Journal of Agronomy*, 16:231- 238.
- [47] Yeo, H.G., Choi, M., Chun, M.Y., Sunwoo, Y., (2003). "Concentration Distribution of Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides and Their Relationship with Temperature in Rural Air of Korea", *Atmospheric Environment*, 37(27): 3831–3839.
- [48] Dubus, I.G., Hollis, J.M., Brown, C.D., (2000). "Pesticides in Rainfall in Europe", *Environmental Pollution*, 110(2): 331–344.
- [49] Otieno, P.O., Owuor, P.O., Lalah, J.O., Pfister, G., Schramm, K.W., (2013). "Impacts of Climate-Induced Changes on the Distribution of Pesticides Residues in Water and Sdiment of Lake Naivasha, Kenya", *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(3): 2723–2733.
- [50] Van Pul, W.A.J., Bidleman, T.F., Brorstrom-Lunden, E., Builtjes, P.J.H., Dutchak, S., Duyzer, J.H., vd., (1999). "Atmospheric Transport and Deposition of Pesticides: An Assessment of Current Knowledge", *Water, Air, and Soil Pollution*, 115(1–4): 245–256.
- [51] Bossi, R., Skov, H., Vorkamp, K., Christensen, J., Rastogi, S.C., Egelov, A., vd., (2008). "Atmospheric Concentrations of Organochlorine Pesticides, Polybrominated Diphenyl Ethers and Polychloronaphthalenes in Nuuk, South-West Greenland", *Atmospheric Environment*, 42(31): 7293–7303.
- [52] Van Dijk, H.F.G., Guicherit, R. (1999). "Atmospheric Dispersion of Current-Use Pesticides: A review of The Evidence From Monitoring Studies. *Water, Air, and Soil Pollution*, 115(1–4): 21–70.
- [53] Nations, B.K., Hallberg, G.R. (1992). "Pesticides in Lowa Precipitation", *Journal of Environmental Quality*, 21(3): 486–492.

- [54] Schummer, C., Mothiron, E., Appenzeller, B.M.R., Rizet, A.L., Wennig, R., Millet, M. (2010). "Temporal Variations of Concentrations of Currently Used Pesticides in The Atmosphere of Strasbourg, France. *Environmental Pollution*, 158(2): 576–584.
- [55] Bloomfield, J.P., Williams, R.J., Gooddy, D.C., Cape, J.N., Guha, P. (2006). "Impacts of Climate Change on the Fate and Behaviour of Pesticides in Surface and Groundwater: A UK Perspective", *Science of the Total Environment*, 369(1–3): 163–177.
- [56] Holland, J., Sinclair, P. (2004). "Environmental Fate of Pesticides and The Consequences for Residues in Food and Drinking Water", John Wiley and Sons, Ltd: 27–62.
- [57] Navarro, S., Vela, N., Navarro, G. (2007). "Review: An Overview on The Environmental Behaviour of Pesticide Residues in Soils", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5(3): 357–375.
- [58] De Rossi, C., Bierl, R., Riefstahl, J., (2003). "Organic pollutants in Precipitation: Monitoring of Pesticides and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in The Region of Trier (Germany)", *Physics and Chemistry of The Earth*, 28(8): 307–314.
- [59] Donald, D.B., Cessna, A.J., Sverko, E., Glozier, N.E., (2007)., "Pesticides in Surface Drinkingwater Supplies of The Northern Great Plains", *Environmental Health Perspectives*, 115(8): 1183–1191.
- [60] Dubus, I.G., Hollis, J.M., Brown, C.D., (2000). "Pesticides in Rainfall in Europe. *Environmental Pollution*, 110(2): 331–344.
- [61] Polkowska, Z., Kot, A., Wiergowski, M., Wolska, L., Wolowska, K., Namiesnik, J., (2000). "Organic Pollutants in Precipitation: Determination of Pesticides and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Gdansk, Poland", *Atmospheric Environment*, 34(8): 1233–1245.
- [62] Goel, A., McConnell, L.L., Torrents, A. (2005). "Wet Deposition of Current Use Pesticides at a Rural Location on The Delmarva Peninsula: Impact of Rainfall" *Agric. Food Chem.*, 53(20): 7915-7924.
- [63] Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D., Clark, B.W., Van Tiem, L.A., Walcott, K.C., et al., (2009). "The Toxicology of Climate Change: Environmental Contaminants in a Warming World", *Environment International*, 35(6): 971–986.
- [64] Zhang, Z.Y., Zhang, C.Z., Liu, X.J., & Hong, X.Y. (2006). "Dynamics of Pesticide Residues in The Autumn Chinese Cabbage (*Brassica chinensis* L.) Grown in Open Fields. *Pest Management Science*, 62(4): 350–355.
- [65] De Schamphelre, M., Spanoghe, P., Brusselman, E., Sonck, S. (2007). "Risk Assessment of Pesticide Spray Drift Damage in Belgium", *Crop Protection*, 26(4): 602–611.
- [66] Wauchope, R.D., Johnson, W.C., Sumner, H.R., (2004). "Foliar and Soil Deposition of Pesticide Sprays in Peanuts and Their Washoff and Runoff

- Under Simulated Worstcase Rainfall Conditions”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7056–7063.
- [67] Otieno, P.O., Owuor, P.O., Lalah, J.O., Pfister, G., Schramm, K.W., (2013). “Impacts of Climate-Induced Changes on The Distribution of Pesticides Residues in Water and Sediment of Lake Naivasha, Kenya”, *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(3): 2723–2733.
 - [68] Van Pul, W.A.J., Bidleman, T.F., Brorstrom-Lunden, E., Builtjes, P.J.H., Dutchak, S., Duyzer, J.H., (1999). “Atmospheric Transport and Deposition of Pesticides: An Assessment of Current Knowledge” *Water, Air, and Soil Pollution*, 115(1–4): 245–256.
 - [69] Carere, M., Miniero, R., Cicero, M.R. (2011). “Potential Effects of Climate Change on The Chemical Quality of Aquatic Biota. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30(8): 1214–1221.
 - [70] Oliver, D.P., Kookana, R.S., Anderson, J.S., Cox, J., Waller, N., Smith, L., (2012). “The Off-site Transport of Pesticide Loads From Two Land Uses in Relation to Hydrological Events in The Mt. Lofty Ranges, South Australia”, *Agricultural Water Management*, 106: 70–77.
 - [71] Probst, M., Berenzen, N., Lentzen-Godding, A., Schulz, R. (2005). “Scenario-Based Simulation of Runoff-Related Pesticide Entries into Small Streams on a Landscape Level”, *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 62(2): 145–159.
 - [72] Reilly, J., Tubiello, F., McCarl, B., Abler, D., Darwin, R., Fuglie, K., (2003). “US Agriculture and Climate Change: New Results”, *Climatic Change*, 57(1–2): 43–67.
 - [73] Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D., Clark, B.W., Van Tiem, L.A., Walcott, K.C., (2009). “The Toxicology of Climate Change: Environmental Contaminants in A Warming World”, *Environment International*, 35(6): 971–986.
 - [74] Ficklin, D.L., Luo, Y., Luedeling, E., Gatzke, S.E., & Zhang, M., (2010). “Sensitivity of Agricultural Runoff Loads to Rising Levels of CO₂ and Climate Change in The San Joaquin Valley Watershed of California”, *Environmental Pollution*, 158(1): 223–234.
 - [75] Zongmao, C., Haibin, W., (1997). “Degradation of Pesticides on Plant Surfaces and its Prediction: A Case Study on Tea Plant”, *Environmental Monitoring and Assessment*, 44(1–3): 303–313.
 - [76] Ahmad, R., James, T.K., Rahman, A., Holland, P.T., (2003). “Dissipation of The Herbicide Clopyralid in an Allophanic Soil: Laboratory and Field Studies”, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 2: 56:78.
 - [77] Athanasopoulos, P.E., Kyriakidis, N.V., & Stavropoulos, P., (2004). “A Study on The Environmental Degradation of Pesticides Azinphos Methyl and Parathion Methyl”, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 39(2): 297–309.
 - [78] Beulke, S., Brown, C.D., Fryer, C.J., & van Beinum, W. (2004). “Influence of Kinetic Sorption and Diffusion on Pesticide Movement Through Aggregated Soils”, *Chemosphere*, 57(6): 481–490.

- [79] Zayed, I.Y., Mostafaa, M.M., Parghalya, H.S.H., Attabya, Y.M., Adama, Pathia, M.M.,(1983). "Microbial Degradation Of Trifluralin By *Aspergillus Carneus*, *Fusarium Oxysporum* and *Trichoderma Viride*", Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 18(2): 253-267.
- [80] Selim H.M., Zhou L., Zhu H., (2003). "Herbicide Retention in Soil as Affected by Sugarcane Mulch Residue" J. Environ Qual, 32(4):1445-54.
- [81] Cooke, C. M., Shaw, G., Collins, C. D., (2004). "Determination of Solid-Liquid Partition Coefficients (K_d) for The Herbicides Isoproturon and Trifluralin in Five UK Agricultural Soils", Environmental Pollution, 132: 541– 552.
- [82] Dimou, A.D., Sakkas, V.A., Albanis, T.A., (2004). "Trifluralin Photolysis in Natural Waters and Under The Presence of Isolated Organic Matter and Nitrate Ions: Kinetics and Photoproduct Analysis", Journal of Photochemistry and Photobiology", Agricultural Chemistry 163: 473-480.
- [83] Smith A.E., Hayden B.J., (1982). "Carry-Over of Dinitramine, Triallate, and Trifluralin to The Following Spring in Soils Treated at Different Times During The Fall", Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 29: 483–486.
- [84] Ray A.B., Ma J., Borst M., (1995). "Adsorption of Surfactants on Clays". Hazardous Waste and Hazardous Materials, 12: 357–364.
- [85] Petersen S.O., Frohne P., Kennedy A.C., (2002). "Dynamics of A Soil Microbial Community Under Spring Wheat", Soil Science Society of America Journal, 66: 826–833.
- [86] EFSA (2008)., "Conclusion Regarding The Peer Review of The Pesticide Risk Assessment of The Active Substance Aklonifen", EFSA Scientific Report 149: 1-80.
- [87] Humburg N.E., (1989). "Herbicide Handbook of The Weed Science Society Of America, 6th. Ed, Champaign IL: 143.
- [88] Chatterjee D.K., Kilbane J.J., Chakrabarty A.M., (1982). "Biodegradation of 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic Acid in Soil by A Pure Culture of *Pseudomonas Cepacia*", Applied and Environmental Microbiology, 44: 514–516.
- [89] Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X., Epstein, P.R., Chivian, E., (2001). "Climate Change and Extreme Weather Events; Implications For Food Production, Plant Diseases, and Pests", Global Change and Human Health, (2): 90–104.
- [90] Hebert, V.R., Hoonhout, C., Miller, G.C., (2000)., "Use of Stable Tracer Studies to Evaluate Pesticide Photolysis at Elevated Temperatures", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(5): 1916–1921.
- [91] Nag, S.K., Dureja, P. (2003). "Environmental Transformation of Triadimefon in Water and on Plant Leaf Surface", Journal of Environmental Science and Health Part. B, 38(1): 49–58.
- [92] Zepp R.G., Chine D.M., (1973). "Rate of Direct Photolysis in Aquatic Environment", Environ. Sci. Technol., 11: 359–366.

- [93] Linders J., Mensink H., Stephenson G., Wauchope D., Racke K. (2000). "Foliar interception and Retention Values After Pesticide Application. A Proposal for Standardized Values for Environmental Risk Assessment", *Pure Appl. Chem.* 7 (11): 2199–2218.
- [94] Covarelli, G., (1999). "Controllo Della Flora Infestante, Le Principali Colture Agrarie in: Edagricole", Edizioni Agricole, Bologna.
- [95] Katagi, T., (2004). "Photodegradation of Pesticides on Plant and Soil Surfaces", *Reviews Of Environmental Contamination and Toxicology*, Springer, New York, 1-195.
- [96] Martin T, Laura G.S., Salum, M., Bujan Elba, I., Arguello Gustavo, A., (2005). "Time Evolution and Competing Pathways in Photodegradation of Trifluralin and Three of its Major Degradation Products", *Photochem. Photobiol. Sci.* 4: 869-875.
- [97] Souza, A.G., Cardeal, Z.L., Augusti, R., (2013). "Electrospray Ionization Mass Spectrometry (ESI-MS) Monitoring of The Photolysis of Diazinon in Aqueous Solution: Degradation Route And Toxicity of By-Products Against Artemia Salina", *J. Environ. Sci. Health B.*, 48: 171-176.
- [98] Sinclair, C.J., Boxall, A.B.A., (2003). "Assessing The Ecotoxicity of Pesticide Transformation Products" *Environ. Sci. Technol.* 37: 4617-4625.
- [99] Malato, S., Blanco, J., Richter, C., Braun, B. and Maldonado, M.I., (1998). "Enhancement of The Rate of Solar Photocatalytic Mineralization of Organic Pollutants by Inorganic Oxidizing Species", *Appl. Catal. Environ.*, 17: 347-356.
- [100] Bossan, D, Wortham, H, Masclet, P., (1995). "Atmospheric Transport of Pesticides Adsorbed on Aerosols. I. Photodegradation in Simulated Atmosphere", *Chemosphere*, 30: 21-29.
- [101] Parochetti, J.V, Dec, G.W., (1978). "Photodecomposition of Eleven Dinitroanilines", *Weed Sci* 26: 153-156.
- [102] Carpenter, M., Fennessey, M.M, (1988). "Determination of The Photolysis Rate of Trifluralin on The Surface of Soil", *Analytical Bio-Chemistry Laboratories*, Columbia.
- [103] Atkinson R., Guicherit R., Hites R.A., Palm W.U., Seiber J.N., De Voogt P., (1999). "Transformation of Pesticides in The Atmosphere: A State of The Art Water Air Soil. Poll.", 115: 219–243.
- [104] Burrows H.D., Canle L.M., Santaballa J.A., Steenken S., (2002) "Reaction Pathways and Mechanisms of Photodegradation of Pesticides", *J. Photoch. Photobio B*, 67: 71–108.
- [105] Fred F., (1997) "Pesticides and The Environment, in: *Agricultural M.U Guide*", University Extension, University Of Missouri-Columbia, 1–6.
- [106] Frank R., Logan L., Clegg B.S., (1991). "Pesticide and Polychlorinated Biphenyl Residues in Waters at The Mouth of The Grand, Saugeen, and Thames Rivers, Ontario, Canada, 1986-1990", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 21:585–595.

- [107] Sakkas V.A, Lambropoulou, D.A, Albanis T.A, (2002). "Study of Chlorothalonil Photodegradation in Natural Waters and in The Presence of Humic Substances", *Chemosphere*, 48(9): 939-945.
- [108] Hossain M.S., Fakhruddin A.N.M., Alamgir Z.C.M., Khorshed A.M., (2013). "Degradation of Chlorpyrifos, an Organophosphorus Insecticide in Aqueous Solution with Gamma Irradiation and Natural Sunlight", *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 1: 270–274.
- [109] Grover R, Wolt J.D., Cessna A.J., Schiefer H.B., (1997) "Environmental Fate of Trifluralin", *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 153:1-64.
- [110] Plimmer, J.R., (1978). "Photolysis of T.C.D.D and Trifluralin on Silica and Soil", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 20: 87-92.
- [111] Bossan, D., Wortham, H., Masclet, P., (1995). "Atmospheric Transport of Pesticides Adsorbed on Aerosols I. Photodegradation in Simulated Atmosphere", *Chemosphere* 30: 21-29.
- [112] İsmail, B.S., Azlizan, B.A., (2002). "Persistence and Bioactivity of Metsulfuron-Methyl in Three Soils", *Journal of Environmental Science and Health. Part B: Pesticides, Food Contaminants, And Agricultural Wastes*, 37(4): 345–353.
- [113] Singh, N., Singh, B., Dureja, P., Sethunathan, N., (2003). "Persistence of Phorate in Soils: Role of Moisture, Temperature, Preexposure, and Microorganisms", *Journal of Environmental Science and Health. Part B: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 38(6): 723–735.
- [114] Wang, Y.S., Huang, Y.J., Chen, W.C., Yen, J.H., (2009). "Effect of Carbendazim and Pencycuron on Soil Bacterial Community" ,*Journal of Hazardous Materials*, 172(1): 84–91.
- [115] Carere, M., Miniero, R., Cicero, M.R. (2011). "Potential Effects of Climate Change on The Chemical Quality of Aquatic Biota in Trac Trends", *Analytical Chemistry*, 30(8): 1214–1221.
- [116] Oliver, D.P., Kookana, R.S., Anderson, J.S., Cox, J., Waller, N., Smith, L., (2012). "The Off-Site Transport of Pesticide Loads from Two Land Uses in Relation to Hydrological Events in The Mt. Lofty Ranges, South Australia", *Agricultural Water Management*, 106: 70–77.
- [117] Bailey, S.W., (2003). "Climate Change and Decreasing Herbicide Persistence", *Pest Management Science*, 60: 158–162.
- [118] Covarelli, G., (1999). "Controllo Della Flora Infestante. Le Principali Colture Agrarie in: Edagricole". Edizioni Agricole, Bologna.
- [119] De Weert, J., Vinas, M., Grotenhuis, T., Rijnaarts, H., Langenhoff, A., (2010). "Aerobic Nonylphenol Degradation and Nitro-Nonylphenol Formation by Microbial Cultures from Sediments", *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 86: 761-771.
- [120] Awad. N., Sabit, H.H., Abo-Aba, S.E.M., Bayoumi, R.A., (2011). "Isolation, Characterization and Fingerprinting of Some Chlorpyrifos-Degrading Bacterial

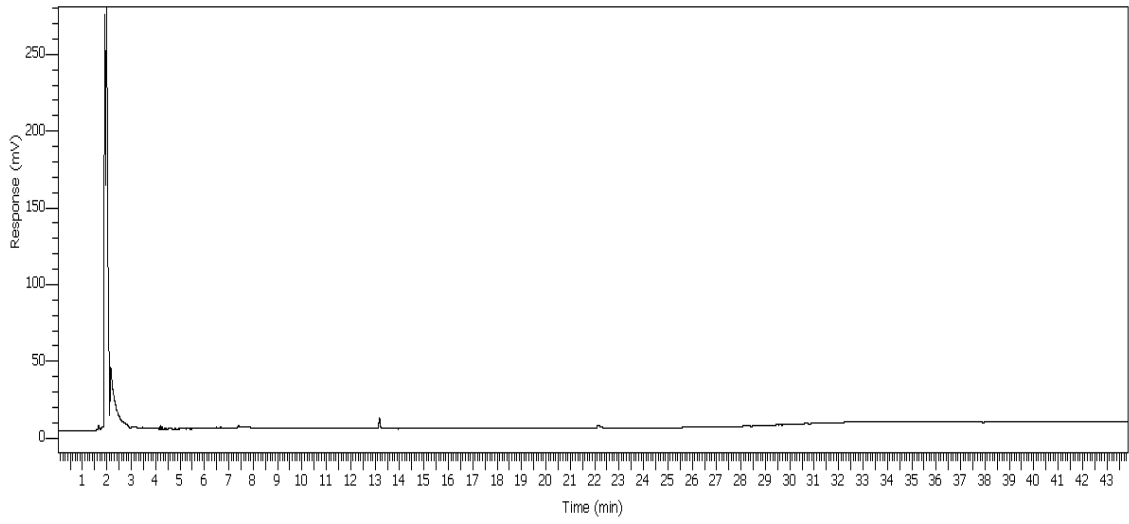
Strains Isolated from Egyptian Pesticides-Polluted Soils”, *African Journal of Microbiology Research* 5: 2855-2862.

- [121] Massiha, A., Majid, M.R., Pahlaviani, K., Issazadeh, K., (2011). “Microbial Degradation of Pesticides in Surface Soil Using Native Strain in Iran”, *Int. Conf. Biotechnol. Environmental Management* vol. 18. IACSIT, 2011, Singapore, 76-81.
- [122] Somasundaram, L., Coats, J.R., (1991)., “Pesticide Transformation Products. Fate and Significance in The Environment”, *ACS Symposium Series*, American Chemical Society, Washington DC, 459: 305.
- [123] Diez, M.C., (2010)., “Biological Aspects Involved in The Degradation of Organic Pollutants. *Journal of Soil Science Plant Nutrition*, 10: 244-267.
- [124] Alister, C., Araya, M., Kogan, M., (2011). “Effects of Physicochemical Soil Properties of Five Agricultural Soils on Herbicide Soil Adsorption and Leaching”, *Revista Ciencia E Investigación Agraria*, 38(2): 243–251.
- [125] Singh, B.K., Walker, A., Wright, D.J., (2006). “Bioremedial Potential of Fenamiphos and Chlorpyrifos Degrading Isolates: Influence of Different Environmental Conditions”, *Soil Biology Biochemistry* 38: 2682- 2693.
- [126] Zhu., J., Zhao, Y., Qiu, J., (2010). “Isolation and Application of A Chlorpyrifos-Degrading *Bacillus Licheniformis* ZHU-1” , *African Journal of Microbiology Research* 4: 2410-2413.
- [127] Kulshrestha, G., Kumari, A., (2011). “Fungal Degradation of Chlorpyrifos by *Acremonium* Sp. Strain (GFRC-1) Isolated From a Laboratory-Enriched Red Agricultural Soil”, *Biology and Fertility of Soils*, 47: 219- 225.
- [128] Iraqi, S. M. U., Iraqi, E., (2000). “Sorption of The Pesticide Endosulphan on Two Indian Soils”, *Journal of Colloid and Interface Science*, 224:155-161.
- [129] Tan, K. H., (1998). “Principles of Soil Chemistry”. Marcel Dekker Inc., New York, Usa.
- [130] Barriuso, E., Benoit, P., Dubus, I.G., (2008). “Formation of Pesticide Nonextractable (Bound) Residues in Soil: Magnitude, Controlling Factors and Reversibility”, *Environmental Science and Technology*, 42(6): 1845–1854.
- [131] Vanclooster M., Boesten J.J.T.I., Trevisan M., Brown C.D., Capri E., Eklo, O.M. Gottesbüren B., Gouy V., Van Der Linden A.M.A., (2000). “A European Test of Pesticide-Leaching Models: Methodology and Major Recommendations”, *Agric. Water Manage*, 44, (1–3): 1–19.
- [132] Mackay D., Paterson S., (1991). “Evaluating The Multimedia Fate of Organic Chemicals: A Level III Fugacity Model”, *Environ. Sci. Technol.*, 25(3): 427–436.
- [133] Arias E.M., López P.E., Martínez C.E., Simal-G.J., Mejuto J.C., García R.L., (2008) “The Mobility and Degradation of Pesticides in Soils and The Pollution of Groundwater Resources” *Agric. Ecosys. Environ.*, 123: 247–260.

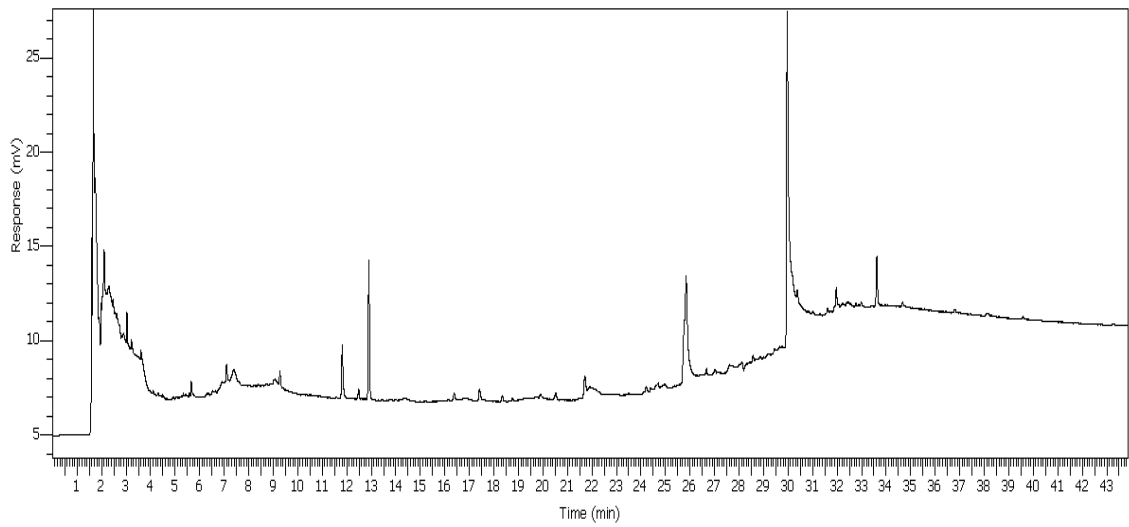
- [134] Elliott J.A., Cessna A.J., Best K.B., Nicholaichuk W., Tollefson L.C., (2000). "Leaching Rates and Preferential Flow of Selected Herbicides Through Tilled and Untilled Soil" *J. Environ. Qual.*, 29: 1650–1656.
- [135] Kim J.H., Feagley, S., (2002). "Leaching of Trifluralin, Metolachlor and Metribuzin in a Clay Loam Soil of Louisiana" *J. Environ Sci Health B.* 37(5):393-403.
- [136] Seeland, A., Oehlmann, J., Mueller, R., (2012). "Aquatic Ecotoxicity of The Fungicide Pyrimethanil: Effect Profile Under Optimal and Thermal Stress Conditions", *Environmental Pollution*, 168: 161–169.
- [137] Delorenzo, M.E., Wallace, S.C., Danese, L.E., Baird, T.D., (2009). "Temperature and Salinity Effects on The Toxicity of Common Pesticides to The Grass Shrimp, *Palaemonetes Pugio*", *Journal of Environmental Science and Health Part B: Pesticides, Food Contaminants, And Agricultural Wastes*, 44(5): 455–460.
- [138] Greco, L., Pellerin, J., Capri, E., Garnerot, F., Louis, S., Fournier, M., vd., (2011). "Physiological Effects of Temperature and A Herbicide Mixture on The Soft-Shell Clam *Mya Arenaria* (Mollusca, Bivalvia)", *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(1): 132–141.
- [139] Patterson, D.T., Westbrook, J.K., Joyce, R.J.V., Lingren, P.D., Rogasik, J., (1999). "Weeds, Insects, and Diseases", *Climatic Change*, 43(4): 711–727.
- [140] Kim J.H., Feagley, S.E., (1996). *Journal of Korean Environ. Sci.*, 5: 585-592.
- [141] Kim J.-H., Feagley, S.E., (2002). "Leaching of Trifluralin, Metolachlor, and Metribuzin in a Clay Loam Soil of Louisiana" *J. Environ Sci Health B.*, 37(5):393-403.
- [142] Johnson, A.W., Wauchope, R.D., Burgoa, B., (1995). "Effect of Simulated Rainfall on Leaching and Efficacy of Fenamiphos", *Journal of Nematology*, 27(4): 555–562.
- [143] Blenkinsop, S., Fowler, H.J., Dubus, I.G., Nolan, B.T., Hollis, J.M., (2008). "Developing Climatic Scenarios for Pesticide Fate Modelling in Europe", *Environmental Pollution*, 154: 219–231.
- [144] Nolan, B.T., Dubus, I.G., Surdyk, N., Fowler, H.J., Burton, A., Hollis, J.M., vd., (2008). "Identification of Key Climatic Factors Regulating The Transport of Pesticides in Leaching and to Tile Drains", *Pest Management Science*, 64(9): 933–944.
- [145] Bloomfield, J.P., Williams, R.J., Gooddy, D.C., Cape, J.N., Guha, P., (2006). "Impacts of Climate Change on The Fate and Behaviour of Pesticides in Surface and Groundwater A U.K. Perspective", *Science of The Total Environment*, 369(1–3): 163–177.
- [146] McClung, L. S. (1985). "Bergey Bergey's Manual of Systematic Bacteriology" *Book Review Int. J. of Syst. Bact.*
- [147] Winogradsky, S., (1925). "Etudes Sur La Microbiologie Du Sol: I Sur La Methode", *Ann. Inst. Pasteur*, 39: 299-354.

- [148] Campbell, N.A., Reece, J .B., (2005). "Biology" Benjamin Cummings, ISBN 0-8053-7146-X.
- [149] Jackson, R.M., (1975). "Soil Fungi In Soil Microbiology" I: 165-180. Butterworths, London.
- [150] Prescott (2002)., "Microbiology" 5th Edition IBN: 0-07-282905-2. 2002.
- [151] Anonim (2013). Kırklareli Türkbükü Köyü Meteoroloji Gözlem İstasyunu Yıllık Veriler.
- [152] Richards, L. A., (1954). "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils", USDA Agriculture Handbook No:60.
- [153] Tüzüner, A., (1990). "Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı", T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [154] Walkley, A., Black, I.A., (1934). "An Examination of The Degtjareff Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Variations in Digestion Conditions and of İnorganic Soil Constituents", Soil Sci. 63:251-263.
- [155] Bremner, J.M., (1965). "Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties", Inc. Pub. Agron. Series. No: 9, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- [156] Bouyoucos, G.J., (1962). "Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils", Agron. J. 54: 464-465.
- [157] Kacar, B., Kovancı, İ., (1982). "Bitki, Toprak ve Gübrelerde Kimyasal Fosfor Analizleri ve Değerlendirilmesi", Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 354, İzmir, Türkiye.
- [158] Kacar, B., (1972). "Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri", Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Klavuzu:155, Ankara, Türkiye.
- [159] Anonim, (2012). "Atatürk Toprak Su Kaynakları ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü" Değerlendirme Raporu
- [160] OSPAR, (2005). "Hazardous Substances Series: Trifluralin", OSPAR Commission.
- [161] Zelles, L., Adrian, P., Bai, Q.Y., Stepper, K., Adrian, M.V., Fischer, K., Maier, A., Ziegler, A., (1991)"Microbial Activity Measured in Soils Stored under Different Temperature and Humidity Conditions", Soil Biology Biochemistry 23: 955-962.
- [162] US Environmental Protection Agency (EPA), (1992). "Test Methods for Evaluation of Solid Waste, Vol. 1B: Laboratory Manual, Physical/Chemical Methods (SW- 846), Method 3550C, Solid-Phase Extraction", Laboratory Manual, Revision 3 February 2007.
- [163] US Environmental Protection Agency (EPA), (1996). "Test Methods for Evaluation of Solid Waste, Vol. 1B: Laboratory Manual, Physical/Chemical Methods (SW- 846), Method 8081B, Organochlorine Pesticides by Gas Chromatography", Revision 2 February 2007.

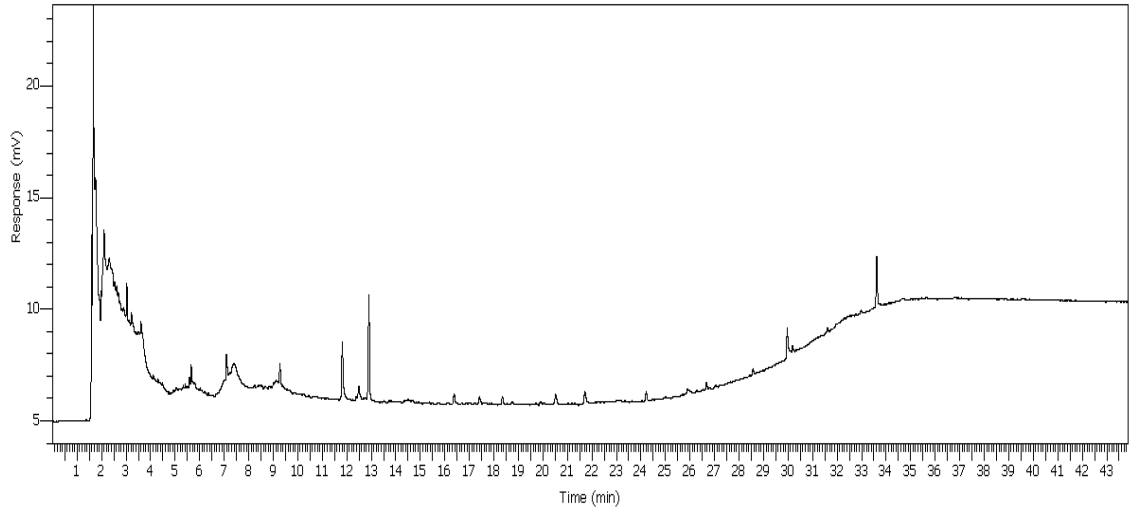
- [164] US Environmental Protection Agency (EPA), (2007). "Brominated Diphenyl Ethers in Water Soil, Sediment and Tissue by HRGC/HRMS, EPA 1614 Method" Revision 2 February 2007.
- [165] Travers, R. S., Martin, P. A. W. and Reichelderfer, C. F., (1987). "Selective Process for Efficient Isolation of Soil Bacillus Sp.", *Appl. Environ. Microbiol.* 53: 1263–1266.
- [166] Cruikshank, R., (1972). "Medical Microbiology 11th Ed.", Livingstone, London, P: 356.
- [167] Beutler, E., Gelbart, T. Kuhl, W. (1990). "Interference of Heparin with The Polymerase Chain Reaction", *Biotechniques* 9: 166.
- [168] Özkaya B., Demir A., (2011). "Microbial Community Analysis With Pcr-Dgge-Sequencing Based Molecular Methods in Municipal Solid Waste Management", *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma* 3: 219-227.
- [169] Avcioglu D.B., (2013), "Unpublished Results".
- [170] Weisberg W.G., Barns S.M., Pelletier D.A., Lane D.J., (1991). "16S Ribosomal DNA Amplification for Phylogenetic Study" ,*Journal of Bacteriology*, 173: 697–703.
- [171] Standard Methods (2009). "Chemical Oxygen Demand 5220C Closed Reflux, Titimetric Method "Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater".
- [172] Standard Methods (2009). "Total Organic Carbon 5310A High Temperature Combustion Method "Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater".
- [173] Environmental Protection Agency (EPA), (1996), "METHOD 3510C Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction" Revision 3. December 1996.
- [174] OECD (2000) "Guideline for The Testing of Chemicals Adsorption - Desorption Using A Batch Equilibrium Method", Adopted : 21st January 2000.
- [175] Harry W.S, Paul J.V, John J.L.E., "Microbes in Action: A Laboratory Manual of Microbiology" 4th Edition 1990.
- [176] White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J., (1990). "Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal Rna Genes for Phylogenetics. In: *Pcr Protocols: A Guide to Methods and Applications*", I: 315–322, Academic Press, New York
- [177] Cooke D.E., Drenth A., Duncan J.M., Wagels G., Brasier C.M., (2000). "A Molecular Phylogeny of Phytophthora and Related Oomycetes", *Fungal Genetics and Biology*, 30: 17-32.

TRİFLURALİN'E AİT GC-ECD'DEN ALINAN EKRAN GÖRÜNTÜLERİ

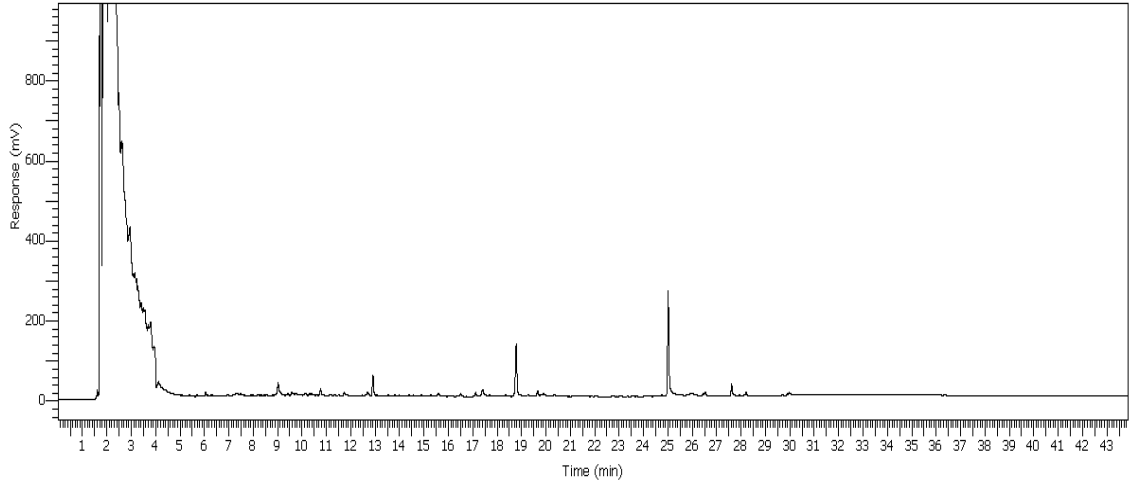
Şekil A. 1 Sıvı ortamda bakteri karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi



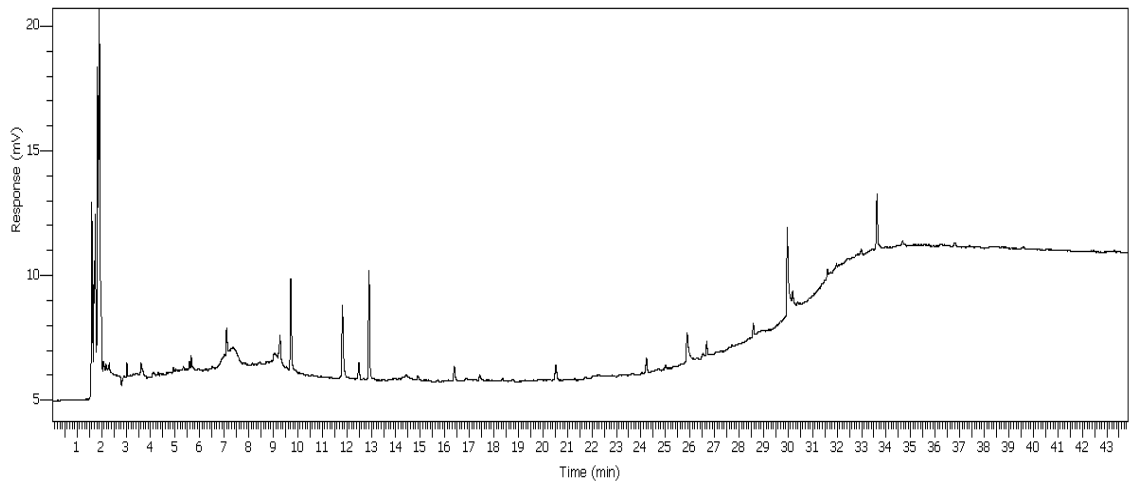
Şekil A. 2 Sıvı ortamda mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi



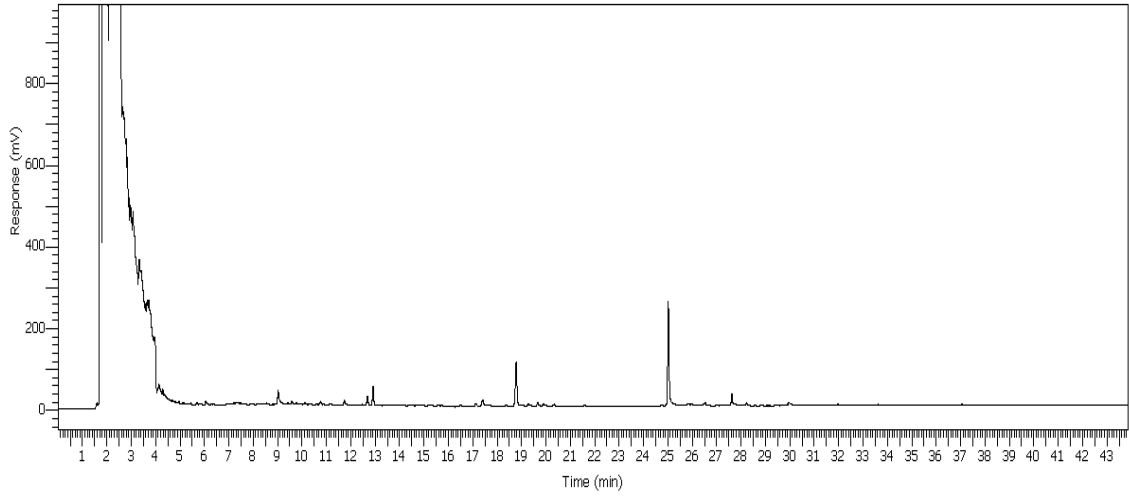
Şekil A. 3 Sıvı ortamda bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi



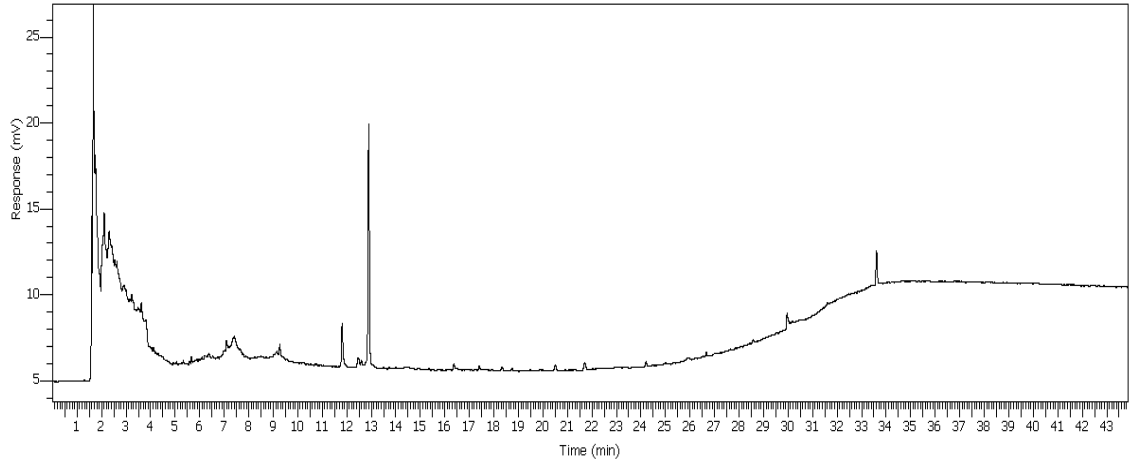
Şekil A. 4 Toprak ortamında 2 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi



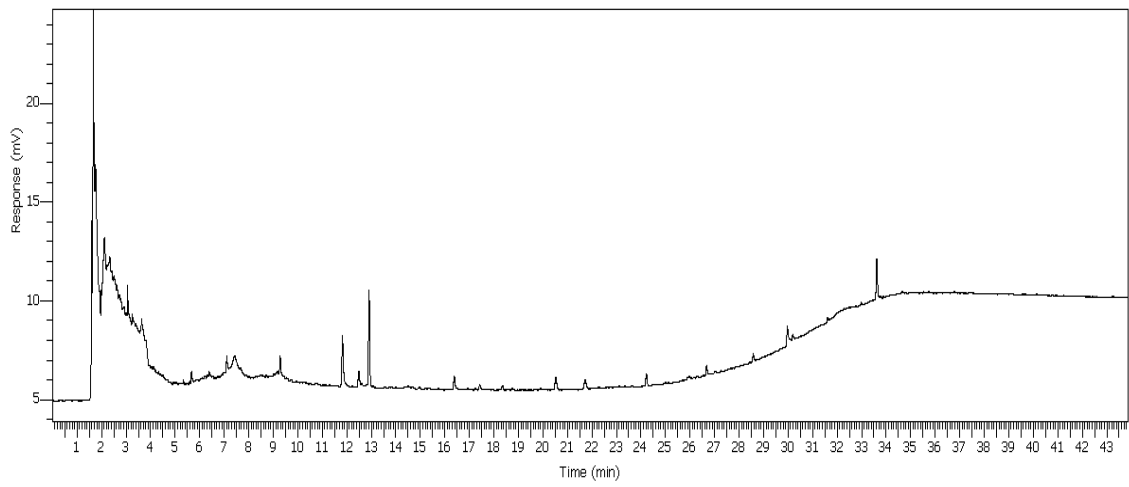
Şekil A. 5 Katı ortamda 5 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi



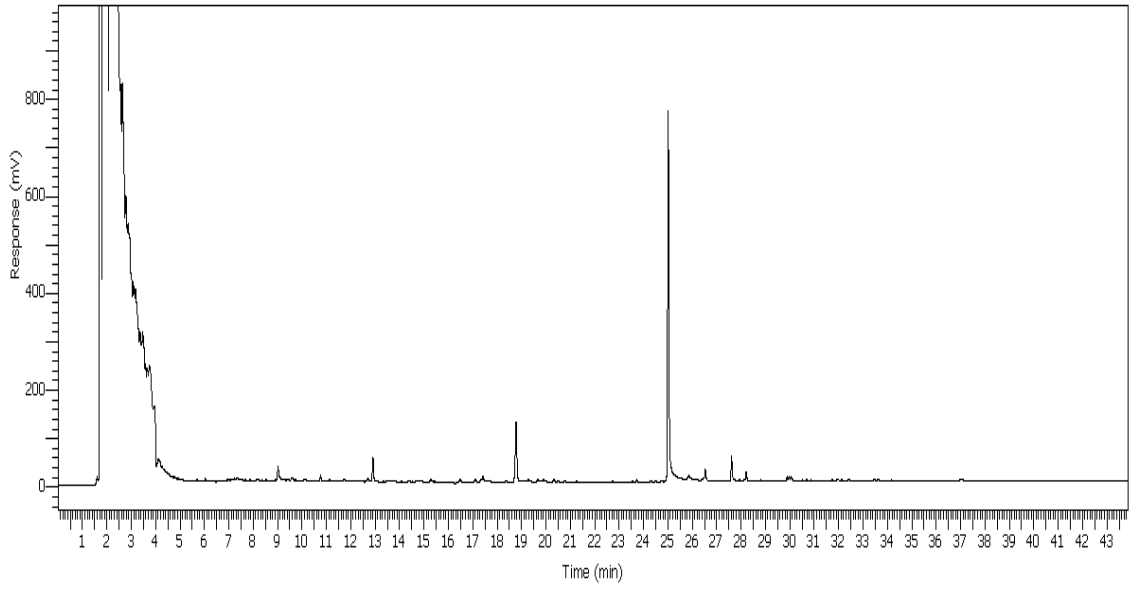
Şekil A. 6 Katı ortamda 2 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Trifluralin analiz neticesi



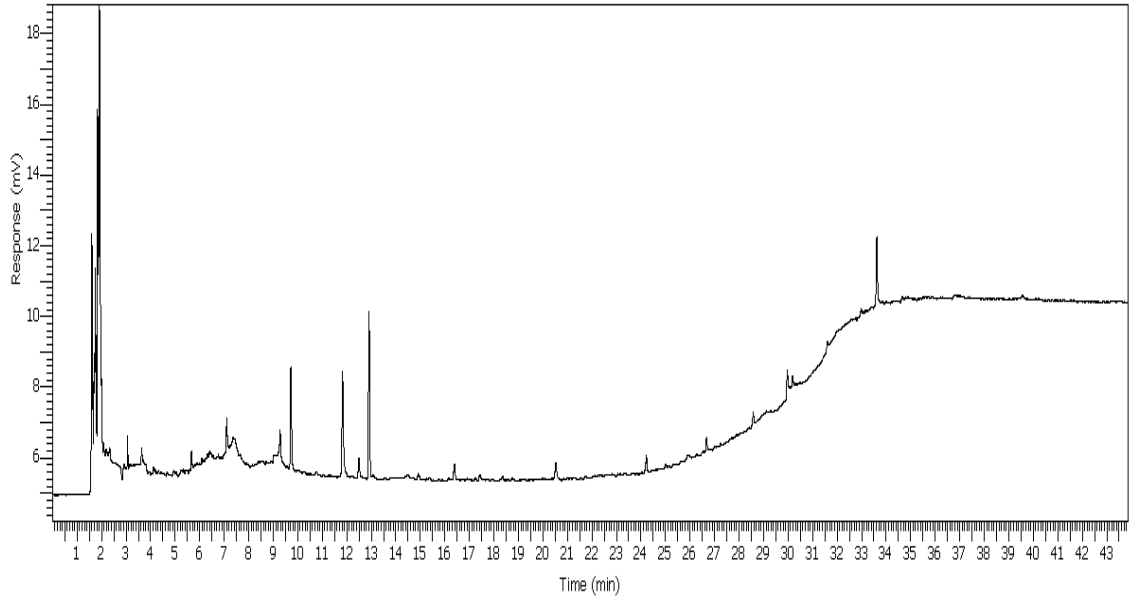
Şekil A. 7 Adsorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz



Şekil A. 8 Desorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz

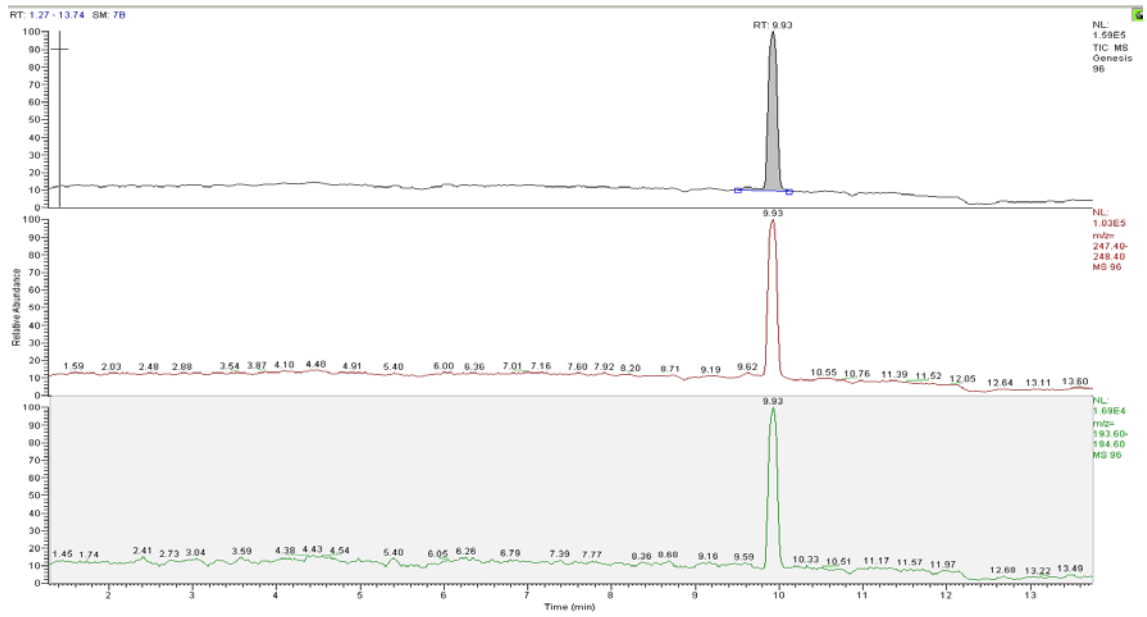


Şekil A. 9 Karanlık ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz

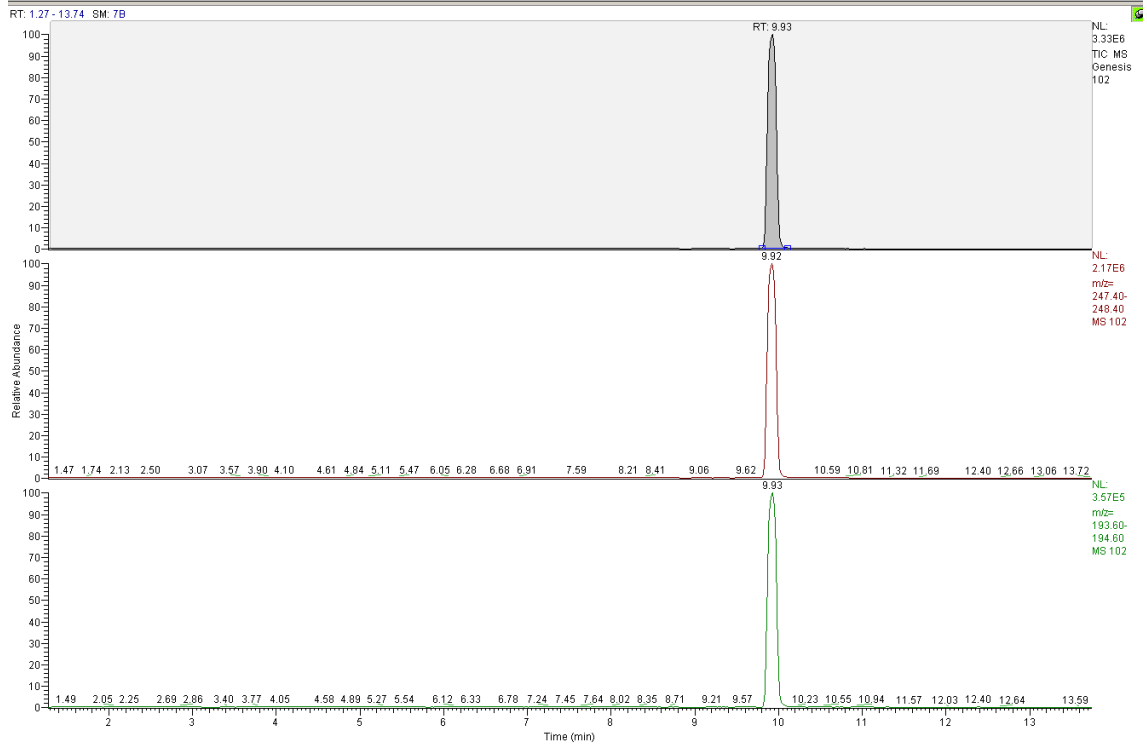


Şekil A. 10 Gün ışığı alan ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz

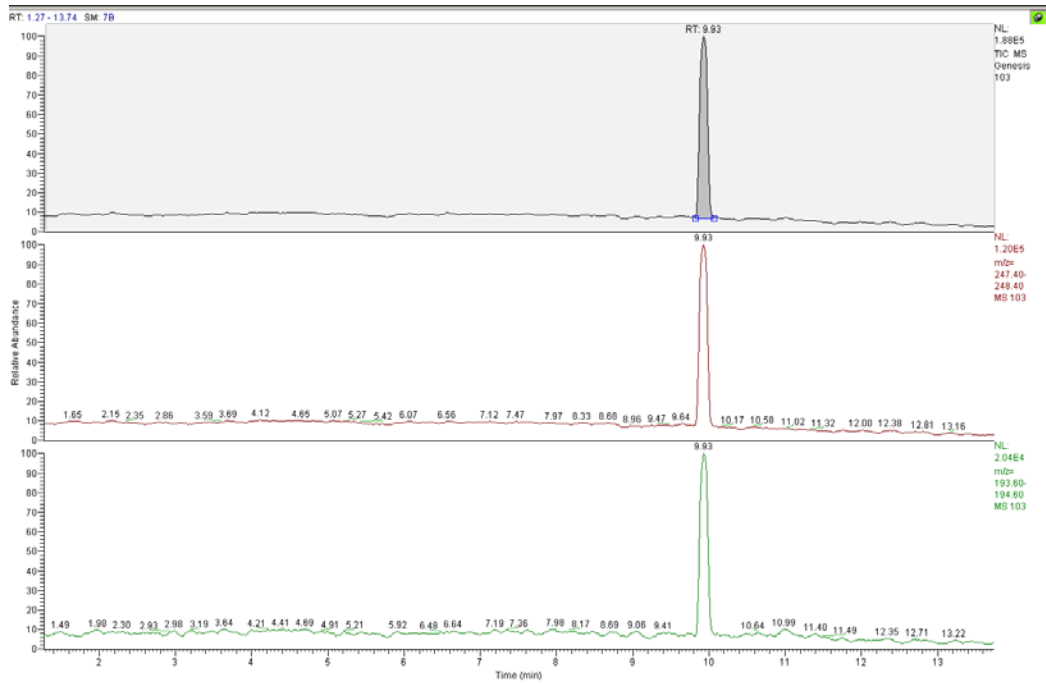
AKLONİFEN'E AİT LC-MS-MS'DEN ALINAN EKRAN GÖRÜNTÜLERİ



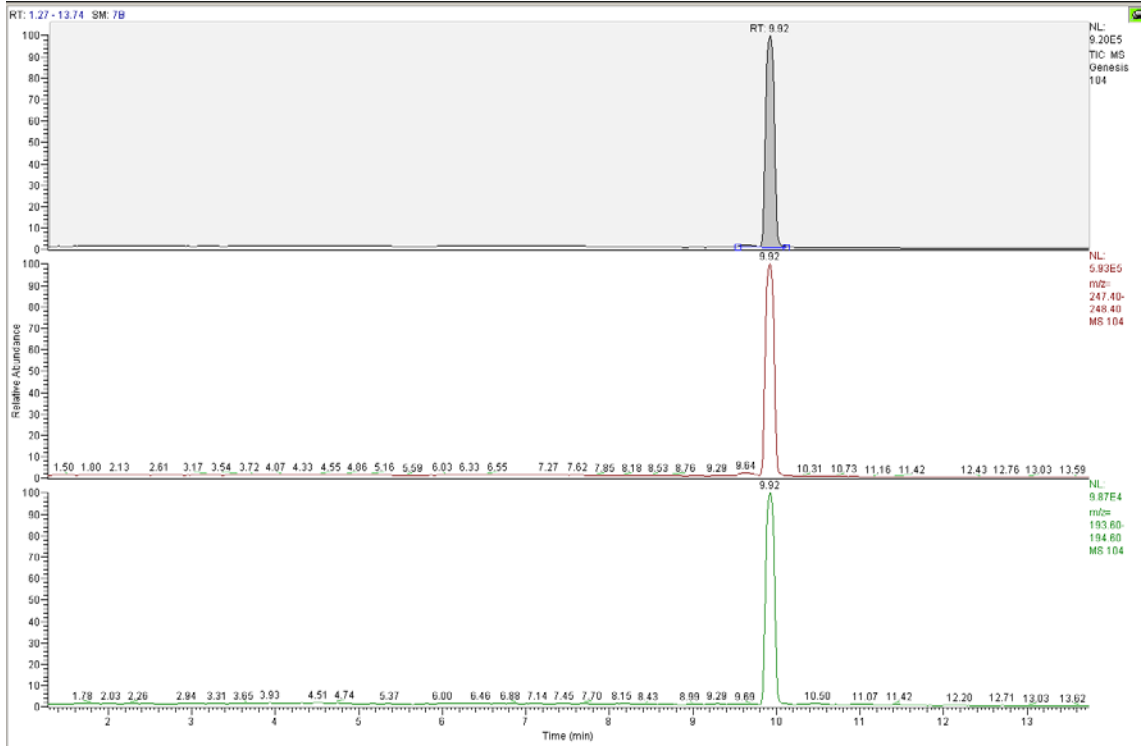
Şekil B. 1 Sıvı ortamda bakteri karışımlarında görülen Akonifen analiz neticesi



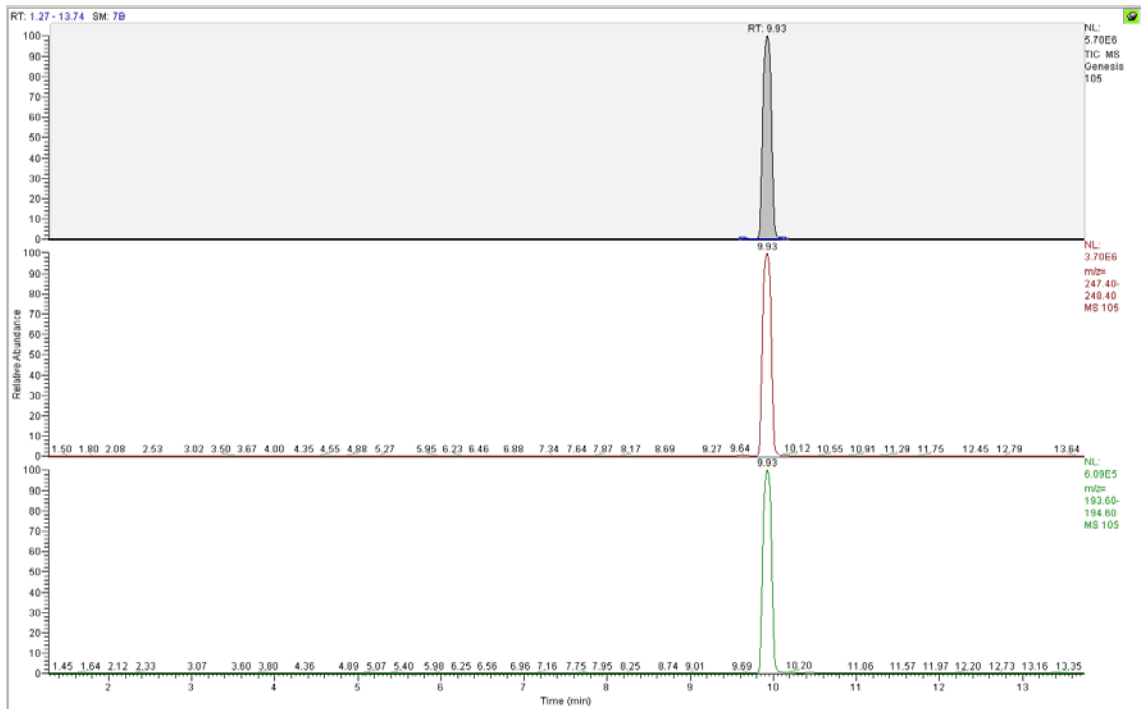
Şekil B. 2 Sıvı ortamda mantar karışımlarında görülen Akonifen analiz neticesi



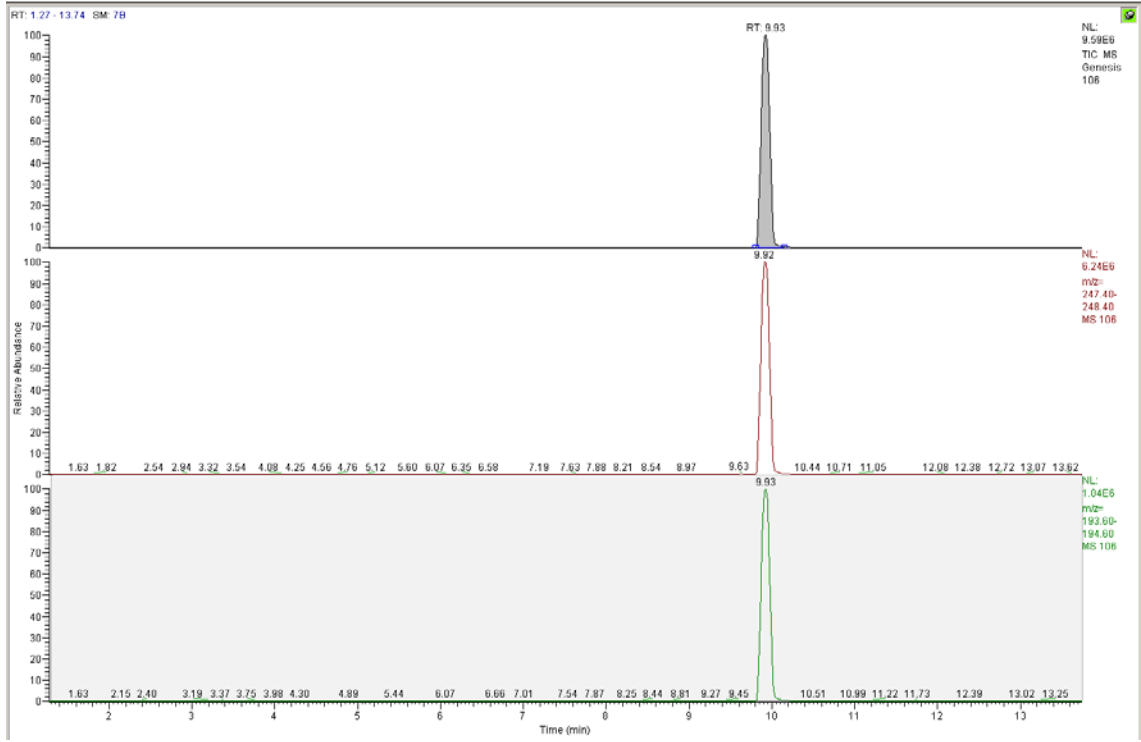
Şekil B. 3 Sıvı ortamda bakteri + mantar karışımlarında görülen Akonifen analiz neticesi



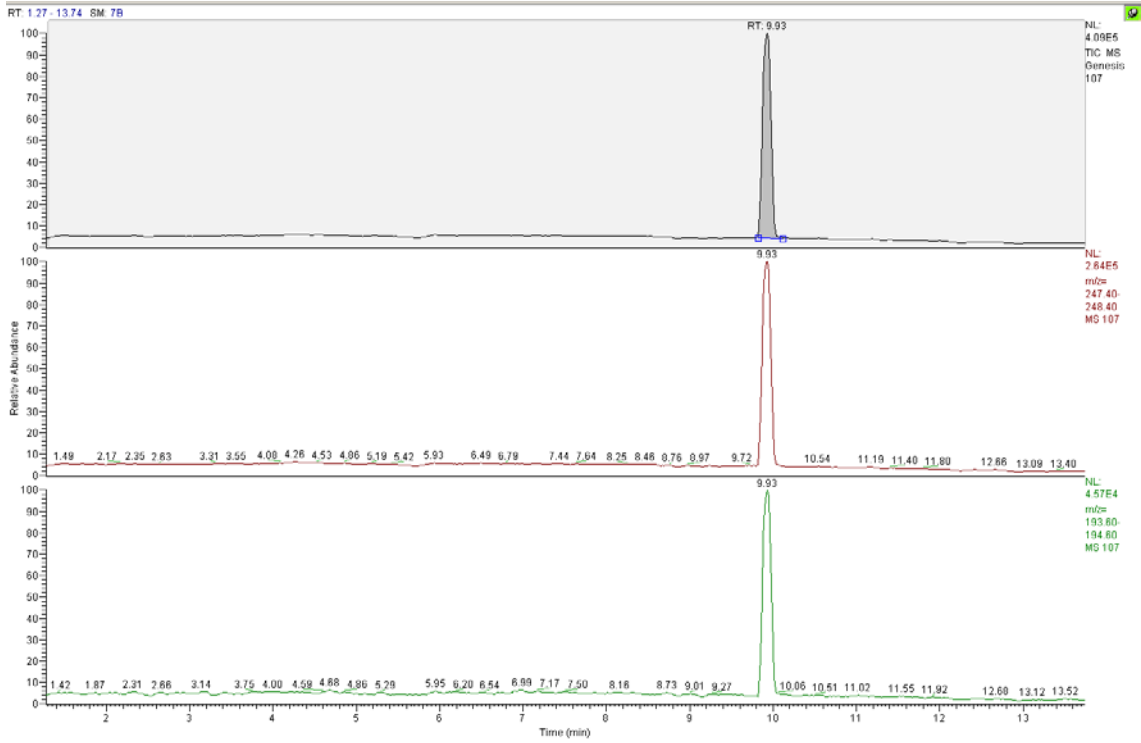
Şekil B. 4 Toprak ortamında 2 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi



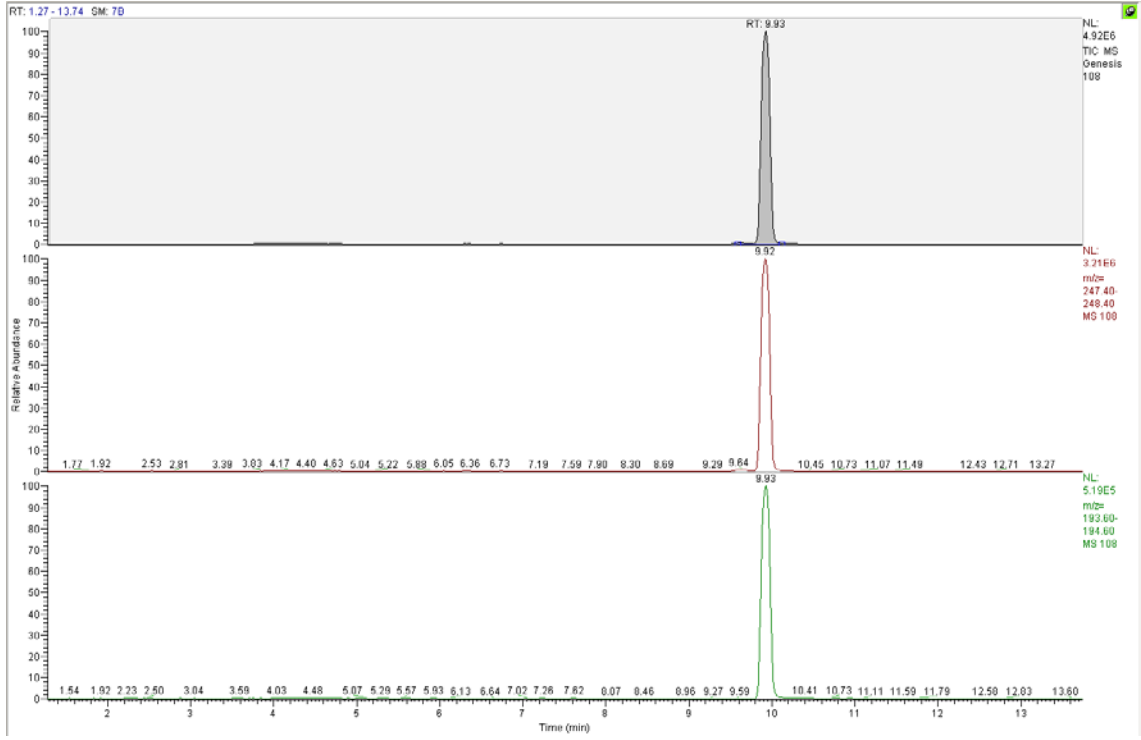
Şekil B. 5 Toprak ortamında 5 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi



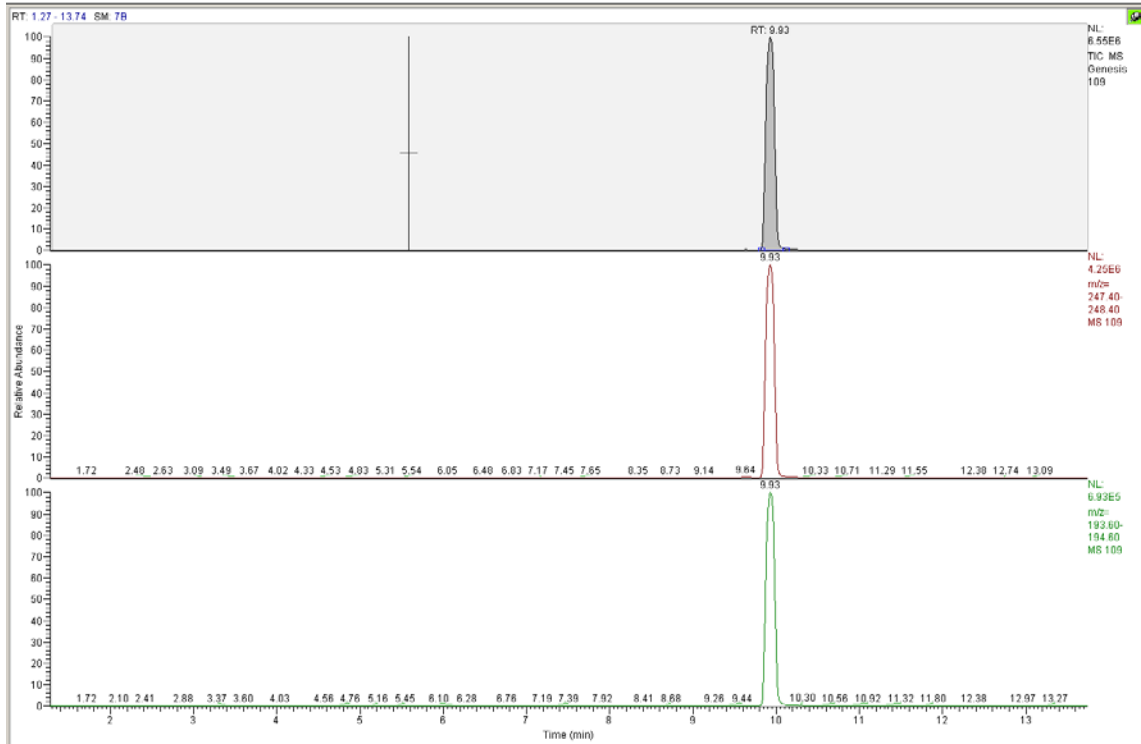
Şekil B. 6 Toprak ortamında 10 ml'lik bakteri + mantar karışımlarında görülen Aklonifen analiz neticesi



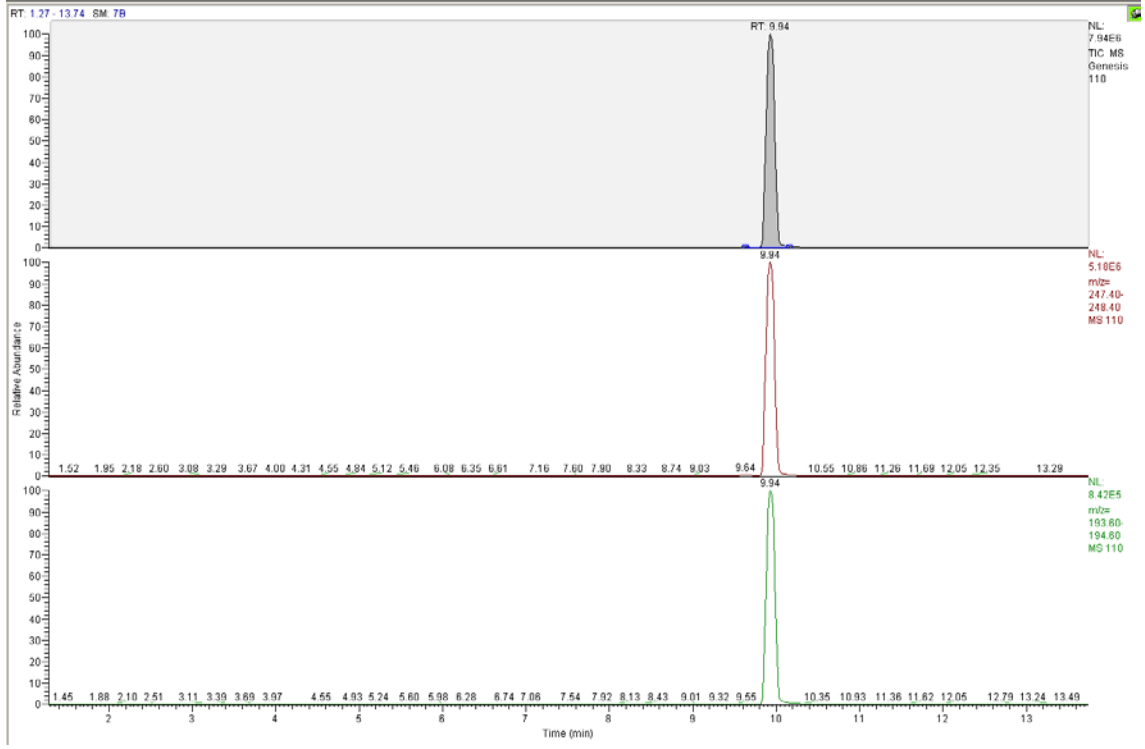
Şekil B. 7 Adsorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz



Şekil B. 8 Desorbsiyon çalışmasına ait örnek analiz



Şekil B. 9 Karanlık ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz



Şekil B. 10 Gün ışığı alan ortamda fotoliz çalışmasına ait örnek analiz

MİKROBİYAL TÜR TEŞHİS ÇALIŞMALARI İÇİN BLAST PROGRAMINDAN ALINAN EKRAN GÖRÜNTÜLERİ

M4

Metacordyceps chlamydosporia OLABİLİR

FWRD OKUMA

GGGGCCAAGAGAAAAGTGGACAGTCCCCAAAGCCTCTGTACTCGCCGGTC
 CCAACACCAAACCGCTGGGGCTTGAGGGTTGAAATGACGCTCGAACAGGC
 ATGCCCGCCAGAACTACTGGCGGGCGCAATGTGCGTTCAAGATTCGATGAT
 TCACTGAATTCTGCAATTCACATTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTC
 ATCGATGCA

BLASTN
 (İLK 3 SONUÇ)

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Metacordyceps chlamydosporia genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2 and 28S rRNA, partial and complete sequence, isolate: FO-7498	334	334	99%	1e-88	96%	AB709847.1
Verticillium chlamydosporium 18S rRNA gene (partial), ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS2, 28S rRNA gene (partial), isolate Spain 2	327	327	89%	2e-86	99%	AJ291804.1
Metacordyceps chlamydosporia genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2 and 28S rRNA, partial and complete sequence, isolate: FKI-6390	325	325	91%	7e-86	98%	AB709846.1

REV OKUMA

AAGGGCGCGTGCTTGGTAACTCCGCCCGGGTCCCAAACACCAAATCTCTC
 TCTCGCTAGAGAGAGAGGAAAGAGCTCGAACAGGCTCGCCCGCCAAAAT
 ACTGGAGGGCGCAATGTGCGTACAAAGATTCGATGATTCACTGAATTCTG
 CAATTCACATTACTTATCGCATTTTCGCTGCGTTCTTCATCGATGCA

BLASTN
 (İLK 8 SONUÇ)



Metacordyceps owariensis strain MY03260 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	205	205	85%	2e-49	88%	HQ165699.1
Metacordyceps owariensis strain MY03255 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence	205	205	85%	2e-49	88%	HQ165698.1

Şekil C. 1 Metacordyceps türlerine ait BLASTN programından alınan veri

M1

FWRD OKUMA

CCAAGAGGGGATTGGTTGAACCAACCCCGTCAGGTCCTTCCCGAGCGAG
TGACAGAGCCCCATACGCTCGAGGACCAGACGGACGTCGCCGCTGCCTTT
CGGGCAGGTCCCCGGGGGGGACCACACCCAACACACAAGCCGTGCTTGAGG
GCAGAAATGACGCTCGGACAGGCATGCCCCCGGAATGCCAGGGGGCGCA
ATGTGCGTTCAAGATTGATGATTCACGGAATTCTGCAATTCACATTACT
TATCGATTTGCTGCGTTCTTCATCGATGCAATAA

BLAST N ÇEŞİTLİ FUNGUSLARA (PENICILLIUM, TALAROMYCES SP) HİT VERİYOR,
BLASTN'İ KENDİNİZ FUNGUSUN MORFOLOJİSİYLE KARŞILAŞTIRARAK
İNCELEMELİSİNİZ

REV OKUMA

ACAAAGGAAAAAGTGGGAATTGGCAGAATTCGGTGAATCATCGAATCTTTG
AACGCACATTGCGCCCCCTGGCATTCCGGGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGT
CATTTCTGCCCTCAAGCACGGCTTGTGTGTTGGGTGTGGTCCCCCGGGG
ACCTGCCCCGAAAGGCAGCGGCGACGTCCGTCTGGTCTCGAGCGTACGGG
GCTCTGTCACTCGCTCGGGAAGGACCTGCGGGGGTGGTCACCACCATGT
TTTTACCACGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATA

BLAST N ÇEŞİTLİ FUNGUSLARA (PENICILLIUM, TALAROMYCES, TRICHODERMA
SP) HİT VERİYOR, BLASTN'İ KENDİNİZ FUNGUSUN MORFOLOJİSİYLE
KARŞILAŞTIRARAK İNCELEMELİSİNİZ

M7

FWRD OKUMA

GAAAAAATAATGTGATTGCAGATTCAGTGATCTCGATCTTTGACGCACA
TTGCGCCCTTTGGTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTA
CCCTCAAGCTTTGCTTGGTGTGGGCGTCTTGCTCTAGCTTTGCTGGAG
ACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGCCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCA
CAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTAAGCCTTTTTT
TCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATA

REV OKUMA

TAAAAAAGGGTTTAATGGGATGCTAAGACCTTTGCTGATAGAGAGTGCG
ACTTGTGCTGCGCTCCGAAACCAGTAGGCCGGCTGCCAATTACTTTAAGG
CGAGTCTCCAGCAAAGCTAGAGACAAGACGCCCAACACCAAGCAAAGCTT
GAGGGTACAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCTTTGGAATACCAAAGG

Şekil C. 2 Penicillium türlerine ait BLASTN programından alınan veri

NCBI Blast:Nucleotide Sequences x pochonia chlamydosporia - G x Nucleotide BLAST: Search nu x

blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome

Apps Yandex http://www.google.co... kanada yarıgma Image Galleries - Micro... MYCOTA

BLAST® Basic Local Alignment Search Tool

Home Recent Results Saved Strategies Help

NCBI/BLAST/blastn suite Standard Nucleotide BLAST

blastn blastp blastx tblastn tblastx

Enter Query Sequence

Enter accession number(s), gi(s), or FASTA sequence(s) Clear Query subrange

From To

Or, upload file Choose File No file chosen

Job Title Enter a descriptive title for your BLAST search

☐ Align two or more sequences

Choose Search Set

Database ☐ Human genomic + transcript ☐ Mouse genomic + transcript ☒ Others (nr etc.):

Nucleotide collection (nr/nt)

Organism Optional Enter organism name or id-completions will be suggested ☐ Exclude +

Enter organism common name, binomial, or tax id. Only 20 top taxa will be shown.

Exclude Optional ☐ Models (XMAP) ☐ Uncultured/environmental sample sequences

Entrez Query Optional Enter an Entrez query to limit search

Program Selection

Optimize for ☐ Highly similar sequences (megablast) ☐ More dissimilar sequences (discontiguous megablast) ☒ Somewhat similar sequences (blastn)

Choose a BLAST algorithm

BLAST Search database Nucleotide collection (nr/nt) using Blastn (Optimize for somewhat similar sequences)

☐ Show results in a new window

+ Algorithm parameters

BLAST is a registered trademark of the National Library of Medicine.

Copyright | Disclaimer | Privacy | Accessibility | Contact | Send feedback

Şekil C. 3 BLASTN Programında veri girişi

M1

FWRD OKUMA

CCAAGAGGGGATTGGTTGAACCAACCCCGTCAGGTCCTTCCCGAGCGAG
TGACAGAGCCCCATACGCTCGAGGACCAGACGGACGTCGCCGCTGCCCTT
CGGGCAGGTCCCCGGGGGGACCACACCAACACACAAGCCGTGCTTGAGG
GCAGAAATGACGCTCGGACAGGCATGCCCCCGGAATGCCAGGGGGCGCA
ATGTGCGTTCAAGATTCGATGATTCACGGAATTCTGCAATTCACATTACT
TATCGATTTGCTGCGTTCTTCATCGATGCAATAA

BLAST N ÇEŞİTLİ FUNGUSLARA (PENİCİLLİUM, TALAROMYCES SP) HİT VERİYOR,
BLASTN'İ KENDİNİZ FUNGUSUN MORFOLOJİSİYLE KARŞILAŞTIRARAK
İNCELEMELİSİNİZ

REV OKUMA

ACAAAGGAAAAAGTGAATTGGCAGAATTCGGTGAATCATCGAATCTTTG
AACGCACATTGCGCCCCCTGGCATTCCGGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGT
CATTTCTGCCCTCAAGCACGGCTTGTGTGTTGGGTGTGGTCCCCCGGGG
ACCTGCCCGAAAGGCAGGGCGACGTCGGTCTGGTCTCGAGCGTACGGG
GCTCTGCTACTCGCTCGGAAGGACCTGCGGGGGTTGGTCACCACCATGT
TTTTACCACGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATA

BLAST N ÇEŞİTLİ FUNGUSLARA (PENİCİLLİUM, TALAROMYCES, THRICHODERMA
SP) HİT VERİYOR, BLASTN'İ KENDİNİZ FUNGUSUN MORFOLOJİSİYLE
KARŞILAŞTIRARAK İNCELEMELİSİNİZ

M6

FWRD OKUMA

GAAAAAATAATGTGATTGCAGATTCACTGATCTCGATCTTTGACGCACA
TTGCGCCCTTTGGTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTA
CCCTCAAGCTTTGCTTGGTGTGGGCGTCTTGTCTCTAGCTTTGCTGGAG
ACTCGCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCA
CAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTAAGCCTTTTTT
TCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATA

BLAST N BAŞTA

Alternaria alternata OLMAK ÜZERE, BİRKAÇ ALTERNARIA TÜRÜNE HİT
VERİYOR, BLASTN'İ KENDİNİZ FUNGUSUN MORFOLOJİSİYLE KARŞILAŞTIRARAK
İNCELEMELİSİNİZ

REV OKUMA

TAAAAAAGGGTTTAATGGGATGCTAAGACCTTTGCTGATAGAGAGTGCG
ACTTGTGCTGCGCTCCGAAACAGTAGCCGGCTGCCAATTACTTTAAGG
CGAGTCTCCAGCAAAGCTAGAGACAAGACGCCCAACACCAAGCAAAGCTT
GAGGGTACAAATGACGCTCGAACAGGCATGCCCTTTGGAATACCAAAGGG
CGCAATGTGCGTTCAAAGATTCGATGATTCAGTGAATTCTGCAATTCACA
CTACTTATCGCATTTGCGTTCCTTCATCGATGCAAAATTGGGGGGGG
GGGTACGGGTTTGGGGGCCGCCACGATCCCACGCCCTTTACAGGGTGCG
CCGCTTGACCTTTTT

Şekil C. 4 Penicillium ve Alternata mantarlarına ait BLASTN programından alınan veri

→ C blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi#

BLAST® Basic Local Alignment Search Tool

Home Recent Results Saved Strategies Help

NCBI/BLAST/blastn suite - Formatting Results - KJ99900018

Edit and Resubmit Save Search Strategies Formatting options Download You Tube How to read this page

Nucleotide Sequence (583 letters)

RID: KJ99900018 (Expires on 04-01 19:44 pm)

Query ID: lcl|157413
Description: None
Molecule type: nucleic acid
Query Length: 583

Database Name: nr
Description: Nucleotide collection (nt)
Program: BLASTN 2.2.29+ Citation

Other reports: Search Summary [Taxonomy reports] [Distance tree of results]

Graphic Summary

Descriptions

Legend for links to other resources: UniGene GEO Gene Structure Map Viewer PubChem BioAssay

Sequences producing significant alignments:

Accession	Description	Max score	Total score	Query coverage	E value	Ident
gil478665441 KC464351.1	Penicillium sp. PK51 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; inter	955	955	92%	0.0	99%
gil309401347 HQ3166311.1	Penicillium sp. FL-2010w isolate UASWS0537 18S ribosomal RNA gene, partia	949	949	94%	0.0	99%
gil428273037 X965237.1	Talaromyces purpurogenus strain CBS 101965 18S ribosomal RNA gene, part	948	948	92%	0.0	99%
gil428273938 X965238.1	Talaromyces ruber strain DTO189A7 18S ribosomal RNA gene, partial sequen	944	944	92%	0.0	99%
gil374093434 JN899312.1	Penicillium sp. CBS 196.88 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; intern	944	944	92%	0.0	99%
gil163063343 EU330619.1	Penicillium sp. 4382 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal trans	944	944	92%	0.0	99%
gil328579935 HM489414.1	Penicillium minivoluteum strain KUC1680 18S ribosomal RNA gene, partial sequ	942	942	92%	0.0	99%
gil298356935 JN868483.1	Penicillium purpurogenum genomic DNA containing ITS1, 5.8S rRNA gene, ITS	940	940	94%	0.0	98%
gil428273942 X965242.1	Talaromyces ruber strain CBS 132699 18S ribosomal RNA gene, partial sequ	939	939	92%	0.0	99%
gil428273939 X965239.1	Talaromyces ruber strain CBS 101144 18S ribosomal RNA gene, partial sequ	939	939	92%	0.0	99%
gil428273941 X965241.1	Talaromyces ruber strain CBS 113140 18S ribosomal RNA gene, partial sequ	939	939	92%	0.0	99%
gil309510769 JQ912016.1	Penicillium sp. GT11 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal trans	939	939	94%	0.0	98%
gil388618730 JQ912017.1	Penicillium sp. GT22 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal trans	939	939	94%	0.0	98%
gil317383328 JH0631007.1	Penicillium sp. 3 TMS-2011 voucher BGD100p3-1 18S ribosomal RNA gene, pa	939	939	94%	0.0	98%
gil309401341 HQ3166305.1	Penicillium sp. FL-2010b isolate UASWS0531 18S ribosomal RNA gene, partial	939	939	92%	0.0	99%
gil307748588 EF380354.2	Penicillium minivoluteum 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal tra	939	939	94%	0.0	98%
gil291490366 GU566190.1	Penicillium purpurogenum strain A27 18S ribosomal RNA gene, partial sequen	939	939	94%	0.0	98%
gil291498395 GU566207.1	Penicillium purpurogenum strain BF 18S ribosomal RNA gene, partial sequen	939	939	94%	0.0	98%
gil238636672 JH8505424.1	Penicillium sp. CLF-S genes for 18S rRNA, ITS1, 5.8S rRNA, ITS2, 28S rRNA,	939	939	94%	0.0	98%
gil297375539 HM052434.1	Penicillium minivoluteum strain KUC4096 18S ribosomal RNA gene, partial sequ	935	935	94%	0.0	98%
gil309401326 HQ3166300.1	Penicillium sp. FL-2010a isolate UASWS0516 18S ribosomal RNA gene, partial	935	935	92%	0.0	99%

Şekil C. 5 Penicillium türlerine ait BLASTN programından alınan veri

→ C blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

RID: M4V72PA9014 (Expires on 04-08 17:16 pm)

Query ID: lcl|49295
Description: None
Molecule type: nucleic acid
Query Length: 227

Database Name: nr
Description: Nucleotide collection (nt)
Program: BLASTN 2.2.29+ Citation

Other reports: Search Summary [Taxonomy reports] [Distance tree of results]

Graphic Summary

Descriptions

Sequences producing significant alignments:

Select: All None Selected:0

Alignments Download GenBank Graphics Distance tree of results

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
☐ Uncultured bacterium clone BACd-3D6 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	50.0	50.0	24%	0.010	81%	GQ127766.1
☐ Uncultured bacterium clone S_227 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	46.4	46.4	23%	0.12	81%	KF785349.1
☐ Uncultured bacterium clone GB7N87001BM783 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequ	44.6	44.6	24%	0.41	80%	HM686578.1
☐ Uncultured bacterium clone GB7N87001CEQD8 small subunit ribosomal RNA gene, partial seg	44.6	44.6	24%	0.41	80%	HM686420.1
☐ Weeksella virosa DSM 16922, complete genome	42.8	42.8	14%	1.4	88%	CP002455.1
☐ Uncultured bacterium clone Sang_162 16S ribosomal RNA gene, partial sequence	42.8	42.8	24%	1.4	79%	GU795233.1

Şekil C. 6 Bakteri türlerine ait BLASTN programından alınan veri -1

blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?CMD=Get&RID=M4V72PA9014&FORMAT_OBJECT=TaxBlast&NCBI_GI=off&DESC

ICBI/BLAST/blastn suite/Formatting Results - M4V72PA9014

[Edit and Resubmit](#) [Save Search Strategies](#) [Formatting options](#)

[Download](#) [YouTube](#) [How to read this page](#) [Blast report description](#)

Tax BLAST Report

Index

- [Lineage Report](#)
- [Organism Report](#)
- [Taxonomy Report](#)
- [Help](#)

Lineage Report

cellular organisms

- . Bacteria [bacteria] 49 9 hits [bacteria] Uncultured bacterium clone BACd-3D6 16S ribosomal RNA gen
- . . uncultured bacterium ----- 42 1 hit [CFB group bacteria] Weeksella virosa DSM 16922, complete genome
- . . Weeksella virosa DSM 16922 40 1 hit [firmicutes] Clostridium tetani 12124569 main chromosome, complete gen
- . . Clostridium tetani 12124569 40 1 hit [coelacanth] PREDICTED: Latimeria chalumnae uncharacterized LOC102364703
- . . Latimeria chalumnae ----- 40 1 hit [ascomycetes] Fusarium fujikuroi IMI 58289 draft genome, chromosome FFU
- . . Fusarium fujikuroi IMI 58289 40 2 hits [snakes] Anilius scytale mitochondrion, partial genome
- . . Anilius scytale (South American red pip...) .

Organism Report

Şekil C. 7 Bakteri türlerine ait BLASTN programından alınan veri -2

blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi

Nucleotide Sequence (158 letters)

RID M4VUPZNM01R (Expires on 04-08 17:26 pm)

Query ID Icl|55869 Database Name nr

Description None Description Nucleotide collection (nt)

Molecule type nucleic acid Program BLASTN 2.2.29+ [Citation](#)

Query Length 158

Other reports: [Search Summary](#) [Taxonomy reports](#) [Distance tree of results](#)

[Graphic Summary](#)

[Descriptions](#)

Sequences producing significant alignments:

Select: [All](#) [None](#) Selected: 0

[Alignments](#) [Download](#) [GenBank](#) [Graphics](#) [Distance tree of results](#)

Description	Max score	Total score	Query cover	E value	Ident	Accession
Weeksella virosa DSM 16922, complete genome	42.8	42.8	20%	0.92	88%	CP002455.1
Clostridium tetani 12124569 main chromosome, complete genome	41.0	41.0	17%	3.2	93%	HG530135.1
PREDICTED: Latimeria chalumnae uncharacterized LOC102364703 (LOC102364703), misc RNA	41.0	41.0	22%	3.2	86%	XR_322707.1
Fusarium fujikuroi IMI 58289 draft genome, chromosome FFUJ chr07	41.0	41.0	27%	3.2	82%	HF679029.1
Anilius scytale mitochondrion, partial genome	41.0	41.0	17%	3.2	93%	GQ200593.1
Anilius scytale mitochondrion, complete genome	41.0	41.0	17%	3.2	93%	FJ755180.1

Şekil C. 8 Bakteri türlerine ait BLASTN programından alınan veri -3

1) B2 ve B3'ün bulunduğu petriden alınan 1. Bakteri örneğinin sonucu:

Bacillus simplex olabilir (bkz aşağıdaki Taxonomy Report)

```
CACCTATGGCGGGGCGCTGCTCTAATACAGTGGCAAGTCGAGCGAATCGATGTGTCATCTCGCTCCCTGAGATTAGCGGCG
GACGGGTGAGTAACACGTGGGCAACCTGCTATAAGACTGGGATAACTTCGGGAAACCGGAGCTAATACCGGATACGTTTC
TTTTCTCGCATGAGAGAAGATGGAAAGACGGTTTACGCTGTCACTTATAGATGGGCCCCGGGCGCATTAGCTAGTTGGTGA
GGTAATGGCTCACCAAGGCGACGATGCGTAGCCGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACACTGGGACTGAGACACGCCCCAG
ACTCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTCCGCAATGGACGAAAGTCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAAACGAAGAAG
GCCTTCGGGTCGTAAAGTTCTGTTGTTAGGGAAGAACAAAGTACCAGAGTAACTGCTGGTACCTTGACGGTACCTAACCCAGA
AAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTGGGCGTAAAGCG
CGCGCAGGTGGTTCCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCACGGCTCAACCGTGGAGGGTCATTGGAACTGGGGAACCTTGAGT
GCAGAAGAGGAAAGTGAATTCCAAGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATTGGAGGAACACCACTGCG
```

Database: Nucleotide collection (nt)
21,321,906 sequences; 54,167,275,616 total letters
Query=
Length=710

Sequences producing significant alignments:		Score (Bits)	E Value
gb KF831394.1	<u>Bacillus sp. 263ZG12 16S ribosomal RNA gene, p...</u>	1205	0.0
gb GU201859.1	<u>Bacillus simplex strain Qtx-12 16S ribosomal R...</u>	1205	0.0
gb EU124559.1	<u>Bacillus simplex strain OSS 24 16S ribosomal R...</u>	1205	0.0
emb HE646789.1	<u>Bacillus muralis partial 16S rRNA gene, clone ME</u>	1204	0.0
gb KC993454.1	<u>Uncultured bacterium clone SPS_0312 16S riboso...</u>	1202	0.0
gb KF317874.1	<u>Bacillus thuringiensis strain ex4 culture-coll...</u>	1202	0.0
gb JQ977012.1	<u>Bacillus sp. G08 16S ribosomal RNA gene, parti...</u>	1202	0.0
gb KC494005.1	<u>Bacillus simplex strain DY14-65 16S ribosomal ...</u>	1202	0.0
gb JQ794627.1	<u>Uncultured Bacillus sp. clone OTU-33 16S ribos...</u>	1202	0.0
gb KC584769.1	<u>Bacillus sp. RPWC2.6 16S ribosomal RNA gene, p...</u>	1202	0.0
gb KC584764.1	<u>Bacillus sp. RPWB3.3 16S ribosomal RNA gene, p...</u>	1202	0.0
gb KC584761.1	<u>Bacillus sp. RPWB1.3 16S ribosomal RNA gene, p...</u>	1202	0.0
gb KC355256.1	<u>[Brevibacterium] frigoritolerans strain KUDC17...</u>	1202	0.0
gb KC355255.1	<u>[Brevibacterium] frigoritolerans strain KUDC17...</u>	1202	0.0
emb HF585254.1	<u>Bacillus simplex partial 16S rRNA gene, isola...</u>	1202	0.0

Şekil C. 9 *Bacillus simplex* ve *Bacillus muralis* bakterilerine ait BLASTN programından alınan veri

2) B4'ün bulunduğu petriden alınan bakteri örneği

Micrococcus luteus olabilir (Bknz Taxonomy Report)

TGTCGCGTGGCGCACACAGACTTAACCATGCACGTCGAACGATGAAGCCAAGCTTGCTGGGTGGATTAGTGGCGAACGGG
TGAGTAACACGTGAGTAACCTGCCCTTAACCTCTGGGATAAGCCTGGGAACTGGGTCTAATACCGGATAGGAGCGTCCACC
GCATGGTGGGTGTTGAAAAGATTTATCGGTTTTGATGGACTCGCGGCCTATCAGCTTGTGGTGAGGTAATGGCTCACCA
AGGCGACGACGGGTAGCCGCCCTGAGAGGGTGACCGGCCACACTGGGACTGAGACACGGCCCAGACTCTACGGGAGGC
AGCAGTGGGGAATATTGCACAATGGGCGAAAGCCTGATGCAGCGACGCCGCGTGAGGGATGACGGCCTTCGGGTTGTAA
ACCTCTTTTCAGTAGGGAAGAAGCGAAAGTGACGGTACCTGCAGAAGAAGCACCGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGT
AATACGTAGGGTGCGAGCGTTATCCGGAATTATTGGGCGTAAAGAGCTCGTAGGCGGTTTGTCTGCGTCTGTGCGTAAAGTC
CGGGGCTTAACCCCGATCTGCGGTGGTACGGGCAGACTAGAGTGCAGTAGGGGAGACTGGAATCCTGGTGTAGCGG
TGGAATGCGCAGATATCAGGAGAACACCGATGGCGAAGGCAGGTCTCTGGGCTGTAAGTACGCTGAGGAGCGAAAGC
ATGGGGAGCGAACA

Sequences producing significant alignments:		Score (Bits)	E Value
gb KF555623.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain DR44 16S ribosomal R...	1270	0.0
ref NR_075062.1	<i>Micrococcus luteus</i> NCTC 2665 strain NCTC 266...	1270	0.0
gb KC113160.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain KSI 951 16S ribosoma...	1270	0.0
gb JX286691.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain D3 16S ribosomal RNA...	1270	0.0
gb JQ658423.1	<i>Micrococcus</i> sp. HEXBA04 16S ribosomal RNA gene...	1270	0.0
gb JQ522981.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain Pv8 16S ribosomal RN...	1270	0.0
gb JN644553.1	<i>Micrococcus yunnanensis</i> strain BP3_1A 16S ribo...	1270	0.0
gb GQ289364.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain BGDa135 M15 16S ribo...	1270	0.0
gb GQ289363.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain BGDa135 M14 16S ribo...	1270	0.0
gb GQ289362.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain BGDa135 M13 16S ribo...	1270	0.0
gb GQ289361.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain BGDa135 M12 16S ribo...	1270	0.0
gb GQ289359.1	<i>Micrococcus luteus</i> strain BGDa135 M4 16S ribos...	1270	0.0
gb GU595336.1	<i>Micrococcus</i> sp. WB18-01 16S ribosomal RNA gene...	1270	0.0
gb JF226671.1	Uncultured bacterium clone ncd2583d03c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF226606.1	Uncultured bacterium clone ncd2582f07c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF226467.1	Uncultured bacterium clone ncd2580b11c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF226375.1	Uncultured bacterium clone ncd2578g09c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF226349.1	Uncultured bacterium clone ncd2578c03c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF226305.1	Uncultured bacterium clone ncd2578b07c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF219370.1	Uncultured bacterium clone ncd2584d02c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF216836.1	Uncultured bacterium clone ncd2519d05c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF216465.1	Uncultured bacterium clone ncd2513d12c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF216256.1	Uncultured bacterium clone ncd2509h08c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF215598.1	Uncultured bacterium clone ncd2499h11c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF211108.1	Uncultured bacterium clone ncd2432g01c1 16S ri...	1270	0.0
gb JF193366.1	Uncultured bacterium clone ncd2236b04c1 16S ri...	1270	0.0

Şekil C. 10 *Micrococcus luteus* bakterilerine ait BLASTN programından alınan veri

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gökhan Önder ERGÜVEN
Doğum Tarihi ve Yeri : 02.11.1982 / Kırklareli
Yabancı Dili : İngilizce, Almanca
E-posta : erguven@yildiz.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Üniversite/Okul	Mezuniyet yılı
Y.Lisans	Tarımsal yapılar ve sulama	Namık Kemal Üniversitesi	2010
Lisans	Çevre Mühendisliği	Trakya Üniversitesi	2007
Lise	Fen/Matematik	Lüleburgaz Anadolu Lisesi	2001

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2011	Yıldız Teknik Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2010	Tunceli Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. Ergüven, G. Ö., Sener, M., (2012). "Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Faydalanarak Hayrabolu Sulama Sebekesi Bilgi Sistemi", Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 9(2): 75-81.

Konferans Bildirisi

Uluslararası

1. Koçak, E., Dalgıç, G., Türkdogan, İ., Yetilmezsoy, K., Ergüven, G. Ö., (2014). "Investigation of Potential Genotoxic Activity for the Pharmaceutical Wastewater Containing Paracetamol". EURASIA 2014 Waste Management Symposium, April 2014, Istanbul.

2. Ergüven, G. Ö., Bayhan, H., Koçak, E., Dalgıç, G., (2014). Monitoring the Degregation of Trifluarin and Aclonifen Herbicides by Mixed Cultures with Parameters of Chemical Oxygen Demand(COD) and Total Organic Carbon(TOC). Awareness Raising Workshop:Pesticide Residues in Closed Cropping and Organic Pollutants in the Turkish Environment, March 2014, Kusadasi, İzmir.

3. Ergüven, G. Ö., Bayhan, H., İkizoğlu, B., Kuzu, L., Koçak, E., Dalgıç, G., Şakar, S., (2014). "Monitoring The Removal Efficiency of The Herbicide Aclonifen By Soil Bacteria", Interational Symposium of Molecular Chemistry. December, 2014, Istanbul.

4. Bozyiğit, M., Koçak, E., Şakar, S., Dalgıç, G., Yetilmezsoy, K., Ergüven, G. Ö., İkizoğlu, B., (2014). "Investigation of Potential Genotoxic Activity of Asin Gulf in the Aegean Region", Interational Symposium of Molecular Chemistry, November 2014, Istanbul.

5. Dere, T., Ergüven, G. Ö., Taylan, N., (2011). "Solid Waste Management of Tunceli City Center and Effect of Population", 6th. International Symposium of Ecology and Environmental Problems, November 2011, Antalya.

Konferans Sunumu

Uluslararası

1. Ergüven, G. Ö., Bayhan, H., İkizoğlu, B., Kanat, G., Nuhoğlu, Y., (2015). "Removal Efficiency of the Herbicide Aclonifen by Soil Fungi". International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS), May, 2015, Skopje.

2. Ergüven, G. Ö., Bayhan, H., İkizoğlu, B., Kanat, G., (2015, Mayıs). Removal Rate of Herbicide Aclonifen in Agrucultural Sunflower Field in Natural Period. International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS), May, 2015, Skopje.

3. Ergüven, G. Ö., Bayhan, H., İkizoğlu, B., Kanat, G., (2015, Mayıs). Removal Rate of Herbicide Trifluralin in Agrucultural Sunflower Field in Natural Period. International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS), May, 2015, Skopje.

Ulusal

1. Bayhan, H., Kanat, G., Erguven, G. O., (2012). "Tavuk Dışkısı Atıklarından Enerji ve Tavuk Yemi Üretimi". II. AR-GE Proje Pazarı-Enerji ve Çevre Teknolojileri, Mayıs 2012, İstanbul.
2. Bayhan, H., Dazkır, M., Kanat, G., Ergüven, G. Ö. (2012, Mayıs). "Eko Mezbaha Tasarımı ile Enerji ve Madde Kazanımı". . II. AR-GE Proje Pazarı-Enerji ve Çevre Teknolojileri, Mayıs 2012, İstanbul.
3. Ergüven, G. Ö., Şener, M. (2012). "Hayrabolu Sulama Şebekesi Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Mayıs 2012, Bornova-İzmir-Türkiye.