

**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**GELENEKSEL GIDALARDAN İZOLE EDİLEN *LACTOBACILLUS* SP.  
SUŞLARININ PESTİSİTLERİN PARÇALANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Yıldıray İSTANBULLU**

**Biyoteknoloji Anabilim Dalı**

**Haziran 2022**

**BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**GELENEKSEL GIDALARDAN İZOLE EDİLEN *LACTOBACILLUS* SP.  
SUŞLARININ PESTİSİTLERİN PARÇALANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Yıldıray İSTANBULLU**

**Biyoteknoloji Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mete YILMAZ**

**Haziran 2022**



BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 171083204 numaralı Doktora Öğrencisi Yıldıray İSTANBULLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “GELENEKSEL GIDALARDAN İZOLE EDİLEN *LACTOBACILLUS* SP. SUŞLARININ PESTİSİTLERİN PARÇALANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.



**Teslim Tarihi** :  
**Savunma Tarihi** : 08.06.2022

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, TAGEM/HSGYAD/A/21/A3/P1/2310 numaralı Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü kariyer projesi ile desteklenmiştir.



## İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Yıldırım İSTANBULLU

İmzası :

Yıldırım İSTANBULLU



*Değerli Dünyam ve Mars'a*

## ÖNSÖZ

Doktora sürecimde mesleki birikimimi akademik olarak yoğuran, uzun ve yorucu doktora süreci içerisinde tüm sorularımı, çıkmazlarımı engin sabrı ile cevaplayan, net çözümler üreten, yeni ufuklar açan, yoluma ışık tutan değerli hocam Prof. Dr. Mete YILMAZ'a,

Bu tez çalışmasına finansal kaynak oluşturan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne,

Tez çalışmamın tüm aşamalarında inanılmaz desteği ve bilimsel emeğini esirgemeyen yol arkadaşım değerli kardeşim Dr. Hakan TOSUNOĞLU'na, meslek hayatımın ilk günlerinden itibaren yanı başımda hem abla, hem meslek büyüğüm olarak desteği ile yer alan Dr. Vesile ÇETİN'e, Dr. Ergün AYANOĞLU'na, Sema DEMİR'e ve Dr. Banu AKGÜN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son söz; yoğun iş hayatım ile doktora çalışma sürecinden kaynaklanan stres ve iş yükünü aşmak için mücadelede evimizde çalışma ortamını sağlaması, böyle kritik süreçleri yönetmek için sınırsız fedakarlıklarından dolayı biricik eşim Naime MESTANOĞLU İSTANBULLU'ya da şükranlarımı sunarım.

Haziran 2022

Yıldıray İSTANBULLU

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	viii
KISALTMALAR .....	.x
SEMBOLLER .....	.xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	.xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	.xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY .....	xvi
<b>1. GİRİŞ ...</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı.....	6
1.2 Laktik Asit Bakterileri.....	7
1.2.1 <i>Limosilactobacillus fermentum</i> .....	9
1.2.2 <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> .....	10
1.2.3 <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> .....	12
1.2.4 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> .....	15
1.2.5 <i>Lactococcus lactis</i> .....	16
1.3 Pestisitler.....	19
1.3.1 Imidacloprid.....	26
1.3.2 Endosülfan.....	29
1.3.3 Malathion.....	30
1.3.4 Cypermethrin.....	32
1.4 Pestisitlerin Biyodegradasyonu.....	34
<b>2. MALZEME VE YÖNTEM.....</b> .....	<b>43</b>
2.1 Malzeme.....	43
2.2 Yöntem .....	44
2.2.1 Besiyerlerinin hazırlanması.....	45
2.2.2 Bakterilerin canlandırılması.....	46
2.2.3 Bakterilerin saflık kontrolü.....	47
2.2.3.1 Gram boyama.....	47
2.2.3.2 Katalaz testi.....	47
2.2.3.3 MALDI-TOF VİTEK/MS yöntemi ile tanımlama.....	48
2.2.4 Tekrar stok kültür oluşturma.....	51
2.2.5 Tanımlanan suşların brotha inokülasyonu.....	51
2.2.6 Suş içeren brothlara pestisit ilavesi.....	53
2.2.7 Deney boyunca bakteri sayısının belirlenmesi.....	53
2.2.8 Pestisit analizi.....	54
2.2.8.1 Pestisit standartlarının hazırlanması.....	54
2.2.8.2 Örneklerin ekstraksiyonu.....	55
2.2.8.3 LC MS/MS cihaz şartları.....	56
2.2.8.4 GC MS/MS cihaz şartları.....	57
2.2.8.5 Pestisit analiz sonuçlarının belirlenmesi.....	58
2.2.9 İstatistiksel analiz.....	58
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b> .....	<b>59</b>
3.1. Suşların Pestisitlere Kısa Süreli Etkileri.....	59
3.1.1 <i>Limosilactobacillus fermentum</i> 'un etkisi.....	59

3.1.2 <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> 'un etkisi.....	62
3.1.3 <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> 'nin etkisi.....	62
3.1.4 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> 'un etkisi.....	68
3.1.5 <i>Lactococcus lactis</i> 'in etkisi.....	71
3.1.6. Kısa süreli etki çalışmalarının istatistiki analiz sonuçları.....	74
3.1.7. Laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanmasına etkisi analizi.....	75
3.1.8. Pestisit etken maddeleri.....	76
3.1.9. Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim.....	76
3.1.10. Uygulama zamanı.....	77
3.1.11. Uygulama zamanı ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim.....	77
3.1.12. Uygulama zamanı ve laktik asit bakterileri arasındaki etkileşim.....	77
3.1.13. Uygulama zamanı, laktik asit bakterileri ve pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim.....	78
3.2. Seçilen Suşların Pestisitlere Uzun Süreli Etkisi.....	81
3.2.1 <i>Limosilactobacillus fermentum</i> 'un etkisi.....	81
3.2.2 <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> 'nin etkisi.....	85
3.2.3. Uzun süreli etki çalışmalarının istatistiki analiz sonuçları.....	89
3.2.3.1. Laktik asit bakterileri.....	90
3.2.3.2. Pestisit etken maddeleri.....	90
3.2.3.3. Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim.....	91
3.2.3.4. Uygulama zamanı.....	91
3.2.3.5. Uygulama zamanı ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim.....	92
3.2.3.6. Uygulama zamanı ve laktik asit bakterileri arasındaki etkileşim.....	92
3.2.3.7. Uygulama zamanı, laktik asit bakterileri ve pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim.....	93
3.2.4. Uzun süreli etki çalışmalarında toplam bakteri sayıları.....	96
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>99</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>101</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>118</b>

## KISALTMALAR

<b>AOAC</b>	: Association of Analytical Communities
<b>AÖF</b>	: Asgari Önemli Farklılık
<b>ATCC</b>	: American Type Culture Collection
<b>Cas Numarası:</b>	Chemical Abstracts Servis Number
<b>CHCA</b>	: Light Stable Matrix Solution
<b>DDT</b>	: Dikloro Difenil Trikloroetan
<b>DMTP</b>	: Dimetiltiyofosfat
<b>DNA</b>	: Deoksiribo Nükleik Asit
<b>EFSA</b>	: The European Food Safety Authority
<b>EPA</b>	: Enviromental Protection Agency
<b>FAO</b>	: Gıda ve Tarım Örgütü
<b>GC</b>	: Gas Chromatography
<b>HCH</b>	: Hekza Kloro Siklohekzan
<b>IUPAC</b>	: International Union of Pure and Applied Chemistry
<b>L</b>	: Litre
<b>LAB</b>	: Laktik Asit Bakterisi
<b>LC</b>	: Liquid Chromatography
<b>LDL</b>	: Düşük yoğunluklu lipoprotein
<b>MALDI</b>	: Matriks Assisted Laser Desorption İonization
<b>MCF</b>	: Mc Farland
<b>MS</b>	: Mass Spectrometry
<b>Quechers</b>	: quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe
<b>Ssp</b>	: Subspecies
<b>TOF</b>	: Time Of Flight
<b>UAEA</b>	: Uluslararası Atom Enerji Ajansı
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü

## **SEMBOLLER**

<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbondioksit
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	: Hidrojen peroksit
<b>K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub></b>	: Dipotasyum fosfat
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>mg</b>	: Miligram
<b>MgSO<sub>4</sub></b>	: Magnezyum sülfat
<b>MRS</b>	: De Man, Rogosa ve Sharpe
<b>µL</b>	: Mikrolitre
<b>NH<sub>3</sub></b>	: Amonyak
<b>pH</b>	: Power of Hydrogen
<b>ppb</b>	: parts per billion
<b>ppm</b>	: parts per million (mg/kg)
<b>PSA</b>	: Primer Seconder Amin

## ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

<b>Çizelge 1.1</b> : Literatürde bazı mikroorganizmaların ve alglerin pestisit biyodegradasyonu hakkında yapılmış çalışma örnekleri.....	<b>4</b>
<b>Çizelge 2.1</b> : Pestisit analizlerinde kullanılan kimyasallar ve özellikleri. ....	<b>44</b>
<b>Çizelge 2.2</b> : LC MS/MS cihaz parametreleri.....	<b>56</b>
<b>Çizelge 2.3</b> : GC MS/MS cihaz parametreleri.. ....	<b>57</b>
<b>Çizelge 3.1</b> : Denemede incelenen laktik asit bakterileri, pestisit etken maddeleri ve uygulama zamanı ile bunlar arası etkileşimlere ait varyans analizi tablosu.....	<b>75</b>
<b>Çizelge 3.2</b> : Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddelerinde oluşan parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 10 mg/kg). ....	<b>76</b>
<b>Çizelge 3.3</b> : Uygulama zamanına göre seçilen pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 10 mg/kg).....	<b>77</b>
<b>Çizelge 3.4</b> : Uygulama zamanı ile laktik asit bakterileri ile etkileşimi sonucu pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 10 mg/kg).....	<b>78</b>
<b>Çizelge 3.5</b> : Laktik asit bakterisi, pestisit etken maddesi ve uygulama zamanına bağlı olarak pestisit konsantrasyonları (mg/kg).....	<b>80</b>
<b>Çizelge 3.6</b> : Kısa süreli çalışmada bakteri sayıları. ....	<b>81</b>
<b>Çizelge 3.7</b> : Denemede incelenen laktik asit bakterileri, pestisit etken maddeleri ve uygulama zamanı ile bunlar arası etkileşimlere ait varyans analizi tablosu.....	<b>90</b>
<b>Çizelge 3.8</b> : Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddelerinde oluşan parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 100 mg/kg). ....	<b>90</b>
<b>Çizelge 3.9</b> : Uygulama zamanı ile seçilen pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 100 mg/kg) .....	<b>92</b>
<b>Çizelge 3.10</b> :Uygulama zamanı ile laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 100 mg/kg).....	<b>93</b>
<b>Çizelge 3.11</b> :Uzun dönem çalışmalarında laktik asit bakterisi, pestisit etken maddesi ve uygulama zamanına bağlı olarak pestisit konsantrasyonları (mg/kg) .....	<b>94</b>
<b>Çizelge 3.12</b> : İkinci aşama çalışmalarında 10 gün boyunca bakteri sayıları.....	<b>97</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1	: Kullanım amacına göre dünyada kullanılan pestisit türleri.....	21
Şekil 1.2	: Pestisitlerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması.....	22
Şekil 1.3	: İmidacloprid kimyasal yapısı.....	26
Şekil 1.4	: Endosülfan kimyasal yapısı.....	28
Şekil 1.5	: Malathion kimyasal yapısı.....	30
Şekil 1.6	: Cypermethrin kimyasal yapısı.....	33
Şekil 1.7	: Doğadaki pestisitlerin yıkım stratejisi.....	37
Şekil 1.8	: Pestisitlerin mikrobiyal yollarla biyodegradasyonu.....	38
Şekil 2.1	: Çalışmada izlenen deney aşamalarının şeması.....	45
Şekil 2.2	: Mrs broth besiyeri.....	46
Şekil 2.3	: Örnek katalaz testi.....	48
Şekil 2.4	: Örnek maldi tof için kullanılan koloni.....	49
Şekil 2.5	: Maldi-tof target slaytı.....	50
Şekil 2.6	: Maldi-tof vitek ms kromotogramı.....	50
Şekil 2.7	: Maldi-tof vitek ms <i>L. rhamnosus</i> kromotogramı.....	51
Şekil 2.8	: Saf kolonilerin brothlara aktarılması.....	52
Şekil 2.9	: Mcfarland ölçümü (mfc).....	52
Şekil 2.10	: Klasik ekim <i>L. fermentum</i> .....	53
Şekil 2.11	: Klasik ekim <i>L. paracasei</i> .....	54
Şekil 3.1	: <i>L. fermentum</i> 'un imidacloprid etken maddesine ait sonuçları.....	59
Şekil 3.2	: <i>L. fermentum</i> 'un cypermethrin etken maddesine ait sonuçları.....	60
Şekil 3.3	: <i>L. fermentum</i> 'un malathion etken maddesine ait sonuçları.....	60
Şekil 3.4	: <i>L. fermentum</i> 'un alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	61
Şekil 3.5	: <i>L. fermentum</i> 'un beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	61
Şekil 3.6	: <i>L. fermentum</i> 'un toplam pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi.....	62
Şekil 3.7	: <i>L.rhamnosus</i> 'un imidacloprid etken maddesine ait sonuçları.....	62
Şekil 3.8	: <i>L.rhamnosus</i> 'un cypermethrin etken maddesine ait sonuçları.....	63
Şekil 3.9	: <i>L.rhamnosus</i> 'un malathion etken maddesine ait sonuçları.....	63
Şekil 3.10	: <i>L.rhamnosus</i> 'un alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	64
Şekil 3.11	: <i>L.rhamnosus</i> 'un beta-endosulfan etken maddesine etkisi sonuçları.....	64
Şekil 3.12	: <i>L.rhamnosus</i> 'un pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi.....	65
Şekil 3.13	: <i>L.paracasei</i> 'nin imidacloprid etken maddesine ait sonuçları.....	65
Şekil 3.14	: <i>L.paracasei</i> 'nin cypermethrin etken maddesine ait sonuçları.....	66
Şekil 3.15	: <i>L.paracasei</i> 'nin malathion etken maddesine ait sonuçları.....	66
Şekil 3.16	: <i>L.paracasei</i> 'nin alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	67
Şekil 3.17	: <i>L.paracasei</i> 'nin beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	67
Şekil 3.18	: <i>L.paracasei</i> 'nin pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi.....	68
Şekil 3.19	: <i>L.bulgaricus</i> 'un imidacloprid etken maddesine ait sonuçları.....	68
Şekil 3.20	: <i>L.bulgaricus</i> 'un cypermethrin etken maddesine ait sonuçları.....	69
Şekil 3.21	: <i>L.bulgaricus</i> 'un malathion etken maddesine ait sonuçları.....	69
Şekil 3.22	: <i>L.bulgaricus</i> 'un alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	70
Şekil 3.23	: <i>L.bulgaricus</i> 'un beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	70

Şekil 3.24 : <i>L. bulgaricus</i> 'un pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi.....	71
Şekil 3.25 : <i>L.lactis</i> 'in imidacloprid etken maddesine ait sonuçları.....	71
Şekil 3.26 : <i>L.lactis</i> 'in cypermethrin etken maddesine ait sonuçları.....	72
Şekil 3.27 : <i>L.lactis</i> 'in malathion etken maddesine ait sonuçları .....	72
Şekil 3.28 : <i>L.lactis</i> 'in alfa endosulfan etken maddesine ait sonuçları.....	73
Şekil 3.29 : <i>L.lactis</i> 'in beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçlar.....	73
Şekil 3.30 : <i>L.lactis</i> 'in pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi.....	74
Şekil 3.31 : <i>L. fermentum</i> 'un on gün boyunca imidacloprid etken maddesine olan etkisi .....	82
Şekil 3.32 : <i>L. fermentum</i> on gün boyunca malathion etken maddesine olan etkisi .....	82
Şekil 3.33 : <i>L. fermentum</i> 'un on gün boyunca cypermethin etken maddesine olan etkisi .....	83
Şekil 3.34 : <i>L. fermentum</i> 'un on gün boyunca alfa endosulfan etken maddesine olan etkisi. ....	83
Şekil 3.35 : <i>L. fermentum</i> 'un on gün boyunca beta endosulfan etken maddesine olan etkisi .....	84
Şekil 3.36 : <i>L. fermentum</i> 'un on gün boyunca endosulfan sülfat metaboliti maddesine olan etkisi .....	84
Şekil 3.37 : <i>L. fermentum</i> 'un on gün boyunca pesitisit etken maddeleri üzerindeki toplu etkisi.....	85
Şekil 3.38 : <i>L. paracasei</i> 'un on gün boyunca imidacloprid etken maddesine olan etkisi .....	86
Şekil 3.39 : <i>L. paracasei</i> 'un on gün boyunca malathion etken maddesine olan etkisi.....	86
Şekil 3.40 : <i>L. paracasei</i> 'un on gün boyunca cypermethrin etken maddesine olan etkisi .....	87
Şekil 3.41 : <i>L. paracasei</i> 'un on gün boyunca alfa endosulfan etken maddesine olan etkisi. ....	87
Şekil 3.42 : <i>L. paracasei</i> 'un on gün boyunca beta endosulfan etken maddesine olan etkisi .....	88
Şekil 3.43 : <i>L. paracasei</i> 'un on gün boyunca endosulfan sülfat metbolitine olan etkisi .....	88
Şekil 3.44 : <i>L. paracasei</i> 'un on gün boyunca etken maddeleri üzerindeki toplu etkisi .....	89

# GELENEKSEL GIDALARDAN İZOLE EDİLEN *LACTOBACILLUS SP.* SUŞLARININ PESTİSİTLERİN PARÇALANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

## ÖZET

Bitki yetiştiriciliği ve ziraat alanında zararlılarla mücadele için yaygın olarak pestisitler kullanılmaktadır. Kullanılan bu zirai mücadele ilaçları; birim alanda en yüksek verim alınması için zararlılarla mücadelede vazgeçilmez unsurlardan birisidir. Bununla beraber yaygın ve bilinçsizce kullanımı ile insan sağlığı ve ekosistem için de büyük sorun oluşturmaktadır. Bu pestisitlerin doğada parçalanmaları için en ucuz, en güvenilir en sağlıklı yöntemlerden birisi olan biyodegradasyon konusunda çalışmalar son yıllarda giderek artmaktadır.

Bu tez çalışmasında, ülkemize has yöresel süt ürünlerimizden izole edilen *Lactobacillus* suşlarının malathion, endosülfan, cypermethrin ve imidacloprid pestisitlerinin parçalanmalarına etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Süt Ürünleri Gen Bankasında bulunan *Limosilactobacillus fermentum* (*Lactobacillus fermentum*), *Lacticaseibacillus paracasei* (*Lactobacillus paracasei*), *Lacticaseibacillus rhamnosus* (*Lactobacillus rhamnosus*), *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* suşları canlandırılıp, MALDI-TOF cihazı ile tanımlanmış ve ilk aşamada 0., 24. ve 48. saatlerde degradasyon oranları incelenmiş, bu çalışmaların sonunda en başarılı sonuç elde edilen 2 suşun (*Limosilactobacillus fermentum*, *Lacticaseibacillus paracasei*) ayrıca ikinci aşama olarak 10 günlük pestisitlerin parçalanmasına olan etkileri araştırılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Pestisit, Maldi-Tof, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, Biyodegradasyon

# INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF *LACTOBACILLUS* SP. STRAINS ISOLATED FROM TRADITIONAL FOODS ON THE DEGRADATION OF PESTICIDES

## SUMMARY

Pesticides are widely used to combat pests in plant breeding and agriculture. These used pesticides are one of the indispensable elements in the fight against pests in order to obtain the highest efficiency per unit area. However, it also poses a great problem for human health and the ecosystem with its widespread and unconscious use. Studies on biodegradation, which is one of the cheapest, the most reliable and the healthiest methods for the degradation of these pesticides in nature, have been increasing in recent years.

In this thesis study, we aimed to investigate the effects of *Lactobacillus* strains isolated from local dairy products on the degradation of malathion, endosulfan, cypermethrin and imidacloprid pesticides. For this purpose, *Limosilactobacillus fermentum* (*Lactobacillus fermentum*), *Lacticaseibacillus paracasei* (*Lactobacillus paracasei*), *Lacticaseibacillus rhamnosus* (*Lactobacillus rhamnosus*), *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* strains found in the Central Research Institute of Food and Feed Control Dairy Products Gene bank were revived and identified with the MALDI-TOF instrument. In the first stage, degradation rates were investigated at 0th, 24th and 48th hours. At the end of these studies, the impacts of 2 strains (*Limosilactobacillus fermentum* and *Lacticaseibacillus paracasei*) showing the most successful results were also examined during a 10-day degradation of pesticides.

**Keywords:** Pesticide, Maldi-Tof, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, Biodegradation

## 1. GİRİŞ

Artan insan nüfusu ile orantılı olarak, tarım ürünlerindeki taleplere yetişebilmek amacıyla zirai ilaç kullanımı artmıştır (Sarlak ve diğ, 2021). Bu nedenle birim alandan en yüksek verimin alınması için geliştirilen çalışmalar zorunlu hale gelmiştir. Dünya çapında 600 den fazla agrokimyasal bu amaçla kullanılmaktadır ( Khaled ve diğ, 2008). Kontrollü pestisit kullanımı, yüksek verim alınması noktasında en büyük faydayı sağlamaktadır (Turabi, 2007). Tarımda verimliliğin artırılmasında zirai ilaçlar, pestisitler vazgeçilemez unsurdur. Kontrollü kullanım dışına çıktığında çevrede, alıcı su ortamlarında kimyasal birikmesinin oldukça zararlı olacağı bilinmelidir (Kavita ve Geeta, 2014). Ziraatte verimliliğin artışı için pestisit kullanımı son zamanlarda keşfedilmiş bir durum da değildir. Sümerlerin, Yunanlıların, Romalıların, tarımda sülfür, civa, arsenik ve bakır kullandıkları bilinmektedir (Hernandez ve diğ. 2013).

Güncel duruma geldiğimizde; ziraatte zararlılar ile mücadele için kullanılan ilaç üretimi dünya çapında yıllık 3 milyon ton civarındadır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2018 yılında ülkemizde 60.000 tonluk bir tarım ilacı kullanımı gerçekleşmiştir (Tiryaki ve diğ, 2010; TÜİK, 2019). Dünya çapında ise ikinci dünya savaşından sonra, gıda üretimine olan talepten dolayı pestisit üretimi ve kullanımı dramatik şekilde artmıştır (Satish ve diğ, 2017). Bu zirai ilaçların, diğer adı ile pestisitlerin kontrolsüz kullanımları, hedef dışı organizmaları etkilemeleri, çevresel kaybolmayan birikime neden olmaları ve insanların tükettiği gıdalar üzerinde oluşturdukları kalıntı nedeniyle direkt ya da dolaylı yollardan insan sağlığını tehdit etmektedir (Lai, 2017; Sierra-Diaz ve diğ, 2019). İnsan sağlığını etkilemesi dışında çevrenin, toprağın da özelliğini değiştirmektedir. Bu zararlı değişim tarımın kalitesini ve sürdürülebilirliğini de etkilemektedir (Jay ve diğ, 2014).

Zirai ilaçlar akut ve kronik olarak insan sağlığı üzerine etki etmektedir. Bu zirai ilaç kalıntılarının neden olduğu akut etkiler; kusma, baş ağrısı, kaşıntı ve cilt tahrişi, huzursuzluk, baş dönmesi, solunum güçlüğü olarak karşımıza çıkmakta; kronik etkiler ise nörotoksisite, kanser ve ölüm gibi vakaları içermektedir. Bahsettiğimiz bu olumsuz etkileri nedeniyle zirai ilaçların (pestisitlerin) kullanımı ve insanların tüketimine hazır

gıdalarda izin verilen pestisit kalıntıları miktarı konusunda Avrupa Birliği ve diğer ülkeler tarafından oluşturulmuş birçok yasal düzenleme mevcuttur. Ülkemizde de “Türk Gıda Kodeksi” Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği’nde belirtilen maksimum limitler gıdalarda veya hayvan yemlerinde analiz edilen pestisitlerin yasal olarak uygunluğunu belirlerken kullanılmaktadır (Anonim, 2021).

Ziraatin vazgeçilmezi olan bu pestisitler kimyasal yapıları ve aktif gruplarına göre sınıflandırılırlar. Pestisitler yapısına göre; organoklorinler, organofosforlar, karbamatlar, piretrinler ve piretroidler şeklinde dört ana başlık altında sınıflandırılabilirler (Kaur ve diğ, 2019). Bu grup içinde en yaygın kullanımı %34 lük pay ile organofosforlu pestisitler almaktadır (Yuan ve diğ, 2021).

Genel olarak zirai üretimde yabancı otlar, böcekler, bakteriler ve virüslerden korunmak için sentetik pestisitlerin kullanımı tüm dünyada yaygın bir uygulamadır. Yeryüzünde kullanılan yaklaşık 4 milyon ton zirai ilacın ortalama %1 gibi çok düşük bir miktarı hedeflenen zararlıyı etkilemektedir, geri kalan miktar ise ekosistemde biyolojik kirliliğine neden olmaktadır. Bundan dolayı doğada pestisit kalıntısının detoksifiye edilmesi oldukça önemli bir konudur (Pimental, 1983).

Zirai ilaçların kontrol dışı kullanımının çevresel tehlikelere sebep olduğu, toprak verimliliğini etkilediği ve canlılarda toksisiteye neden olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Zirai ilaçların zararlı etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla bütün dünyada organik tarım desteklenmekte veya kimyasalların daha az veya hiç kullanılmadığı tarım teknikleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Artan insan popülasyonuna karşı dramatik şekilde azalan tarım ürünleri üretim miktarları karşısında ülkelerin organik tarıma geçiş süreçleri planlandığı kadar hızlı olamamaktadır. Bu nedenle pestisit kullanımının yasaklanması mümkün değildir. Son yıllarda gıdalardaki zirai ilaç kalıntı miktarının azaltılması yönündeki uğraşlar, gıda sektöründe temel gıda işleme aşamaları esnasında pestisitlerin önemli derecede yıkılmasını amaçlamaktadır (Şenöz, 2007). Kimyasal veya biyolojik olarak pestisit azaltmak için kullanılan yöntemler dışında fırınlama, kurutma, fermantasyon, dondurma, öğütme, kabuk soyma, pişirme, yıkama ve meyve/sebze suyu sıkma gibi gıda işleme yöntemlerinin gıdalardaki pestisit kalıntısı miktarını önemli ölçüde azaltabildiğini göstermiştir (Kaushik ve diğ, 2009).

Tez konumuzda odaklanıldığı üzere, bazı yararlı bakterilerin, klorlu, poliklorlu, polisiklik aromatik ve organofosforlu pestisit gruplarına dahil yoğun etken maddelerin biyodegradasyonuna veya ortamdan detoksifiye edilmesine yardımcı olduğu bilinmektedir (Parte ve diğ, 2017).

Mikroorganizmaların metabolizmaları sonucunda değiştirdikleri çevresel şartların pestisitleri parçalaması yoluyla veya oksitleme, dehidrojenizasyon, indirgeme, hidroliz ve sentezi içeren enzimatik tepkimelerle pestisitlerin parçalanması veya degradasyonu gerçekleşmektedir (Ye ve diğ, 2018). İnsanlar ve hayvanların farkında olmadan tüketimi sonucunda büyük tehlike arz eden pestisitlerin temizlenmesinde biyodegradasyon son yıllarda ileri teknoloji kullanan ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu konuda yapılan bilimsel çalışmalarda toprak örneklerinde *Achromobacter*, *Brucella*, *Pseudaminobacter* ve *Ochrobactrum* türlerinin chlorpyrifos ve methyl parathion pestisitlerini degrade ettikleri yapılan analizlerle ispatlanmıştır (Singh vd., 2003, Zhang vd., 2005). Laktik asit bakterilerinin çeşitli kimyasal gruplara ait pestisitlerin parçalanmaları ve biyodegradasyonu veya biyolojikremedasyonda kullanımı üzerine etkilerini araştıran birçok çalışma mevcuttur (Azizi ve Homayouni 2009). Örneğin Bunlar arasında *Lactobacilli*, *Streptococci*, *Leuconostoc* ve *Pediococci* bakterilerinin diazinon ve malathion'un; Cho ve diğ. (2009) Güney Kore' ye özgü geleneksel gıda olan kimchiden izole edilen 4 laktik asit bakterisi *Lactobacillius mesenteroides*, *Lactobacillius brevis*, *Lactobacillius plantarum* ve *Lactobacillius sakei*'nin chlorpyrifos'un; Zhao ve diğ, (2011) *Lactobacillius delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillius paracasei* ve *Lactobacillius plantarum*'un fenthion, dimethoate, methyl parathion, malathion, phorate, monocrotophos ve trichlorphon'un; Bo ve diğ. (2011) ticari yoğurt suşlarının fenthion, phorate, methyl-parathion, dimethoate, malathion, monocrotophos ve trichlorphon'un; Harishankar ve diğ. (2013) intestinal bakteriler olan *Lactobacillius lactis*, *Lactobacillius plantarum*, *Lactobacillius fermentum*, *Escherichia coli* ve *Enterococcus faecalis*'in chlorpyrifos'un; Trinder ve diğ. (2016) yaptıkları çalışmada *Lactobacillius rhamnosus* parathion ve chlorpyrifos'un; Li ve diğ. (2018) *L. plantarum*'un phorate, dimethoate ve omethoat'ın parçalanmalarına olan etkilerini incelemiş ve anlamlı sonuçlar elde etmişlerdir.

Tez çalışmasının konusu olan pestisitlerin mikroorganizmalarla uzaklaştırılması ve yıkılması için kullanılan biyodegradasyon yöntemi; Uluslararası Temel ve Uygulamalı

Kimya Birliği (IUPAC)'ın tanımına göre, bir maddenin enzim aracılığıyla in vitro veya in vivo Şartlarda parçalanma işlemidir (Porto ve diğ, 2011). Biyodegradasyon pestisit kalıntılarının azaltılmasında uygulanan, amaca en uygun, güvenli ve ucuz bir metottur (Zhang ve diğ, 2016). Biyodegradasyon işlemi iki aŐamadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, mikroorganizmaların aktivitesi, ikincisi ise pestisitlerle kontamine olmuş çevresel maddelere iyileŐtirmedir. Biyodegradasyon mekanizması aerobik ve anerobik Şartlar altında gerçekleŐebilmektedir (Singh ve diğ, 1999).

**Çizelge 1.1 :** Literatüre bazı mikroorganizmalar ve algler ile pestisit biyodegradasyonu üzerine yapılmış çalışma rnekleri.

Literatür	Etken maddeler	Organizma
(Sharma ve diğ, 2016)	Endosulfan	<i>Flavobacterium</i> sp, <i>Bacillus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp.,
	Lindane	<i>Sphingomonas paucimobilis</i> , <i>Pleurotus ostreatus</i> , <i>Basa thiooxidans</i> , <i>Streptomyces</i> sp.,
	Iprodione	<i>Pseudomonas</i> sp
	Atrazine, monocrotophos, alachlor and 4- chlorophenol	<i>Nocardia</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Clavibacter</i> , <i>Rhodococcus</i> , <i>Streptomyces</i> , <i>Nocardioides</i>
	Cypermethrin	<i>Pseudomonas stutzeri</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> <i>S. aureus</i> , , <i>Enterobacter asuburiae</i> ,
	Carbofuran	<i>Achromobacterium</i> ve <i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Sphingomonas</i> , <i>Arthrobacter</i>
	Carbendazim	<i>Pseudomonas oleovorans</i> ve <i>Klebsiella</i> sp.,
	Fenvalerate	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas viridiflava</i>
(Foster ve diğ, 2004)	Ethion	<i>Pseudomonas</i> sp., <i>Azospirillum</i> sp
(Ye ve diğ, 2018)	Parathion	<i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus</i> sp.
	Heptachlor	<i>Pseudomonas</i> sp.
	Dieldrin	<i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i>
	Aldrin	<i>Fusarium mold</i> , <i>Penicillium</i> sp.
	Dimethoate	<i>Pseudomonas</i> sp.
(Hernandez ve diğ, 2010)	Tetrachlorvinphos	<i>Vibrio metschinkouii</i> <i>Stenotrophomonas malthophilia</i> , <i>Serratia ficaria</i> , <i>Serratia</i> spp. ve <i>Proteus vulgaris</i> ,

**Çizelge 1.1 (devam) :** Literatürde bazı mikroorganizmalar ve algler ile pestisit biyodegradasyonu üzerine yapılmış çalışma örnekleri.

---

(Hussein ve diğ, 2016)	Metoalcholar, Pyriproxin, Atrazine, Molinate, Simazine, Carbofuran, Dimethoate, Propanil, Pendimethalin, Isoproturon,	<i>Chlorella vulgaris</i>
(Zhang ve diğ, 2005)	Fluroxypyr	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>
(Ardal, 2014)	Mirex  Toxaphene, methoxychlor DDT DDT, parathion	<i>Dunaliella</i> sp. ve <i>Chlamydomonas</i> sp. <i>Chlorococcum</i> sp. <i>Chlorella</i> sp.  <i>Cylindrotheca</i> sp, <i>Dunaliella</i> sp. <i>Scenedesmus obliquus</i> ve <i>Euglena gracilis</i>
	Lindane, Chlordimeform	<i>Chlamydomonas</i> sp. <i>Chlorella</i> sp. <i>Chlorella</i> sp.

---

## 1.1 Tezin Amacı

Bu doktora tezinin amacı; probiyotik özelliği olan seçilmiş *Lactobacillus* suşlarının , tarımsal üretimde yaygın kullanımı nedeniyle büyük bir sorun oluşturan ve piyasada sık kullanılan bazı seçilmiş pestisitler üzerinde mikrobiyal biodegradasyon için etkilerini ve zamana karşı parçalanma oranlarını detaylıca incelemektir.

Çalışmada Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü' ne bağlı faaliyet gösteren starter kültürleri ihtiva eden Süt Ürünleri Gen Bankası koleksiyonunda bulunan ve Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesindeki geleneksel gıdalardan izole edilmiş *Lactobacillus* suşları kullanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda koleksiyonda yer alan en iyi probiyotik özelliğe sahip *Lactobacillus* suşları doktora tezi için tekrar canlandırılma işlemi uygulanması MALDI-TOF enstrümanı ile tanımlanmış ve zamana bağlı olarak kısa dönem ve uzun dönemde seçilen zirai ilaçların parçalanmasına olan etkileri araştırılmıştır. Doktora çalışması iki aşamalı planlanmış olup, birinci çalışmada pestisitleri en yüksek oranda parçalayan iki suşun seçilimi yapılmıştır. Geri kalan diğer aşama çalışmasında da bu belirlenmiş iki suşun, seçilen pestisitler üzerine 10 güne kadarki çalışması yapılmıştır.

Tarım sektöründe sıklıkla kullanılan farklı kimyasal grupların üyesi olan 5 adet pestisit etken maddesi seçilmiştir. Bunlar malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (alfa-endosulfan, beta-endosulfan) (organoklorlu pestisitler), cypermethrin (sentetik piretroid) ve imidacloprid (neonikotinoid)'tir. Laktik asit bakterilerinden *L. rhamnosus*, *L. Fermentum*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *L. paracasei* ve *Lc. lactis* kullanılmıştır. Seçilen kimyasal grupların yine seçilen ve MRS besiyeri içerisinde geliştirilen laktik asit bakterileri uygulaması ile ilk aşama çalışması için parçalanma durumları 0. 24. ve 48. saatte yapılan pestisit analizleri ile belirlenmiştir. Başlangıç konsantrasyonu 10 mg/kg olarak seçilerek (bu değer ön denemeler sonucunda 48 saat sonra incelenen pestisitlerin kaldığı bir konsantrasyon olduğu için seçilmiştir) laktik asit bakterisi içeren besiyerine eklenmiş ve çalışma 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

İkinci aşamada bu suşlardan elde edilen verilere göre en iyi parçalama özelliğine sahip iki suş; *L. fermentum*, *L. paracasei* yine aynı yöntemle canlandırılarak 10 güne kadarki

biyodegradasyonu ve parçalama etkileri 100 mg/kg konsantrasyonda çalışmanın başında seçilmiş olan pestisitlerle araştırılmıştır.

Tez çalışmamızın sonucunda elde edilecek bilimsel verilerin, Türkiye'nin her tarafından toplanmış bu geleneksel ürünlerden elde edilen ulusal suşlarımız için starter kültür kaynağı olması dışında yeni ve farklı kullanım alanları yaratması ve ticari potansiyellerini arttırması beklenmektedir.

## **1.2 Laktik Asit Bakterileri**

Laktik asit bakterilerinin (LAB) en belirgin karakteristiği; laktoz şekerinden laktik asit fermentasyonu sonucu laktik asit meydana getirmeleridir. Laktik asit fermentasyonu sayesinde gıdalarda hem duyuşsal ve görsel özelliklerin oluşumu sağlamakta hem de fermentasyon işleminin meydana gelmektedir. LAB, fermente gıda ürünlerinde (örn, meyve, sebze, et ve süt) ve tahıl ürünlerinin olgunlaştırma proseslerinde önemli işlevlere sahip olmaları nedeniyle gıda sektöründe oldukça önemlidir (Yörük ve Güner 2011). Laktik asit bakterileri, gıda sektöründe çeşitli fermentasyon süreçlerinde önemli bir rol oynayan heterojen bir bakteri grubunun üyeleridir (Bintsis, 2018).

Lactobacillaceae familyasının Lactobacillus türü bakterilerin bazı türleri koko-basil olmasına rağmen geneli basildir. Bu bakteriler fermentasyon yapabilmeleri için, ortamda gelişmeleri açısından amino asit, peptit, nükleik asit türevi vitamin, tuz, yağ asidi veya yağ asidi esterleri varlığına ihtiyaç duyarlar ( Yetismeyen, 1995 ; Arslan, 2010).

LAB gıda endüstrisi için hatta hayati derecede önemli bakteriler olup, seri üretim gıda işleme fermentasyonları için çok yaygın kullanılmaktadırlar. Bilhassa gelişmeleri için gerekli olan ortamındaki karbonu metabolize etmeleri sonucunda ortaya çıkan yan ürün olarak laktik asit üretmeleri, bu bakterilerin gıda üretiminde kullanımını çok önemli hale getirmiştir. LAB bu özellikleri gıda üretim sektöründe kullanılan hammaddelerde asiditenin yükselmesine neden olmakta ve bu durum gıdaların son kullanma tarihlerinin geciktirilmesi ve raf ömrünü uzatmak için kullanılan önemli unsurlardır. Probiyotik LAB gıda işleme sektöründe başlangıç kültürü olarak kullanıldıklarında organoleptik özelliklerin (tat, doku) ve besleyici değer gibi bazı ürün özelliklerinin geliştirilmesine önemli katkıda bulunmaktadırlar.

Bu özellikleri fermentasyonu başlatıcı kültür olarak kullanıldıkları gıda ürünlerinde, fermentasyon şartlarında metabolizmanın esas ürünü olan laktik asidi üretmeleri ile beraber özellikle fermente gıda ürünlerinin yapılarına ve tatlarına direkt olarak katkıda bulunan asetaldehit ile beraber diasetil, asetik asit, etanol, eksopolisakkarit ve şeker alkolleri gibi başka yan ürünleri de sentezleyebilmeleri özelliklerinden ortaya çıkmaktadır. Öne çıkan bu özellikleri nedeni ile büyük ölçekli gıda üretiminde kullanılan LAB bilhassa süt ürünleri sektöründe, her ürüne kendine has aroma ve duyuşsal özelliğini kazandırmak amacı ile kullanılmaktadırlar. Laktik asit bakterileri diğer taraftan peynir üretiminde başlatıcı kültür olarak kullanılmakta ya da birçok peynir çeşidinin starter olmayan mikroflorasında baskın ve yoğun organizmalar olarak yer almaktadır. LAB normal şartlarda tuza karşı toleranslı olmaları, oksijensiz ortamda gelişebilme kabiliyetleri, karbondioksit inhibisyonuna karşı yüksek direnç sağlama gibi özelliklerinden dolayı et ürünleri işleme sektöründe, bitkisel orjinli gıdaların fermentasyonunda, un kaynaklı mamüllerin fermentasyonunda ve fermente alkollü içecek sektöründe (örn. Bira) ve fermente edilmiş tahıl ürünlerinin çoğunda da sıklıkla kullanılmaktadır (Karaca ve diğ., 2010).

Laktik asit bakterileri fiziksel olarak incelendiğinde çubuk ve kok şekilli, genelde hareketsiz, katalaz ve oksidaz negatif, spor oluşturmayan, aside toleransı yüksek gram pozitif bakterilerdir. Fermentasyon esnasında başlıca son ürünleri laktik asit olduğu için bu ismi almışlardır (Wood ve Holzapfel, 1992; Axelsson, 2004).

Laktik asit bakterileri oksijen ihtiyaçlarına göre anaerobik, aerotolerant ve mikroaerofilik; karbonhidrat metabolizmalarına göre ise homofermantatif, heterofermantatif ve zorunlu heterofermantatif olarak gruplandırılabilirler. Fermentasyon süreçleri boyunca meydana gelen laktik asit ile pH değerini 3,5'e kadar düşürebilme özellikleri vardır (Caplice ve Fitzgerald, 1999; Klaenhammer ve Kulen, 1999). Laktik asit bakterilerinde diğer gruplandırma ise *Lactobacillus* cinsine ait üyeleri sıcaklık taleplerine göre *Streptobacterium*, *Betabacterium* ve *Termobacterium* olarak üç gruba ayırmaktır (Mavhungu, 2005).

*Lactobacillus* cinsi doğal çevreye tolerans gösterebilen türlere sahip olduğu için doğada yayılımı oldukça geniştir. Süt ve süt ürünlerinde, meyve ve sebzelerde, fermente ürünlerde ve hayvanların sindirim sistemleri içerisinde bulunmalarına imkân sağlayan mezofilik, psikrotrofik, termodurik ve termofilik türlere sahiptirler (Hutkins, 2006).

### 1.2.1 *Limosilactobacillus fermentum*

*L. fermentum*, endüstriyel gıda proseslerinin üretiminde ve fermentasyonunda uzun süredir geniş çaplı olarak kullanılmaktadır. Yeni ismi ile *Limosilactobacillus fermentum* olarak adlandırılan *Lactobacillus fermentum* (Url-1) patojen değildir, bağırsaktan geçişe karşı yüksek dirence sahiptir, patojenlerin üremesini önler, bağışıklık sisteminin güçlenmesine yardım eder, bu yüzden potansiyel bir probiyotik olarak tanımlanmıştır (Zhao ve diğ, 2019).

*L. fermentum* suşları gıda sektöründe güçlü gıda koruyucu maddeler olarak kullanılırlar, antimikrobiyal peptitler üreten özelliğinden dolayı antibiyotiklere alternatif olarak kullanılırlar (Naghmouchi ve diğ, 2019). *L. fermentum* suşları zararlı bakteriler olan *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Shigella sonnei* gibi bakterilere antagonistic etki göstermektedir (Lin ve diğ, 2007). İnsanlar için takviye edici gıdalarda, bağışıklığı artırmaya yönelik gıdalarda kullanılmakla beraber sindirim hastalıkları tedavisinde kullanıldığı gibi düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterolü düşürmeye etkisi vardır. Bilindiği üzere hiperkolestoremi, insanlarda morbidite ve mortalite ile sonuçlanan büyük bir sağlık sorunudur. Günümüzde sağlıklı gıdayı sağlamak büyük zorluktur. Bununla beraber kronik rahatsızlıkları önlemek içinde probiyotiklerin kullanımı oldukça etkin bir yöntemdir (Ijaz ve diğ, 2021). *L. fermentum*'un kolesterolü asimilasyon ve düşürme gibi özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda kolesterol seviyeleri *L. fermentum* suşları kolesterol miktarını düşürdüğü de kanıtlanmıştır (Tulumoğlu ve diğ, 2014). *L. fermentum* çok iyi bilinen bir probiyotiktir (Ramos ve diğ, 2013). Probiyotikler, yeterli miktarda uygulandığında sağlığa faydalı canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanırlar (Bao ve diğ, 2010).

Probiyotik mikroorganizmaların kaynağı insan olmalıdır, patojen olmamalıdır, gastrik asit ve safra tuzuna karşı dirençli olmalıdırlar ve bağırsak epitel dokularına tutunmalıdırlar (Uymaz, 2010). *L. fermentum* probiyotik kullanım açısından eşsiz bir türdür. Aynı zamanda antimikrobiyal ve fizyolojik olarak etkili antioksidan özelliklere sahip olan *L.fermentum* belli oranda tüketilirse sağlığı geliştirici özellikleri vardır. Probiyotikler özelliklerinden dolayı yeterli miktarda uygulandığında sağlık açısından çok yararlıdırlar. Genel olarak kabul edilen probiyotikler farklı laktik asit üreten insan kaynaklı bakterilerden bifidobakteriler, laktobasiller veya enterokoklardır ( Mikelsaar ve Zilmer, 2009).

Enzimatik aktivitesi incelendiğinde tüm *L. fermentum* suşlarının esteraz, esteraz-lipaz, arilamidaz, asit fosfataz,  $\beta$ -galaktosidaz aktiviteleri yüksek düzeydedir (Tulumoğlu ve diğ, 2014). Güçlü bir probiyotik olan *L. fermentum*'un insanda yaşama alanı ağızımız ve bağırsaklarımızdır. Probiyotikler ağızdan geçerler ve bu nedenle geçitten geçerken zorlu koşullara dayanmak zorundadırlar. Tükürük enzimlerine, mide asidine, safra asidine dayanıklı olmaları beklenir. Böylece gastrointestinal sisteme yerleşirler. Gram - pozitif, Katalaz - negatif ve morfolojileri çubuk, küresel veya her ikisi olabildiği gibi, spor oluşturmazlar. Ayrıca düşük pH değerlerine karşı dirençlidirler (Çetinkaya ve diğ, 2020).

*L. fermentum* bağırsıklık sistemini uyardığı gibi, antioksidan üretimi de sağlamaktadır. Ayrıca, anti-enflamatuar kimyasallar üretir. Son bilimsel çalışmalar, *L. fermentum*'un insan bağırsağında antimikrobiyal ve antioksidan kimyasallar ürettiği konusunda veriler elde etmişlerdir. Bu antimikrobiyal özelliğe sahip organizmalar, gram negatif özellikteki bazı patojenleri ve *Enterococci* ve *Staphylococcus aureus* gibi bazı gram pozitif özellikteki organizmalarda dahil olmak üzere bazı patojenik bakterilerin büyümesini azaltığı bilinmektedir. *L. fermentum* bununla beraber fermantasyon metabolizması sonucunda glutatyon ve mega-antioksidan ortaya çıkmasına neden olmaktadır. *L. fermentum*'un metabolizmasının genel bir sonucu olarak süksinik asitler ile beraber asetik asit, laktik asit ortaya çıkmaktadır. Ayrıca anti-enflamatuar ve antioksidan özelliklere sahip bazı kimyasallar da ortaya çıkarır. *L. fermentum*, *Staphylococcus aureus*'a ve *Escherichia coli* karşı antimikrobiyal aktivite gösterir (Zeng ve diğ, 2010).

### **1.2.2 *Lacticaseibacillus rhamnosus***

Yeni ismi ile *Lacticaseibacillus rhamnosus* olarak adlandırılan *Lactobacillus rhamnosus* (Url-1) son derece iyi araştırılmış bir probiyotik türdür.

*L. rhamnosus* mikroaerofilik ve fakültatif anaerobik, Gram pozitif, çubuk şeklinde bir bakteridir. Kısa zincirler halinde veya tek başına büyüyebilir. Spor oluşturuğu, katalaz negatif ve hareketli değildir. *L. rhamnosus* mezofiliktir, fakat bazı suşlar 15 °C'nin altındaki veya 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda büyüyebilir. *L. rhamnosus* laktik asit üretir. Amigdalın, arbutin, selobiyozu fermente ederken, ne arginin ne de üreyi hidrolize eder ama esculini hidrolize eder (Carr ve diğ, 2002). *L. rhamnosus* fakültatif heterofermentatif bir bakteridir (Wood ve Holzapfel, 1992). *L. rhamnosus*

mikroorganizması 90 yılların başlarında yapılan deneysel çalışmalarda kullanılmış ve sonrasında bilhassa çocuk sağlığına faydalı katkısı nedeniyle, gün geçtikçe bebek ve çocuk ürünlerinin üretiminde kullanımı yaygınlaşmıştır (Demirok, 2014).

*L.rhamnosus*'un bazı türleri antimikrobiyal aktiviteleri ve probiyotik özelliği nedeniyle gıda endüstrisinde geniş olarak kullanılmaktadır. Kullanımları arasında, yalnızca probiyotik olarak değil, aynı zamanda fermente edilmiş ve fermente edilmemiş süt ürünleri, hazır yiyecekler, içecekler, işlenmiş et ürünleri ve salatalar için koruyucu olarak da kullanılırlar. Ayrıca ekmeğin yapımında önemli rol oynarlar, bilhassa ekşi mayalı ekmeğin üretiminde kullanılırlar (Batt, 2014a).

Tüketicilerin organik gıda ürünlerine her geçen gün artan yoğun ilgisi nitrit, nitrat tuzları ve sülfatların yaygın kullanımı gibi kimyasal bazlı koruma yöntemlerine alternatif olarak fonksiyonel başlatıcı kültür veya LAB bazı belirgin suşlarının kullanımı ile alternatif koruma yöntemleri geliştirilerek, gıdaların raf ömürlerini uzatmak için yaygın şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Örneğin laktik asit bakterileri yoğurt, peynir, kefir gibi fermente süt ürünleri ayrıca işlenmiş et ürünleri ve unlu mamüller gibi fermente ürünlerin üretiminde starter kültür olarak kullanılan en önemli gruptur. Bu laktik bakteriler aroma oluşumu sağlamak, proteoliz, asidifikasyon gibi çok önemli fonksiyonel ve teknolojik özelliklere sahiptirler (Alan, 2015).

*L.rhamnosus* bakterilerinin bazı suşları bazı süt ürünlerinde probiyotik olarak kullanılmaktadır. *L. rhamnosus* bazen fermente ve uzun süre olgunlaşmış peynirlerde starter yani başlatıcı olmayan laktik asit bakterisi olarak kullanılır (Angelis ve Gobetti, 2011). Peynir üretiminde sıklıkla kullanılması yanısıra bilhassa cedar ve süzme peynir üretiminde kullanılır (Giraffa ve diğ., 2010). *L. rhamnosus* ticari probiyotiklerde besin takviyesi olarak kullanılır, genellikle kapsüller veya poşetler halinde ve probiyotik gıdalarda kullanıldığı gibi fermente edilmemiş gıda ve içeceklerde de kullanılırlar (Vindorelia ve diğ., 2019). Dondurma, probiyotik atıştırmalıklar ve probiyotik meyve suları ayrıca zararlı bir bakteri olmadığı için sütün hızlıca asiditesinin artırılmasında da kullanılır (Batt, 2014b). *L. Rhamnosus* yapılan çalışmalarda oldukça yüksek bağırsak duvar yapışmasına sahip olduğu ve bu nedenle vücudumuzda faydalı bakterilerin önünü açan iyi bir probiyotik olarak kabul edilir. Ayrıca başka bir çalışmada da *L.rhamnosus* suşları, %1,0, %1,5 ve %2,0 safra tuzlarının varlığında iyi bir canlı kalma potansiyeli sergilediği bildirilmiştir (Bozdemir, 2021). *L. rhamnosus* suşunun keşfinden bu yana,

sağlık yararları üzerine kapsamlı bir şekilde çalışılmıştır ve şu anda *L. rhamnosus* suşu 800'den fazla bilimsel çalışma ile dünyanın en çok çalışılan probiyotik bakterisidir.

Bu probiyotik, bağışıklık sistemini güçlü bir şekilde aktive eder, alerjilerjenler ile savaşır ve insanların daha sağlıklı olmasına yardımcı olur. *L.rhamnosus* bakteriyel enfeksiyonlara karşı etkilidir. Glikoz kontrolünde kullanılır ve insanda bağışıklık sistemini güçlendirir. Alerji değerlerini kontrol altına alır, kolon kanseri riskine karşı mücadele eder, LDL kolestrolü düşürür. *L.rhamnosus*'un da dahil olduğu probiyotik bakterilerin insan da safra tuzlarının serbest asitlere parçalamalarına ve bağırsak sistemden hızlıca uzaklaştırmak suretiyle kötü kolesterolün düşürülmesinde önemli derece de etkili olduğu düşünülmektedir. Kolesterolün düşürülmesinde iki değişik metabolik sistemin önemli olduğu kabul edilmektedir: ilk olarak mekanizmada serbest safra tuzlarının bir şekilde vücuttan atılması ve kötü kolesterolden kaynaklanan yeni safra asitlerinin sentezinin azaltılması sonucunda toplam kolesterol seviyesinin düşürülebileceği gerçeği ve bir diğeri de probiyotik bakterileri tarafından üretilen asitlerin pH'yı düşürmekte ayrıca konjuge olmayan safra tuzları da kolesterolün presipitasyonuna neden olduğu düşünülmektedir (Koçak ve diğ. 2016).

### **1.2.3 *Lacticaseibacillus paracasei***

*Lactobacillus paracasei* yeni ismi ile *Lacticaseibacillus paracasei* olarak adlandırılmaya başlanmıştır (Url-1). Laktik asit bakteri suşları hem gıda hem de ilaç sektöründe kullanılmaktadır. Özellikle çeşitli gıda substratları gibi besinler açısından zengin olan ve gıdayı fermente edebildikleri veya mayalayabildikleri için probiyotiklerin başlıca temsilcileridir. LAB insan ağızında ve bağırsaklarda yaşarlar ve insan ekosistemine faydalı olurlar (Holzapfel ve Schillinger, 2001). Laktobasiller ana besin kaynakları olan karbonhidratın bol olduğu ortamlarda bulunurlar. Bu gereksinimlerinden dolayı insan ve hayvanların mukozal membranları, bitki yaprakları, kabukları üzerileri, gübreler, fermentasyona uğramış gıda ürünleri gibi geniş bir habitatta karşımıza çıkmaktadırlar. Genel olarak laktobasilli mikroorganizmaların sütte asidifaksiyonu 30 °C'dekine göre 37 °C daha iyi yapabilmektedir. Asitleştirme katsayısı açısından en verim alınan suşların *L. rhamnosus*'a ait suşlar olduğu bilimsel çalışmalar ile gösterilmiştir. Yine çalışmalar göstermiştir ki LAB süt ürünlerindeki en önemli rol ve sorumlulukları patojen bakterileri güçlü bir şekilde inhibe etmesidir. Bu inhibitör etkisel durum laktik asit üretimi ve pH'nın düşüşü ile doğru orantılıdır. Bunun yanında

LAB yağ asitleri, hidrojen peroksit, organik asitler, bakteriosinler ve bakteriosin benzeri çeşitli antimikrobiyal maddeler üreterek de bu inhibitör olma özelliklerini ortaya koymaktadırlar. Bu konu üzerine yapılan bir çalışmada *L. Curvatus* ve *L. paracasei ssp. Paracasei* nin *E. coli*'ye karşı yoğun bir antagonistik aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Gürsoy ve Kımık, 2005).

*L. paracasei* yukarıda da bahsedildiği üzere hem karbonhidratça zengin ortamlar da, taze sebzelerin dış yüzeylerinde, bitkisel kaynaklı fermente gıda ürünlerinde, fermente edilmiş hayvansal süt ve süt ürünlerinde, insan ve hayvanların sindirim sisteminde yaşama ortamı bulmaktadırlar ve sıklıkla da bulunurlar. Bu yararlı mikroorganizmaların yüksek miktarda laktik asit ortaya çıkarması, ürünlerin organoleptik özelliklerini etkilemesi dışında, leziz olmasını, aromatik özelliklerini ve sensory özelliklerini iyileştirme, bununla beraber safra tuzuna güçlü direnç, antimicrobial özelliği ile gıda sektöründe, bilhassa süt ve süt ürünlerinin fermentasyon aşamalarında başlangıç kültürü olarak kullanılmaktadır. Müşterilerin arzu ettiği tat ve kıvam için *L. Paracasei* sektörde ticari olarak üretilen hayvansal ürünlerde gün geçtikçe çok daha yaygın kullanılmaya da başlanmıştır. Endüstriyel olarak üretilen fermente edilmiş sosis, probiyotik sosis, kurutulmuş sosislerde de probiyotik bakteri kaynağı olarak kullanılmaktadır (Frias ve diğ, 2017).

*L. paracasei* ve *L. paracasei ssp. paracasei* alt türlerinden oluşan bakterilerin yoğurt üretiminde kullanımı oldukça yaygındır. Geleneksel yöntemlerle üretilen yoğurdun, starter kültürleri ve bu bakteri türü fermentasyon işlemi yapılmış süt ile fermente olmadan jelleşmiş sütün tüketilmesinin karşılaştırılması amacıyla sağlıklı bebeklerin fekal mikrobiyotası üzerindeki etkileri konusunda detaylı bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Bulgular göstermiştir ki *L. casei* ve *L. paracasei* ile üretilen yoğurdun düzenli olarak tüketiminin, dışkıdaki laktobasil sayısını artırdığı, zararlı enzimler olan  $\beta$ -glukozidaz ve  $\beta$ -glukoronidaz aktivitesini ise inhibe ettiğini ortaya koymuştur (Sömer ve diğ, 2012). Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre probiyotikler, yeterli miktarda sunulduğunda konakçı canlıya sağlık açısından yarar sağlayan bakterilerdir. Bu probiyotiklerden birisi de *L.paracasei*'dir ( Nabizadehasl, 2018).

Genel olarak prebiyotik ve takviye edici gıdalar içerisinde sıklıkla bulunan suşlardan birisi *Lactobacillus paracasei* bu özelliği taşıyan bakteriler içindeki iyilerinden biridir. İnsanda bağışıklık sistemini güçlendirmek ve sindirim fonksiyonu arttırmak için

oldukça faydalıdır. Nisan 2020 itibariyle *L. paracasei*, resmi olarak *Lacticaseibacillus paracasei* olarak yeniden sınıflandırılmıştır (Url-2). Ayrıca 90 yılların hemen başında yapılan bilimsel çalışma ile yeniden sınıflandırmaya gidilmiş *Lactobacillus casei* grubunun büyük bir çoğunluğu *Lb. paracasei subsp. paracasei* olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Bu mikroorganizma, *L. casei* ve *L. casei spp.* tolerans bakterileri gibi 45°C de gelişemezken 0°C'de gelişme gösterebilmektedir. Bununla birlikte ramnoz şekerini fermente edemez, bu bakterinin bazı alt suşları ise laktik asitin hem D(-) hem de L(+) formunu sentezleyemez (Gülseren, 2012).

*L. casei*, *L. paracasei* türleri lactobacilli türünün en iyi bilinen türlerindedir. *L. paracasei* incelendiğinde gram pozitif, tipik olarak çubuk şeklinde, fakültatif olarak heterofermentatiftir, ayrıca laktik aside üretiminin yanısırsa etanol/asetik asit ve karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) gibi başka metabolitler de üretebilirler. *L. paracasei* farklı ortamlara mükemmel bir şekilde uyum sağlar. *L. paracasei* hem hayvan bağırsağında hem de insanda doğal olarak bulunur. Gıda endüstrisinde, genellikle süt ürünlerinde starter kültür olarak kullanılır. Ayrıca 'genelde güvenli kabul edilen' statüsü almış ve probiyotik takviyelerinde kullanılan bir türdür (Url-3). *L. paracasei* hareketsizdir, spor oluşturmaz ve anaerobiktir. Yoğurt ve ekmekte starter kültür olarak bulunur. Bu bakteriler ısıya ve düşük pH'a karşı oldukça hassastır. Bu özellikleri gıda üretiminde bir kısıtlama olarak karşımıza çıkar, bu da gıdanın ömrünü negatif olarak etkiler. Bu bakteri gıdada fiziksel özelliği, lezzeti etkileyen bir takviye olarak da kullanılır (Maehata, 2021). İçerdiği exopolisakkaritler sayesinde insan sağlığı açısından oldukça faydalı probiyotik olarak değerlendirilir. Örneğin kefirde oldukça sık olarak bulunan bu bakteri, bu gıda ürünün sağlık açısından da insanların kullanımına sunulmasında büyük rol sahibidir. Fermente içeceklerde de starter olarak yaygın olarak kullanılır. Literatürde *L. paracasei* suşları için bildirilen birçok fayda vardır bunlardan bazıları; antimikrobiyal ve antibiyofilm aktivitesi, bağışıklık sistemi uyarımı, anti-inflamatuar, antioksidan özelliği, anti-obezite ve lipid metabolizmasını iyileştirme özelliği, hipokolesterolemik ve stres modülatör etkileri, bağırsakların güçlendirilmesi, bakteriyel mikrobiyota oluşturması bunlardan bazılarıdır. Ayrıca Probiyotiklerin çoğu etkisinin türe özgü olduğu göz önüne alındığında *L. paracasei* suşları arasında yüksek heterojenlik mevcut olması, sağlığı geliştirici özellikler açısından çok değerli kılmaktadır (Bengoa ve diğ., 2021).

Sağlıklı insan dışkısından izole edilen *L. paracasei* ile yapılan bilimsel çalışmalarda da yaşlanmayı geciktirme, kaygı davranışlarını, depresyonu iyileştirme özelliğini ve Alzheimer hastalığı da dahil olmak üzere çeşitli nörolojik hastalıklarla karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Lee ve diğ, 2021). Son çalışmalar *L.paracasei*'nin probiyotik özelliğinden dolayı insan sağlığı üzerinde güçlü olumlu etkilerinin olduğunu ispatlamıştır (Verdenelli, 2009).

#### **1.2.4 *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus***

Genel olarak piyasada probiyotik bakteri olarak bifidobakteriler ve lactobacilluslar gram pozitif olarak kategorize edilirler bunlardan birisi de *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*'dur (Yerlikaya, 2014). İlk olarak bebek ve yenidoğan dışkısından izole edilip ticarileşmiş olan *Lactobacillus* suşları bulunmaktadır. Günümüzde ise yaygın olarak fermentasyon işlemine tabi tutulmuş gıdalar, probiyotik bakterilerin güvenilir ve doğal hem taşıyıcı hem kaynağı olarak hayatımızdadırlar. Probiyotik özellikteki mikroorganizmalar olarak gıda ürünleri ve takviye edici gıdalarda genellikle *lactobacillus* ve alt türleri kullanılır. Bu suşlardan yaygın olanı ve ticari olarak değerli suşlardan birisi de *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*'dur. Gıda sektöründe ve geleneksel yoğurt üretiminde, ticari ve endüstriyel yoğurt yapmak için kullanılan birkaç bakteri türünden biridir (Liu ve diğ, 2016). Temel olarak *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* yoğurt üretimi için *Streptococcus thermophilus* ile birlikte kullanılır (li ve diğ. 2016).

Sinonim olarak adı *Lactobacillus bulgaricus*'dur, aktif taksonomic kayıtlarda alt tür şeklindedir. Morfolojik olarak uzun olmaları ile karakterize edilen ve bazen filamentler oluşturan Gram pozitif çubuklardır. *Lactobacillus bulgaricus* 3 farklı şekilde sunulabildikleri için karmaşık bir yapısal şekle sahiptirler; laminer, haddelenmiş ve kıvrımlı olabilirler. *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* anaerobik, homofermentatif olan yoğurt ve peynirden izole edilen bir bakteridir. Fermentasyon sonucu laktoz, fruktoz ve glukoz ortaya çıktığı gibi, asetaldehit, aseton, asetoin gibi ikincil ürünler ve diasetil de çok düşük konsantrasyonlarda üretilebilir(Teixeira, 2014).

Termofilik özelliklere sahip olan bu grup ne glikonattan ne de glikoz dan karbondioksit oluşturabilir. Ee uygun büyüme 40 °C civarındır. bilinmelidirki 15 °C' ve altında da üreyemezler, diğer taraftan % 30'un üzerinde laktik asit üretme kapasiteleri vardır. Yapılan bilimsel çalışmalarda Ribozu metabolizmalarında fermentasyona

uğratamadıkları görülmüştür (Tokatlı, 2013). *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* oksijene karşı oldukça hassas ve catalaz negatif bir bakteridir (Okuklu, 2014).

Adını anavatanı olarak kabul edilen Bulgaristandan almaktadır. Bu insanlar için oldukça faydalı bakteri süt ile beslenmektedir ve laktik asit fermantasyonu yapmaktadır böylece yoğurt üretimine neden olur (Nwadiuto ve Salam, 2018). Kendisinde var olan enzimler sayesinde laktoz şekerini parçalamaktadır. Ayrıca *L. bulgaricus* fermantasyon işlemi sırasında duyusal özelliklerin başında gelen koku için asetaldehit sentezi yapar (Heperkan ve Kayacan, 2021). *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* bakterisi genellikle gıda sektöründe peynir ve fermente süt ürünlerinden izole edilmektedir ve bu alt türden *delbrueckii* yapılan analizlerde laktat dehidrojenaz jel elektroforezinde diğer iki alt türden enzime göre daha transfer olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hiçbir alt türü de arginini hidrolize etmez. *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, süt ürünlerinin fermentasyon uygulamasında bilhassa yoğurt üretiminde uygulama ile ekonomik açıdan çok değerli dünya çapındaki en önemli laktik asit bakterilerinden biridir (Rizello ve Angelis, 2016).

### **1.2.5 *Lactococcus lactis***

*Lactococcus lactis* hareketsiz, homofermentatif, katalaz (-), gram (+), özellikle bir bakteridir. Laktik Asit Bakterileri grubuna aittir. Bunların metabolizması laktik asit üretimine neden olur. Laktokokların starter kültür olarak kullanılan suşları fermente süt ürünlerinin yapısal ve aromatik özelliklerinin gelişimi yanında, bu ürünlerin gıda kökenli hastalık yada gıda bozulması etmeni bakterilerden korunmasında da aktif bir rol oynamaktadır. *Lactococcus lactis* peynir ve yoğurt gibi süt ürünlerinin ve sebzelerin fermantasyonunda, lahana turşusu ve benzerlerini elde etmek için kullanılır. Bakteriler gıdaya lezzet verir ve asit üreterek korunmasına yardımcı olurlar (Lale ve Akçelik, 2003). *L. lactis* üzerinde fermente gıda üretimi açısından teknolojik bir bakteri olarak uzun süre çalışılmıştır. Yumuşak peynirlerin, cedar tipi peynirlerin ve bir çok fermente süt ürünlerinin starter kültürü olarak kullanılmıştır (Demarigny, 1999). *Lactococcus*'un genellikle düz uzun zincir görüntüye sahip olmasından dolayı (kokobasil), bazı laktokokların laktobasil türü olarak yanlış yorumlanmasına yol açmaktadır (Yörük ve Güner, 2011).

*Lactococcus lactis*, küre veya oval şeklinde, oksijensiz ortamda yaşayabilen, spor üretmeyen bakteridir. Bu mikroorganizmanın fermentasyon işlemlerinde yararlı olup olmayacağına dair özellikler, bu bakteriyel canlıların plazmitlerinde kodlanmıştır. Ayrıca, *L. lactis* suşu üç farklı alt tür ihtiva etmektedir. bunlar *Lactococcus subsp. cremoris*, *Lactococcus subsp. hordniae* ve *Lactococcus subsp. lactis* şeklinde isimlendirilmiştir. *Lactococcus lactis* arginin amino asitini parçalayabilen , tuzluluğu % 4 olan ortamlarda canlılığını sürdürebilen bir mikroorganizmadır. Ayrıca, asit üretiminde laktozu kullanabilmekte ancak manitol ve rafinozu kullanamamaktadır (Gülseren, 2012).

Laktik asit bakterilerinin en önemli gruplarından biri de *Lactococcus lactis* türleridir. Bu bakteri de Süt endüstrisinde kullanılan asit oluşturmaya yardımcı bakteridir. Metabolizmada ki başlıca görevleri laktoz şekerinden laktik asit üretmeleri, uygun ortamda fermentasyonu, kazein hidrolizidir. Uygun koşullarda, *L. lactis* bakterisi kültür ortamının redoks potansiyelini ve pH' ı hızla düşürebilir. Böylece metabolizma sonucunda nihai ürün ve enzimler doğrudan veya dolaylı olarak son ürünlerin dokusunu ve lezzetini belirlemede önemli etkiye sahiptir. *L.lactis* ayrıca glikoz şekeri fermente edildiğinde laktik asit üreten homofermentatif özelliğe sahip bir bakteridir. Bununla birlikte Spor oluşturmaz. 10 °C' de büyümesi için uygun ortam iken 45 °C'de üremezler, ortalama üreme sıcaklığı 12-40 °C dir. Bu özelliğinden dolayı fermente süt ürünleri imalatında oldukça sık kullanılmaktadır. Diğer tüm laktik asit bakterilerinde olduğu gibi, laktokoklar da büyüdükleri ortama göre oldukça hassastırlar. Kendi hücre bileşiklerinin sentezinde yapı birimi olarak hizmet eden ve uygun ortamda büyümeleri için spesifik amino asitler, protein, peptitler ve vitaminlerin türevleri gerektir. Ayrıca süt içerisinde çoğu laktokoklar için, metionin lüsin, izolüsin, histidin ve valin konsantrasyonu 1 mg/L'den az olmalıdır (Samarzija ve diğ. 2015).

Genel olarak laktik asit bakterilerinin pek çoğu bakteriyosin üretmektedir. Ayrıca antibakteriyal etkisi için *L. lactis* aracılığıyla üretilen nisin ve benzerleri aktiflerin antimikrobiyal maddeler konusunda bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir. Bakteriyosinin türüne bağlı olarak üretilen bakteriyosinler aracılığıyla özellikle *B. cereus*, *S. aureus*, *Listeria spp.*, *C. Perfringens* benzeri gıdalardan gelen patojen özellikteki mikroorganizmaların üremelerini baskılamaktadır. Ayrıca lab scale çalışmalarda bakteriyosin bileşiğinin bazı gram (-) mikroorganizmalar üzerinde de

etkili olduğu bildirilmiştir. Laktik asit bakterileri tarafından üretilen bakteriyosinler içinde *Lactococcus lactis subsp. lactis*'in ürettiği nisin bakteriyosininin karakterizasyonu ayrıntılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Song ve diğ, 2017). Nisinin antimikrobiyal özelliğinden dolayı, gıda sanayinde yıllardır koruyucu olarak kullanılmasından ve bu kullanımdaki olumlu özelliklerinden dolayı ticari ve ekonomik öneme sahiptir. Nisinin en önemli özelliklerinden bir diğeri gram pozitif özelliğe sahip bakterilere ve clostridia ve basillerin bakteri sporlarına karşı aktivitesidir. Aynı zamanda birçok patojenik streptokok ve stafilokok türü gibi spor oluşturmeyen diğeri bakterilere karşı da çalışır (Dinçer ve diğ, 2009). *Lactococcus lactis* de bakteriyosin üretir. *Lactococcus lactis*'ten elde edilen bakteriyosinler, tek tek ve karışım olarak kullanılması ile mikotoksinlerin inaktivasyonuna etkileri araştırılmış ve önemli sonuçlar tespit edilmiştir. (Gülgör ve Özçelik, 2014). Bir bilimsel çalışmada *Lactococcus lactis* suşunun gıda patojenlerine karşı protein inhibisyonu araştırılmış, gıda patojeni olarak bilinen bazı Gr (+) ve Gr (-) mikroorganizmalara karşı baskılayıcı etki göstermektedir. Gr (+) patojenler arasında; *L. Monocytogenes*, *L. ivanovii*, *C. perfringens*, *S. Aureus*, *L. innocua* ve *L. seeligeri* yer aldığı belirlenmiştir (Arslan, 2010).

Bu bakteri fosfatdigliserol ve kardiyoлипin içerir. Bitkilerde epifit ve endofit olarak yaşayabilir. Bitkilerin farklı kısımlarında büyüyebilir. Örnek olarak okaliptüs, mısır, bezelye ve şeker kamışının yaprakları verilebilir. Ayrıca sığır çiftliklerinde hayvanlarda ve topraktan izole edilmiştir. Ayrıca peynir üreten tesislerde, orman endüstrilerinden gelen atık sularda ve yüzeysel deniz ve yüzme havuzu sularında da bulunmuştur. *Lactococcus* kemoorganotrofik organizmalardır. *Lactococcus lactis* süt ürünleri ile bakteri ortak ilişkisine rağmen başlangıçta bitkilerden izole edilmiştir ve geniş getiren hayvanlar tarafından tüketildikten sonra gastrointestinal sistemde aktif hale gelip çoğaldığı düşünülmektedir (Song ve diğ. 2017).

### **1.3 Pestisitler**

Artan dünya nüfusu ve tarım ürünlerine olan ihtiyaç her geçen gün bu konuda yeni çözümleri ve üretim kapasitesini artırmayı zorunlu kılmıştır (Stoytcheva, 2010). Zirai üretimde kullanılan bu kimyasal ilaçlar (pestisit) zirai üretim alanlarında verimli üretim yapmak, zararlı ve haşarelerle mücadele için kullanılan etken maddelerdir. pestisitler, tarım yapılan bölgelerde sağlıklı ve güçlü bitkisel üretim için zararlı organizmaları yok etmek veya güçlü şekilde kontrol altına almak için kullanılan kimyasal kaynaklı

maddelerdir (Tu ve diğ, 2022). Bu zirai mücadele ilaçları ayrıca balıkçılık çiftliklerinde orman ve peyzaj alşanlarının korunmasında, depoların fumigasyonunda, kamusal alanlarda haşare ve böcek kotrolünde kullanılmaktadır (Babayiğit ve diğ, 2014).

Pestisitlerin tarihsel yolculuğı incelendiğinde Sümerlerin yaklaşık milattan önce 4 bin yıl önce insektisit, Çinlilerin ise uzakdoğuda 15. Yüzyıl civarında bahçelerde peyzaja karşı zararlıların müdacesinde arsenik ve cıva'nın sıklıkla kullandığı bilimsel makalelerde yayımlanmıştır. Başka bir bilimsel araştırmada da kükürtün daha 3000 yıl öncesinden mantarlara karşı etkili daha sonrasında da böceklere karşı etkin özellikte olduğu biliniyordu. DDT ( (dikloro difenil trikloroetan) piyasaya girişı 40' lı yılların başıdır. Bu yıllardan itibaren zirai mücsdele ilaçları ard arda ticarileşmiştir. DDT hakkındaki ilk bilimsel yorumlar 1945 de dikloro difenil trikloroetan'ın büyükbaş sütünde saptandığına dair, 1948 ve 1951'de ise insanlarda adipoz dokusu ve insan sütünde de saptandığına dairdir (Kurutaş ve Kılınç, 2003).

Esasen 19. yüzyılın başlarından itibaren sektörel inkılaplarla menşei herbirinden farklı kimyasaller pestisit olarak zirai üretimde kullanılmaya başlanmıştır. 1945 de ki ikinci dünya harbinde maalesef bilim bu kimyasallarla biyolojik silah üretimine yoğunlaşmıştır. Böylece sentetik pestisitini üretimini doğmuştur. 1940'lı yılların başlarından itibaren pestisitlerin üretimi ve kullanımı dramatik şekilde hızla artmıştır. Örneğın, DDT (Diklorodifenil trikloroetan), aldrin, endrin ve dieldrin bunlardan bazılarıdır (Denizli ve diğ. 2013). Günümüzde tarımda kullanımı yasaklanan DDT, HCH (Hekzakloro sikloheksan) ve Lindane (Carvalho, 2006) östrojenik olduğu ve besin zincirinin tepesinde kimyasal kalıntı oluşturarak insan, memeli ve kanatlılarda üremeyi etkilediğı bildirilene kadar en yaygın kullanılan zirai ilaçlardır. Bu kimyasal zirai mücadele ilaçlarının ucuz maliyetli oluşu, işgücü noktasında tasarrufu sağlaması, zararlıların ve haşerelerin sebep olduğu olumsuz etkileri azaltması bu maddelerin kullanımını cazip hale getirmiştir (Denizli ve diğ. 2013).

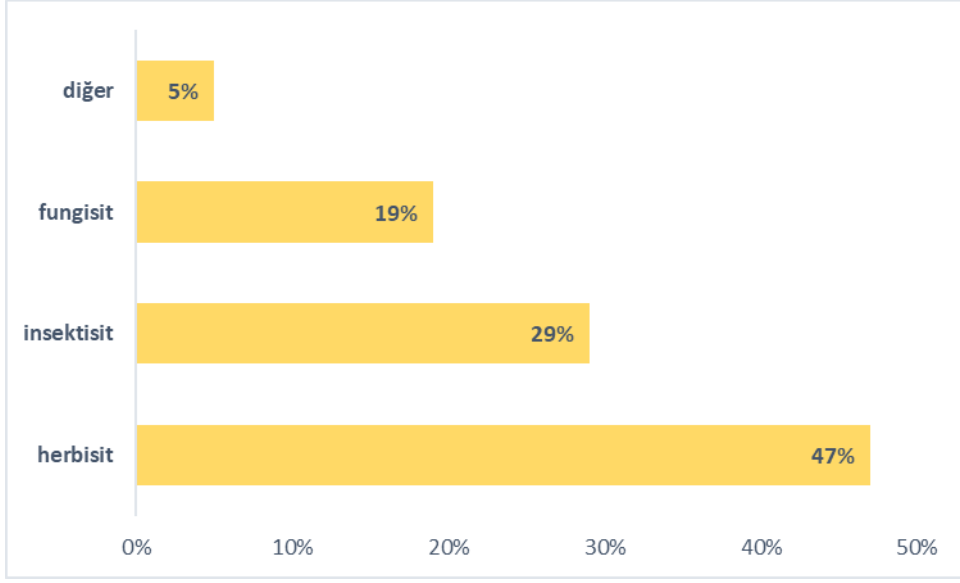
Amerikadaki Ulusal Zirai Mücadele ilaçları veri tabanında kayıt altına alınmış 20 bin civarında kimyasal zirai ilaç ürün vardır. Zirai mücadelede kullanılan aktif madde miktarı (pestisit aktif maddesi, bu maddelerin yan dönüşüm ürünleri, yardımcı kimyasalları ve çözücülerle birlikte) 6 bin 500 civarındadır (Kaplan, 2009).

Dünya çapında kullanımı dramatik hızla artan pestisitlerin 2020 yılı sonrası verileri en çok pestisit kullanan ülkenin Çin olduğunu göstermiştir. ABD ve Arjantin ise diğer en çok pestisit kullanan ülkeler olarak yer almaktadırlar. Türkiye için toplam tarım ilacı kullanımı miktarı incelendiğinde 2018 yılında bir önceki yıla göre %10'dan arttığı bildirilmiştir (Tözün ve Akar, 2022). Avrupa ülkelerinde kullanım miktarları incelendiğinde ilk iki sırayı da Hollanda ve İtalya almaktadır (Kaymak ve Serim, 2014).

Kontrolsüz ve gereğinden fazla pestisit kullanmak doğada yok olmayan kalıntı oluşturmakta ve insan, çevre sağlığına sarsıcı zararlar vermektedir. Özellikle tarımda kullanılan doğal su kaynaklarındaki ve içme suyu olarak kullanılanlarında aşırı zirai ilaç kullanımından kaynaklanan kirlilik kontrolü için , zirai mücadele ilacı kullanımı ile piyasada satışına dair verilerin sağlıklı ve doğru olması, bu mücadele kimyasallarının uygulamasıyla birlikte taşınım ve dönüşüm ve kalıntı mekanizmalarının detaylı olarak bilinmesi, ayrıca düzenli izleme çalışmaları ile pestisit varlığının tespiti oldukça önem arz etmektedir (Doğan ve Karpuzcu, 2019).

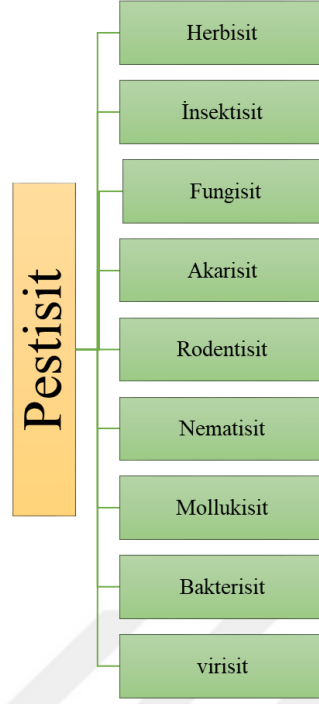
Diğer bir taraftan son yıllarda yeraltı su kaynaklarında rezidüye rastlanması ve farklı çeşitlerde olması, çevreye vereceği zarar, çevresel açıdan büyük problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Atasoy, 2019). Ayrıca bu zirai ilaç kalıntılarının canlılara zarar verme olasılığı, diğer yandan insanlar için doğal omega3 kaynağı olan deniz ürünleri ve balıklar için de geçerli bir durumdur (Tsygankov ve diğ, 2019).

En güncel verilere göre dünyada pestisit ve benzeri kimyasal üretim miktarı üç milyon ton civarındadır. Her yıl bu pazarın yüzde 1 oranında büyüdüğü tahmin edilmektedir. Bunların içerisinde ilk sırayı % 47'lik oranla herbisitler, ikinci sırayı % 29 ile böcek mücadele ilaçları takip etmekte, funguslarla mücadele ilaçları ise % 19'luk bir pay ile üçüncü sırayı almaktadır. Toplamda herbisit ve insektisit kullanımının % 70'den fazla bir oranı kapsadığı görülmektedir. Geriye kalan pestisit grupları tahminen % 5'lik bir paya sahiptir. Ticari maddi değer olarak değerlendirildiğinde tüketiminde ilk sıra ile % 31'ini böcek öldürücüler, ikinci sırada % 26'sını yabancı otlar mücadele ilaçları, üçüncü sırada ise % 20'sini de mantarla mücadele ilaçları oluşturmaktadır (Tiryaki ve diğ. 2010).



**Şekil 1.1 :** Kullanım amacına göre dünyada kullanılan pestisit türleri (Tiryaki ve diğ. 2010).

Zirai ilaçların hava, toprak ve su da neden olduğu kirlilik oldukça ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle tarım da kullanılan toprak alanlarının kirliliğinin birincil nedenleri kimyasal zirai ilaç kalıntılarıdır. Bu nedenle yaşadığımız yüzyılın başlarından itibaren artan insan popülasyonunun ile doğru orantılı olarak her geçen gün ilerleyen sanayi ve teknoloji ile birim alanda en fazla ürün eldesi için yoğun çalışmalar yürütülmesi kaçınılmazdır. Bu yeni teknoloji ile üretilen zirai mücadele ilaçlarının ekosistemi, insan hayatını olumsuz yönde etkilediği gerçeği de kaçınılmazdır. Bu olumsuz nedenlerden dolayı zirai ilaçlarında kullanımında belli kriterler getirilmiş, belli sınırlamalar belirlenmiştir. İlk kez 1948 de yapılan çalışmada bu zirai mücadele ilaçlarının zararları insan vücudunda organik klorlu bazlı zirai ilaçlarının kalıntılarının bulunması ile anlaşılmıştır. Bu çalışmalar göstermiştir ki belli grup pestisitler toksik açıdan büyük zarar oluşturmazken, diğ. grupların kanserojen veya sinir sistemini etkilediğine dair sonuçlar elde edilmiştir.



**Şekil 1.2 :** Pestisitlerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması (Tiryaki ve diğ. 2010).

İnsan vücuduna aktarımda en önemli pestisit geçiş kaynaklarından birisi tüketilen gıdalar ve onlarda ki pestisit kirliliğidir. Bununla mücadele için 1960 yılların hemen başında Dünya sağlık örgütü (WHO) ve FAO tarafından pestisit kalıntılarını incelemek amacıyla kodex komitesi hayata geçirilmiştir. Bu komitenin tarafsız ve bilimsel çalışmaları sonucunda ilgili tehlike konusunda belli küresel tanımlamalar yapılmıştır. Bu tanımlamalar ışığında belli kullanım limitleri belirlenmiştir ve gıdalarda bulunma miktarı konusunda belli kısıtlamalara gidilmiştir. Böylece maksimum kalıntı limitleri oluşturulmuştur. Bu kimyasal mücadele ilaçları, kimyasal yapısına, hedef organizmaya ve fiziksel olarak görünümlerine göre ayrımları çok net değildir fakat sentetik, inorganik ve biyolojik pestisitler şeklinde de sınıflandırılır (Altıkat, 2019).

Pestisitlerin zararlı olması ve tarımsal üretimi etkilemesine başka bir örnek de arılardır. Arıların olduğu bölgelerde belli miktarın üzerinde pestisit kullanımı arıcılığı tamamen olumsuz etkilemektedir. Bu konuda The European Food Safety Authority (EFSA) nın arılar için risk yönetimi konusunda pestisit kullanım klavuzu yayımlanmıştır (Rotais ve diğ, 2017). Bu zirai mücadele ilaçları sentetik kimyasal bir madde kaynaklı olabilir, bakteri yada virüs gibi biyolojik bir müdahale ajanı, antimikrobiyal, dezenfektan orjinli bir araç olabilir. Fakat Biyopestisitler ise mikrobiyal ve biyokimyasal zirai mücadele araçlarını içerir (Altıkat, 2019). Dünya’da hasattan sonra depolaama yöntemi

ile korunan tarımsal ürünlerin hayvansal orjinli organizmalarca uğradığı zarar yaklaşık %10 civarında kabul edilmemektedir (Çolak ve diğ, 2018).

Gıda güvenliğinin düzenli sağlanması yanı sıra, bitkilerin zararlılara maruz kalmasından dolayı üretimdeki düşüş ülkelerin tarımsal verilerini olumsuz etkilemektedir. Bu açıdan hızlı ve güvenli şekilde bu zararları en aza indirgeyecek çözümler bulunması gerekliliği doğmuştur (Shenashen ve diğ, 2021).

Kimyasal kalıntıların yönetimi konusunda günümüzde birçok çalışma yapılmaktadır. Bir zirai ilaç atığının zararlı atık olarak sınıflandırılabilmesi için dört sınıflandırmadan birisine ait olması gerekmektedir. Bu dört adet kriter; reaktiflik, tutuşabilirlik, zehirlilik ve koroziftir. Tarım ilaçları endüstrisi atıksular Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne ve EPA listelerine (Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete 1995) göre yapılan sınıflandırmayı baz alarak zehirlilik ve tutuşabilirlik özellikleri nedeniyle zararlı atık olarak değerlendirmektedir (Güneş ve Talınlı, 2007). Pestisitlerin uygulamasında ön konsantrasyonun iyi ayarlanması hem gıda hem çevre açısından vazgeçilemez öneme sahiptir. Bu konuda en uygun kontrollü miktarı bulmak için bir çok bilimsel çalışma yapılmıştır (Musarurwa ve diğ, 2021). Pestisitlerin kontrollü tüketimi için mikrobiyolojik ve kimyasal gıda güvenliği farkındalığının oluşturulması gereklidir (Boxstael ve diğ, 2013).

Günümüzde zirai ürünler ülkelerin ihracatlarında oldukça önemli yer tutması, bu tarım ürünlerinin pestisit kalıntılardan arı olmasının ve bunun doğrulanması gerekliliğini de zorunlu hale getirmiştir (Mohimont ve diğ, 2010). Bu zorunluluk dolayı tarımda kullanılan zirai kimyasal ilaçların doru şekilde analiz edilmeleri konusunda 1990 yılından itibaren tüm dünyada analizlerin doğruluğu ve güvenilirliğinin net bir göstergesi olarak kontrol ve kalite güvencesi sınırlamaları gündeme gelmiştir. Bu konuda UAEA'ya bağlı olarak "Gıda ve Çevre koruma birimi-The Agrochemicals Unit" birimi kurulmuştur (Tiryaki, 2016).

Diğer yandan gıda arzını karşılamak için tarımsal üretim gerçekleştirilirken yabancı otlar, zararlı organizmalardan kaynaklı yaklaşık %65 e varan kayıplar oluşmaktadır. Bu zirai ilaçlar zehirli olduklarından doğrudan toprağa ve bitkiye uygulanamadığı için insan, hayvan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkilemesi en aza indirgenmesi amacıyla belli katı veya sıvı maddelerle karıştırılarak kullanılırlar. Bu karışımdaki zirai ilaca aktif veya etken madde denir. Her kimyasal pestisit olarak kullanılamayacağı için belli kriterleri

karşılması gerekir, örneğin biyolojik mücadele de aktif, güçlü etkiye sahip, kararlı yapıya sahip ve tüketiciler açısından da güvenilir olması gerekmektedir. Ayrıca yabancı hayat ve doğadaki faydalı organizmalara karşı oldukça az zararlı olmalı, çevre için kabul edilebilir limitlerde ve ticari açıdan da etik kriterlerin üzerinde olması beklenmektedir (Akdoğan ve diğ, 2012). Pestisitlerin kullanımında, insanların tüketimine sunulacak gıdalarda yasal olarak maksimum kalıntı limitleri ülkeden ülkeye kendi iç yönetmeliklerine göre değişmektedir (Velde-Koerts ve diğ, 2021). Örneğin Amerika Çevre Koruma Ajansı pestisit kullanımına karşı kabul edilebilir limitlerde kullanma konusunda belli limitlerin kabul edilmesi konusunda çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmalarda kriterler çocuk ve doğmamış bebeklerin etkilenme hassaslıkları göz önüne alınarak oluşturulmuştur. Bu çalışmalarda gıdadan gelen, sudan gelen ve diğer kaynaklardan gelen pestisit kalıntıları göz önünde bulundurulmuştur ( Winter ve A Jara, 2015).

Pestisitlerin ziraatte, bitki sağlığını korumada en önemli bileşen olduğu yıllardır bilinmesine rağmen, bilgisiz kullanımının bir çok çevresel zarara sebep olduğu da her zaman göz önünde bulundurulmuştur (Zhang ve diğ. 2015).

Tarımsal üretimde kullanılan bu zirai ilaçlar etkilerine göre sınıflandırıldığında, sistemik, yarı sistemik veya kontak etkili olarak değerlendirilirler. Kontak etkili tarım ilaçları bitkinin yüzeyindedirler ve bitki üzerindeki zararlı canlılara karşı etkendirler. Sistemik zirai ilaçlar ise bitkinin iç bünyesinde mobildirler ve bitkinin köküne, yaprak uçlarına hatta meyveye ulaşabilirler. Dolayısı ile bitki içindeki hastalık ve zararlı ile mücadele halindedirler. Yarı sistemik olan zirai ilaçlar ise hem kontak etkili hem sistemik etki gösterirler (Pazır ve Turan, 2017).

Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, bu zirai ilaçların yüzde biri hedef e ulaşmakta geriye kalan ise su ve toprakda kalmaktadır. Bu oldukça yüksek çevresel kimyasal kirliliğe neden olmakta, bu da canlılarda kronik ve ölümcül hastalıklara yol açmaktadır. Örneğin organofosfat içeren tarım ilaçları kalp, hemtolojik ve pankreas değerlerinde değişikliğe neden olmaktadır (Katip, 2019). Ayrıca ağır metaller olan kalay, alüminyum, bakır içeren zirai ilaçların doğada yarılanma ömürleri oldukça uzun olduğu için bitkiler tarafından absorbe edilmesi bunun sonucu olarak insana zararlı olabilme durumları ortaya çıkmaktadır (Ören ve diğ, 2009).

İnsanlar gastrointestinal, dermatolojik ve endokrin yollar ile belli zamanlarla anlamadan farklı türde zirai ilaçlara maruz kalır (Aytaç ve diğ. 2017). Fakat bu maruz kalmaların %97 si deri yolu ile olur (Çamur ve diğ, 2017).

Yapılan literatür çalışmalarında bir kısım zirai mücadele ilaçlarının (uygulama şekli, formülasyonu, dozu niteliklere göre değişmekle birlikte), deney sonuçlarına göre canlılarda karsinojenik, nörotoksik, immünolojik, sitotoksik, teratojenik etki gösterebileceği, ayrıca insan kromozomunda anormallikleri oldukça arttırdığı, üreme sistemi ve kardiyovasküler sistem dahil birçok sistemin doğrudan etkilenmesine sebep olduğu belirlenmiştir (Kalıpçı ve diğ, 2011).

Zirai ilaçların insanlar üzerindeki zararlı ve kalıtsal etkileri üzerine bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Karbomatlı, organik fosforlu, klorlu ve yapısında hidrokarbon bileşik içeren birçok zirai ilacın geno-toksik olumsuz etkileri saptanmıştır. Tarım ile uğraşan ve bu kimyasallara maruz kalan ve kalmayan gruplar üzerinde yapılan çalışmalarda kromozom anormallikleri ve kromosom değişimlerine rastlanmıştır (Soyöz ve Özçelik, 2003).

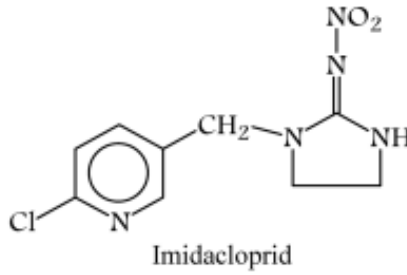
Bu zirai ilaçların sıklıkla kullanımından kaynaklanan doğadaki arı, kuş cinsleri, balıklarda dönemsel ölümlere sebep olduğu, üreme de azalmaya neden olduğu bunun da ekosistemi olumsuz etkilediği görülmüştür. Ayrıca bu kimyasal mücadele ilaçlarının toprak, su gibi yollarla gıdalara ve bitkilere geçtiği, insan besin zincirinde yer aldığı ve haliyle zararlı sonuçlara neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca bilinçsizce zirai ilaç kullanımı da hedef organizmada belli tipte dayanıklılık gelişimine neden olmaktadır. Bu durum gittikçe işlevsiz hal alan zirai mücadele ilaçlarının doğal kirliliği artırma da ve ticari olarak zirai üretim maliyetlerinin de artmasına neden olmaktadır.

Tüm bu olumsuzluklar bir yana biyoçeşitlilikte oldukça yüksek oranda olumsuz olarak etkilenmektedir. Başka bir olumsuzluk ise bu bilinçsiz kullanımın genetik kaynakların yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalınmasıdır. Bu açıdan bakıldığında tarım sektöründe faaliyet gösteren insan gücünün zirai ilaç kullanımı konusunda yoğun eğitime tabi tutulma zorunluluğu kaçınılmazdır (Kalıpçı ve diğ, 2011).

Bu eğitimler sayesinde en uygun zirai ilaç seçilmeli ve en uygun zaman dilimi belirlenmeli, hasat zamanları dikkate alınmalı ve böylece hem insan sağlığına hem çevreye en az zarar teşkil edecek yapısal değişikliğe gidilmesi yüksek önem arz etmektedir (Kulaksız ve Akgün, 2020).

### 1.3.1 İmidacloprid

İmidacloprid (1-[(6-chloro-3-pyridinyl)-methyl]-N-nitro-2-imidazolidinimine)pestisit maddesi sentetik nikotin formunda neonikotinoid grubu bir insektisittir (Anhalt ve diğ, 2015). Genel olarak sinir sistemi üzerinde ve sinirsel uyarımın kesilmeden devamını sağlayarak etkisini göstermektedir. Sistemik etkisi nedeniyle bitki bünyesine dahil olarak hedef organizmanın hem yetişkin hem de larval formlarına etki edebilmektedir (Skouras ve diğ. 2021). Neonikotinoidler 1980'li yılların sonunda keşfedildikten sonra, bitki koruma amaçlı kullanılmış ve dünya genelinde en yaygın böcek öldürücü kimyasallar grubuna dahil edilmiştir. Neonikotinoidlerin tarımsal mücadele amaçlı kullanımını 1990'lı yılların ortalarında hızla artmıştır. Dünyada en yaygın kullanılan böcek öldürücü sınıfında yer alan Neonikotinoidler, suda çözünebilir, bitki tarafından alınabilir ve hedef dışı organizmalar tarafından tüketilebildiği gibi, toprak ve suya da karışabilmektedir (Karahan ve diğ, 2018).



**Şekil 1.3:** İmidacloprid kimyasal yapısı

İnsektisidal araştırmalarda son 30 yılın en önemli keşiflerinden birisi olan imidacloprid yüksek böcek öldürücü etkisi ve üstün sistemik özelliklerinden dolayı dünya böcek ilacı pazarında liderliği ele geçirmiş bir böcek ilacıdır (Kagabu, 2011).

Nikotin ihtiva eden zirai ilaçlar üç farklı tipe sahiptirler. Piyasaya ilk organik fosforlu bileşikler içeren daha sonra nitro-metilen türü bileşikler içeren ve en son olarak da neotikotinoitler içerenler sürülmüştür. Sentetik yapıda olan nikotinoitler son yarım yüzyılda piyasaya sunulan en etkili böcek ve haşere öldürücü sınıftır (Demirci, 2018).

Sentetik nikotin formunda olan imidaclopridin örneğin balıklarda toksisitesi düşüktür (Anonim, 2018). İmidacloprid üzerinde yapılan kronik ve akut etkilerinin araştırılması üzerine çalışmalarda, bu etken maddenin hayvanlarda biyo-kimyasal ve oksidatif yolları etkilediği ve önemli zararlı etkileri olduğunu göstermiştir (Özcan ve diğ, 2021). Yapılan çalışmalarda görülmüştür ki böceklerin merkezi sinir sisteminde postsinaptik

nikotinerjik asetilkolin reseptörlerini de bloke ederler. Temas halinde mide zehiridir. Bu etken maddeden etkilenen canlının sodyum kanalları bloke edildiği deneysel olarak görülmüştür. Yarılanma ömürleri incelendiğinde imidacloprid için toprakta 48-190 gün arasında, suda pH 5-9'da yaklaşık 31 gündür (Özel ve Tiryaki, 2019).

İmidaclopridin, tarımda önemli bir yer kaplayan ve kilit role sahip arılar üzerinde de öldürücü etkisinin olduğu hakkında çalışmalar olsa da, net verilere günümüzde de ulaşamamıştır (Bonmatin ve diğ, 2005). Ancak Karahan ve arkadaşlarının yaptığı son bilimsel saha çalışmasında elde ettikleri sonuçlara göre en çok kullanılan insektisitlerden biri olan imidacloprid arılara ve diğer yararlı böceklere de zararlı olduğundan bahsedilmiştir. Çalışmada, imidacloprid'in düşük dozları arıların yaşam sürelerini olumsuz etkilediğini, vücut motor hareketlerini yavaşlattığını, bazı organlarının arılar tarafından kullanılmadığını ve ölüm ile son bulduğu iddia edilmiştir (Karahan ve diğ, 2018).

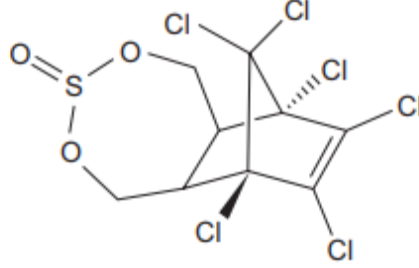
Bilindiği üzere neonikotinoidler şu anda dünyada en yaygın kullanılan insektisitlerdir. (Yoloğlu, 2019) Imidacloprid, bu grubun içinde en çok bilinenidir. Piyasada en fazla pazara sahip olanı da yine imidaclopriddir (Akbulut ve Yön, 2020). Bitki dokularında sistematik olarak dolaşırlar ve mahsülün tüm kısımlarını zararlılara karşı korurlar, bitki tohumunu koruyucu özelliklerinden dolayı önemlidirler (Goulson, 2013). Neonikotinoidler esnek kullanımları (püskürtme, enjeksiyon vb.), böceklere karşı geniş bir toksiteye sahip olmaları, hedef olmayan canlılara karşı düşük toksisite içermeleri, hedef organizmalara karşı yüksek potansiyelde etkiye sahip olmalarından dolayı yüksek terih alanına sahiptirler (Thompson ve diğ, 2019).

Ülkemizde ruhsatlı olarak kullanılmaktadır, ancak çevreye ve insan sağlığına olan potansiyel zararları nedeniyle 2019 yılı sonundan itibaren bazı ürünler için ruhsatı iptal edilmiştir.

### **1.3.2 Endosülfan**

Endosülfan (6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodio-3-oxide) ( Sathishkumar ve diğ, 2021). tüm dünyada bitkiler üzerindeki zararlıları kontrol etmek için kullanılan organoklorlu bir insektisittir (Kurutaş ve diğ, 2006). Endosülfan yeşil devrimin bir parçası kabul edilerek ilk olarak 1950 lerde kullanıma başlanmıştır. Yüksek verimli olmasına rağmen oldukça ucuz bir tarım ilacı olarak piyasada yer almıştır ( James ve Emmanuel, 2021). Endosülfan kullanımında

çevrede endosülfan toksik etkiye sahip sülfat metabolitine dönüşmektedir. Bazı ülkelerde kullanımı yasaklanmıştır (Kataoka ve Takagi, 2013). İlk olarak çay, tütün, keten, tahıllarda kullanılmış ve etkili sonuçlar elde edilmiştir (Patočka ve diğ, 2016).



**Endosulfan (6,7,8,9,10,10-hexachloro-1,5,5a,6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzodioxathiepin 3-oxide)**

**Şekil 1.4:** Endosülfan kimyasal yapısı (Hernández ve diğ, 2013).

Tarımsal kullanımına ek olarak, odun koruyucu olarak ve ev - bahçe zararlılarının kontrolünde de kullanılmaktadır (World Health Organization (WHO), 2003). Hayvanlara yüksek toksisitesi, çevresel kalıntı oluşturması ve endokrin bozucu bir bileşik olması nedeniyle, endosulfan kullanımı şu anda birçok ülkede yasaklanmış veya kısıtlanmıştır (Da Cuña ve diğ, 2016). Endosülfan doğada normal şartlarda biyobozulmaya karşı oldukça dirençlidir. Endosülfan insan ve hayvanlarda biyolojik olarak birikime sebep olmaktadır, çevresel faktörlerden dolayı taşınımı nedeniyle de yasal olarak her ne kadar kullanımının önüne geçilmeye çalışılsa da çevresel faktörlerden bağımsız olarak el edilen numunelerde de hala kalıntıya rastlanılmaktadır. Ayrıca doğa da kendisinden daha yüksek toksik etki gösterebilen alt metabolitlere de dönüşebilmektedir. Bu insan sağlığı ve doğal yaşam için oldukça yüksek sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bilinçsiz endosülfan kullanımına karşı ile mücadele de endosülfan ve metabolitlerinin ( alfa endosülfan, beta endosülfan, endosülfan sülfat) birlikte analiz edilmesi gerekmektedir (Türkyılmaz ve Küçükçongar, 2021).

Tarımda zirai mücadele ilacı olarak bitkilerdeki böcek ve haşarelere mücadelede oldukça etkili kimyasal olmasına rağmen, çevresel şartlara ( bitki, su vb. ) dayanıklı olmasından dolayı yüksek konsantrasyonlarda birikmektedirler. İnsan ve hayvanlarda akut toksisiteye de sebep olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Gülay ve diğ, 2018). Endosulfan, bir siklodien grubunun polisiklik poliklorlu hidrokarbon organoklorlu insektisitidir ( Çağlar ve diğ, 2013). Endosulfanın piyasada kullanılan poliklorlu

hidrokarbonlu temek özelliğinden dolayı akut toksisitesi, ciddi nörolojik bozukluklara neden olabilir (Janssen, 2011).

Geniş spektrumlu bir pestisit olan endosülfan, organoklor yapısından dolayı doğada ve canlı organizmada yüksek birikime neden olmaktadır. Organoklorlu zirai ilaçlar insan ve hayvanların bedensel yağlarında, suda ve havadaki yoğunluğuna oranla mg/kg olarak milyonlarca katına varan konsantrasyonlarda birikebilmektedir (Bulmuş, 2021). Ülkemizde ise endosülfan ithalatı ve üretimi 2009 yılında sonlandırılmış, 2011 yılında ise kullanımı tamamen yasaklanmıştır. Ancak bazı ülkelerde devam eden endosülfan kullanımı ve bu ülkelerden yapılacak gıda ithalatları nedeniyle maruziyet riski devam etmektedir. Ticari formunda endosülfan, alfa ve beta endosülfan olmak üzere iki stereoizomerden (70:30 oranında) oluşmaktadır (Camacho-Morales ve Sánchez, 2016). Endosülfan sulfat ise endosülfanın ana metabolitidir (Rand vd., 2010).

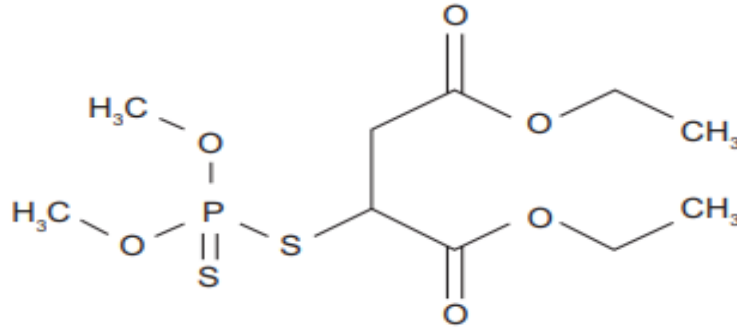
Endosülfan ilk insan üretimi organik pestisitlerden olmasına karşın doğasındaki halkalı yapısından dolayı biyodegradasyona oldukça yüksek direnç göstermektedir (Barrett ve Jaward, 2012). 1954 yılından itibaren agrokimyasal olarak sektörde yerini alan endosülfan en çok yüzey sularında ve havada kalıntıya sebep olması nedeniyle diğer organoklorlu pestisitlerle karşılaştırıldığında oldukça yüksek tehlike barındırmaktadır (Weber, 2010).

Endosülfan diğer yandan su ürünleri için bilhassa hedef olmayan canlılardan birisi olan balıklar içinde oldukça toksik etkiye sahiptir. Bu durum endosülfanın kullanımı sırasında amacı dışında diğer besin zincirlerine de zarar vermesi noktasında büyük bir olumsuzluktur (Rehman ve diğ, 2016).

#### **1.3.4 Malathion**

Doktora çalışmamızda kullanılan bir diğer ve güçlü bir insektisit olan malathion (S-[1,2-di(ethoxycarbonyl)ethyl] dimethyl phosphorothiothionate) sistemik olmayan, organik fosforlu grupta bir pestisittir (Tazdait ve diğ, 2013). Balık ve akuatik ortam canlıları için oldukça toksiktir (Martinez ve Leyhe, 2004). Zirai ilaçlama için yaygın kullanıma sahip olan geniş spektrumlu bir zirai ilaçtır, seracılıkta, peyzaj ve bahçecilikte tercih edilir (Wang ve diğ, 2018). Organofosforlu grup içinde en yaygın kullanıma sahip ilaçların başında gelen malathion sivrisinek mücadelesinde de yoğunlukla kullanılmaktadır (Tazdait ve diğ, 2013). Aşağıdada değinileceği gibi düşük toksititeye

sahip oluşu, ekonomik oluşu kullanımının yaygınlaşmasında başlıca nedenlerden sayılabilir (Badr, 2020).



**Malathion (Diethyl 2-dimethoxyphosphinothioyl sulfanylbutanedioate)**

**Şekil 1.5 :** Malathion kimyasal yapısı (Hernandez ve diğ, 2013).

Tarım sektöründe zirai koruyucu olarak kullanımı 21. Yüzyılın yarılarında başlanmış, 21. Yüzyılın son çeyreğinde tarımsal açıdan dünya genelinde en çok ticarileşmiş geniş spektrumlu etkiye sahip zirai mücadele ilaçlarından birisidir. Malathion düşük toksitesesi ile genelde veteriner hekimlik sektöründe, akarisit ve insektisit olarak zirai faaliyet sektöründe (Badr, 2020). Tarım zararlılarına karşı mücadelede kullanılan zirai ilaçlar içerisinde dünyada kullanımı en yüksek ve bununla beraber zehirlenme oranının en yüksek olan grup organofosfatlı pestisitlerdir (Deka ve Mahanta, 2016).

Organofosfatlı pestisitler içerisinde en yaygın kullanılanlarından birisi de malathion'dur. Solunum yoluyla, deri yoluyla ve gastrointestinal sistem yoluyla vücuda alınan bu zirai mücadele ilacı insan vücudunda karaciğerde ve boşaltım sisteminde de yüksek konsantrasyonda birikmektedir. İnsanlarda malathion'un maruziyet etkileri; bulantı, solunumda problemler, baş ağrı ve dönmesi önde gelen belirtilerdir (Deveci ve diğ, 2021).

Malathionun, yaygın olarak kullanılan böcek öldürücü olduğu bilinmektedir (Sayım, 2017). Malathion tarım yanısıra peyzaj, geniş rekreasyon alanları, sivrisinek ile mücadele gibi halk sağlığı konusunda haşere kontrol programlarında da yaygın olarak kullanılan bir pestisittir (Timur ve diğ, 2002). Yüksel olmayan toksitesesi açısından evsel olarak kullanılan bir zirai ilaçtır. Bilinmelidir ki insektisit mücadelecileri seçici değildirler ve hedef organizmaların yanısıra hedefde olmayan canlılar içinde tehlike oluşturmaktadırlar (Uzun ve Kalender, 2011). Bu tip tarımsal mücadele ilaçları doğal

dengeyi bozarak besin maddeleri üzerinde, toprakta, yüzeysel sularında, oldukça uzun zaman parçalanmayan kimyasal açıdan zararlı kalıntıları doğaya bırakarak, canlı besin zinciri yolu ile insanlara geçerek dokularda biriktiği bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

Bu böcek öldürücüler doğrudan kendileri zehirli etki göstermeseler de oluşturdukları metabolitlerle histokimyasal ve biyokimyasal lezyonlar meydana getirirler. Günümüzde geniş olarak kullanım alanına sahip bu böcek öldürücülerin çoğu norolojik açıdan toksik etkiye sahiptir ve direk olarak etkileri sinir sistemi üzerindedir. Malathion'un dahil olduğu organofosforlu kimyasal yapıya sahip bileşiklerin genel kimyasal formülleri ilk kez 1930 larda belirlenmiştir ve ilk başlarda savaşlarda kimyasal bir silah olarak düşünülmüştür. Bu tip ilaçlar böceklerin sinir sistemleri üzerindeki gösterdikleri etkileri yine insanlarda da gösterebilirler. Bu gruptaki böcek öldürücüler insan ve hayvanlarda sinir sistemi dışında kan yapımını, üreme sistemini, karaciğer metabolizmasını, endokrinal sistemi, bağırsak sistemini de olumsuz etkilediğine dair çalışmalar vardır (Kayhan ve diğ, 2009).

Malathion, yapılan çalışmalarda petrolden elde edilen yağlarda belli bir miktar çözülür. Bir çok başka organik çözücüde çözünebilir, normal şartlarda suda çözünme derecesi 24 derece oda sıcaklığında 145 mg/kg olan fiziksel olarak açık kehribar renkli bir sıvıdır. Genel olarak fito-toksik değildir. Ancak seracılıkta kullanıldığı takdirde hıyar, fasulye ve kabak gillere karşı zararlı olabilir. Tarımsal alanda ise bahçecilikte yaygın olarak kullanılır. Ayrıca insan biti, haşare ile mücadele ve sivrisinek kontrolünde geniş olarak kullanılmaktadır (Dere ve diğ, 1999).

Malathion; ziraate insektisit olarak kullanılan bir böcek öldürücü olması beraberinde bu etken maddenin istenmeyen en önemli yan etkisi sıklıkla karşılaşılan zehirlenmelerdir (Tuğyan ve diğ, 2005).

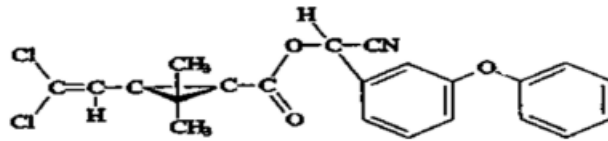
Bu insektisit için yapılan bilimsel çalışmalarda vücutta başlıca karaciğerde birikme sonucu sito-krom P450 enzimi ile yıkılarak toksisitesi yüksek bir metabolit olan malaoksan'a dönüşmekte ve detoksifikasyon yanürünü olarak dimetil-tiyofosfat meydana getirdiği saptanmıştır. İnsan da çoğunlukla idrar ile, safra kanalları ve büyük dışkı yoluyla atılmaktadır. Malathionun böbrekde alkalen-fosfataz aktivasyonunu artırdığı, buna karşı ince bağırsak ve karaciğer organlarında alkalen -fosfataz aktivasyonunu indirdiği gözlenmiştir (Bakır ve diğ, 2015).

Malathion etken maddesinin yarılanma ömrü 11 gün kadardır ve bu süre içerisinde malaoxon'a dönüşümü gerçekleşmektedir (Martinez ve Leyhe, 2004). Malathion en temel etkisini asetilkolinesteraz inhibitörü olarak gösterir ve sinirsel iletimde ve dolayısıyla tüm organizmada hasarlara neden olmaktadır (Sparling ve Fellers, 2007).

### 1.3.5 Cypermethrin

Ülkemiz piyasasında ruhsatlı olarak oldukça yaygın olarak satışa sunulan cypermethrin ( $-\alpha$ -cyano (-3-phenoxyphenyl) - methyl cis, trans 3- (2,3-dichloroethenyl)-2, 2-dimethylcyclopropane carboxylate) formülasyonundadır (Dereboylu ve diğ, 2019). Sistemik olmayan etki gösteren bir insektisittir. Etkisini temas ve sindirim sistemine yaptığı etkiyle göstermektedir (Tomlin, 2003). Özellikle Lepidoptera (pul kanatlılar) olmak üzere birçok böcek sınıfına karşı etkili kullanımı bulunmaktadır (Yılmaz ve diğ, 2008). Tarımsal kullanımının yanında halk sağlığı açısından sivrisinek, karasinek ve hamam böceklerine karşı da kullanılmaktadır (Tomlin, 2003). Cypermethrin zirai mücadele dışında veterinerlikte de sığır yetiştiriciliği, koyun ve küçükbaş yetiştiriciliği, kanatlı hayvan ile Atlantik sombalığı yetiştiriciliğinde ekto-paraziter mücadelesinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Uslu ve diğ, 2016).

Cypermethrin Piretroiddir ve bilimsel olarak 21. yüzyılın ortalarından sonra sentezlenmiş ve zirai alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Karataş ve Bahçeci, 2009). Sarımsı kahverengi renge sahiptir ve ticari olarak sıvı halde piyasada yer alan Cypermethrin Tip II piretroidlerden birisi olarak en yaygın kullanılanıdır (Uslu ve diğ, 2016).



Şekil 1.6 : Cypermethrin kimyasal yapısı (Göksu ve diğ, 2015).

Öte yandan tarımsal üretimde kullanılan bu pestisit kendisi veya farklı kimyasal yapıdaki metabolitleri ekosistemde, hedefde ki organizmaların dışındaki canlılara da zararlı olduğu bilinmektedir. İnsektisit olarak kullanılan cypermethrin sentetik piretroidlerdendir, kontak ve mide zehiridirler. Sıcakkanlılara etkileri düşüktür (Göksu ve diğ, 2015). Cypermethrin nörotoksik merkezi sinir sistemini sodyum kanalları ile

etkileyen bir pestisitlerdir. Canlıda DNA destabilizasyonuna da sebep olmaktadır (Indratin ve diğ, 2019). Cypermethrinin günışığına karşı dirençli olması, hedef organizmayı çabuk etkilemesi, çevrede daha az kalıntı bırakmaları nedeniyle piyasada talep edilmektedir. Bu grup pestisitler aksonik toksik materyaller olarak canının sinir sistemi üzerinde etkilidir. Bu pestisitler lipofilik yapıda olduğundan hedef organizmanın yağ dokularında birikmekte ve parçalanmaktadır. Pestisitlerin haşare kontrolünde kullanılması yanısıra doğada ki canlıların da üreme sistemlerine etki ettiği bazen istenmeyen sonuçlar alındığı bilinmektedir. Düşük seviyede konsantrasyonlarda çok öldürücü risk barındırmazlarda hedef olan yada olmayan canlılarda üreme fizyolojisi açısından rik oluştururlar (Karataş ve Bahçeci, 2009).

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki sentetik-pretroit gruba dahil olan cypermethrin tam anlamıyla metabolizma süreçleri tamamlanmadığı gibi toksik açıdan da özelliklerini hemen kaybetmezler. Suyu zirai ilaçların bulaşımı oksijen yetersizliği nedeniyle balıklarda büyük oranda ölümcül etkiye neden olur. (Atamanalp ve diğ, 2002). Yani suya zirai ilaç bulaşımı oksijen yetersizliğine yol açtığından suda yaşayan canlılarda üreme şekillerine de etki eder hatta balık davranışlarında farklılığa da neden olurlar (Güner, 2017). Bu zirai ilaçların önemli bir kısmı olan organik klorlu böcek öldürücülerin en büyük tehlikeli olma şekli doğal su kaynaklarına bulaşım yapmasıdır

(Kaur ve Singh, 2021). Çünkü balık ve türleri su da erimiş zirai ilaçları yağ dokularına emdikleri için belli bir kalıntı birikimine neden olurlar. Böylece solungaçları yardımıyla solunum yapan bu canlılarda organik klorlu kalıntılar bu canlıların bünyesinde absorbe edilmiş olur (Utku, 2017). Günümüzde kullanım koşulları nedeniyle geniş bir alana hitap eden bu sentetik pretroit grubun tarım alanında faaliyet gösteren meslek erbabınca tercih edilmesi yanısıra balıkçılık açısından oldukça tehlikeli olduğu da yadsınamaz bir gerçektir (Atamanalp ve diğ, 2002).

Diğer bir örnek olarak alfa cypermethrin suda yaşayan omurgasızlar için toksiktir. Fakat yumuşakçalar için söyleyemeyiz, hatta kuşlar için toksik değildir, bu toksisite eklem bacaklılar için daha yüksektir (Sarıkaya, 2009). Genel olarak cypermethrin memeliler için düşük toksiteye sahipken çok iyi bir böcek öldürücü olarak karşımıza çıkmakta ve suda yaşayan canlılar için toksitesi yüksek bir seviyededir. Pretroitlerin diğer pestisitlerden daha çok hidrofobik olması ile de açıklanabilir (Ateşşahin ve diğ, 2005). Haşare, böcek gibi zararlı canlıların tarımsal üretimdeki kontrolünde sentetik pretroit gruba dahil olan zirai mücadele ilaçları organik fosforlu, organik klorlu ve karbomat

içeren pestisitlerin yerine kullanılmaktadır (Akelma ve diğ, 2018). Günümüzde Cypermethrin oldukça geniş bir spektrumda böcek öldürücü olarak ülkemizde kullanılmakta ayrıca veterinerlerce de emici, sokucu özellikteki canlılara karşı da aktif olarak kullanılmaktadır. Buna örnek olarak arıcılık sektörünün de en çok temas halinde olduğu kimyasal zirai ilaç olduğu söylenebilir (Karahan ve diğ, 2018).

Cypermethrin suda yaşayan canlılar için memeilere göre daha ölümcül tehlikeye sahiptir. Bu sentetik pretroitin yağ dokusunda alınımından dolayı, kullanımı dolaylı olarak insan hayatını da böylece etkilemektedir. Cypermethrinin insan, kanatlı veya memeli grupta atılımı en fazla 12 saate kadar iken balıklar için 2 gündür (Atamanalp ve diğ, 2002).

#### **1.4 Pestisit Biyodegradasyonu**

Bilindiği üzere tarımsal üretimde bitkisel hastalıklar, haşare ve böceklerle mücadele, yabancı otlarla mücadele de sentetik zirai ilaç kullanımı tüm dünyada oldukça yaygındır. Dünyada kullanılan yaklaşık 4 milyon ton pestisit ancak sadece %1 gibi çok düşük bir miktarı hedeflenen zararlıyı etkilemektedir, geri kalan pestisit kalıntısı ise yeryüzü ekosisteminde toprak, hava ve su kirliliğine neden olmaktadır. Bundan dolayı doğada pestisit kalıntısının detoksifiye edilmesi oldukça önemli bir konudur (Pimental, 1983). Pestisitlerin %10-20'si bitki üzerinde tutunabilmekte, %80-90'ı çevreye kalıntı olarak saçılmaktadır. Pestisit kirliliği doğada en büyük organik kirlilik olarak karşımıza çıkmaktadır (Ye ve diğ, 2018). Gıdaların pestisit kalıntılarının parçalanması biyolojik materyallerle sağlanması beraberinde gıda işleme süreçlerinde de (soyma, yıkama, haşlama, konserve, pişirme vb) belli miktarlarda sağlanmaktadır (Acoğlu ve diğ, 2018). Diğer bir yöntem olan evsel pestisit uzaklaştırmada; taze sebze veya meyvelerin su, %2'lik sirke ve %1'lik zerdeçal solusyonu hazırlayarak diazinon, diclorfos, clorpyrifos gibi pestisitlerin degradasyonunun belli oranda gerçekleştiği, %10'luk asetik asit ve sodyum clorid solusyonu ile pp-DDT, cypermethrin degradasyonunun belli oranda gerçekleştiğine dair bilimsel çalışmalar da yapılmıştır (Đorđević ve Pejčev, 2016).

Ayrıca gıdaların fermentasyonu da pestisit kalıntılarının yıkımında diğer faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Fermentasyon sonucunda ortaya çıkan bazı bakteri enzimleri, pestisitlerin kimyasal yapısına etki etmekte ve degradasyona sebep olmaktadır (Kumral ve diğ, 2020a).

Biyodegradasyona ait bilimsel çalışmalar 1940larda başlamıştır. Başlangıçta biyodegradasyonun aerobik mikropların toprak, su ve atık su biyolojik arıtma sistemlerinde mineralizasyonu veya doğal ve sentetik organik madde yıkımı anlamına geldiği düşünülmüş, daha sonraki çalışmalarda pestisitler üzerinde mikroorganizmaların farklı önemli rolü olduğu anlaşılmıştır yani Pestisit degradasyonunun enzimatik reaksiyonlarla olduğu anlaşılmıştır.

Enzimatik reaksiyonlarla mikrobiyal degradasyon, oksitlenme, dehidrojenasyon, indirgenme, hidroliz, sentezlenme ve diğer reaksiyon türleri ile olmaktadır (Ye ve diğ, 2018). Topraktaki pestisitlerin degradasyonu fiziksel, fiziksel-kimyasal ve kimyasal şeklinde olmakta iken ortaya çıkan ikincil metabolitler de çevreye ve ziraate zararlı olmaktadır. Bu yüzden pestisitlerin hem biyolojik besin materyali olarak kullanılmaları, hem ortaya çıkan karbondioksit ve su ile beraber ikincil ürünlerin daha az zararlı veya zararsız olması nedeniyle biyolojik degradasyon son yıllarda en çok tercih edilen yöntem olmuştur. Örneğin *Pseudomonas sp.* bakterisi karbon kaynağı olarak atrazin pestisitini kullanmaktadır. Bu reaksiyonda AtzA, AtxB, AtzC enzimleri kullanılmakta, toksik olmayan hidroksil atrazin ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan hidroksil atrazini AtzB katalize ederken N-isopropyl cyanuric amide ortaya çıkmakta, AtzC bunu katalize ettiğinde cyanuric asit ve isopropylamine oluşmakta sonuç olarak en son zararsız CO<sub>2</sub> ve NH<sub>3</sub> ortaya çıkmaktadır (Huang, 2018).

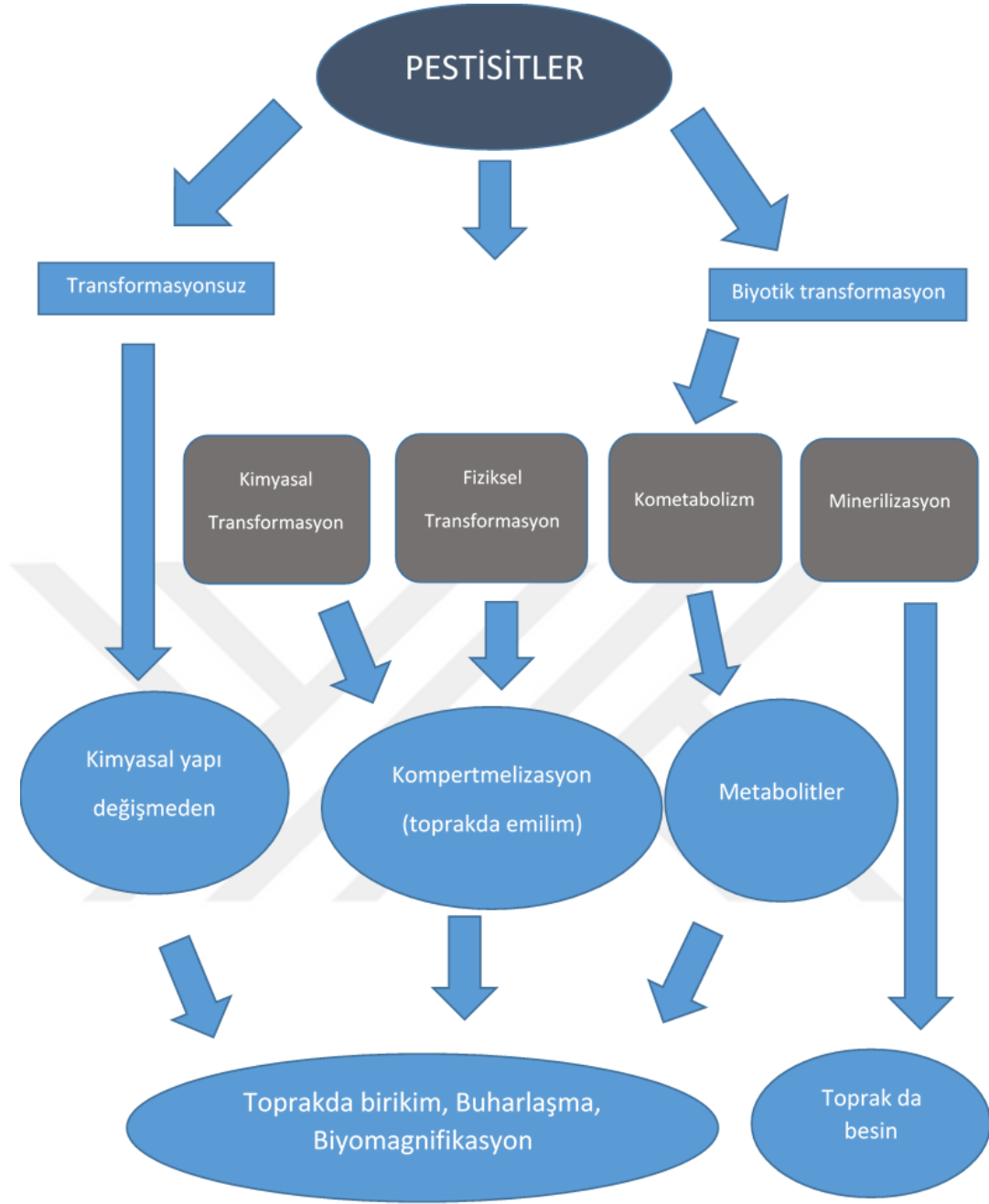
Atmosferik şartlarda mikroorganizmaların biyolojik aktivitelerine göre bu pestisitler reaksiyonlarla degradasyon oranlarına bağlı olarak hassas veya dirençli olarak kategorize edilmişlerdir. Fermentasyonda mikroorganizmalar pestisitleri karbon ve enerji kaynağı olarak kullanmaktadır. Örneğin malathion, mikroorganizmaların enzimlerinin hidrolitik aktivitesine karşı hassas bir pestisittir. Bu pestisitlerin uçuculuk özelliği, düşük pH' a karşı bozulma dirençleri, adsorbsiyon kabiliyetleri de biyolojik degradasyonları için hassaslık sınıflandırılmasında bir diğer özellikleridir (Kharat, 2017).

Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC)'ın tanımına göre biyodegradasyon, bir maddenin enzimatik reaksiyonlarla *in vitro* veya *in vivo* şartlarda parçalanma işlemidir (Porto ve diğ, 2011).

Biyolojik remedasyon ise tehlikeli kimyasal madde kalıntılarını zararsız veya daha az zararlı maddelere parçalamak için alger, mantarlar, bakteriler gibi canlı organizmaların kullanıldığı arıtım tekniklerini içerir (Gül ve Yavuz, 2018).

Biyoremedasyon veya biyodegradasyonun yeraltısularında da uygulanması, içme sularında da oluşabilecek kirlilik kalıntılarının uzaklaştırılması için yapılacak iyileştirme çalışmaları hem insan hayatı, hem gıda güvenliği hem ekolojik dengenin korunması açısından oldukça önem arz etmektedir (Doğan ve Karpuzcu, 2019). Biyodegradasyon çevresel pestisit kontaminasyonunun iyileştirilmesinde uygulanan, amaca en uygun, güvenli ve ucuz bir metottur (Yuan ve diğ, 2021).

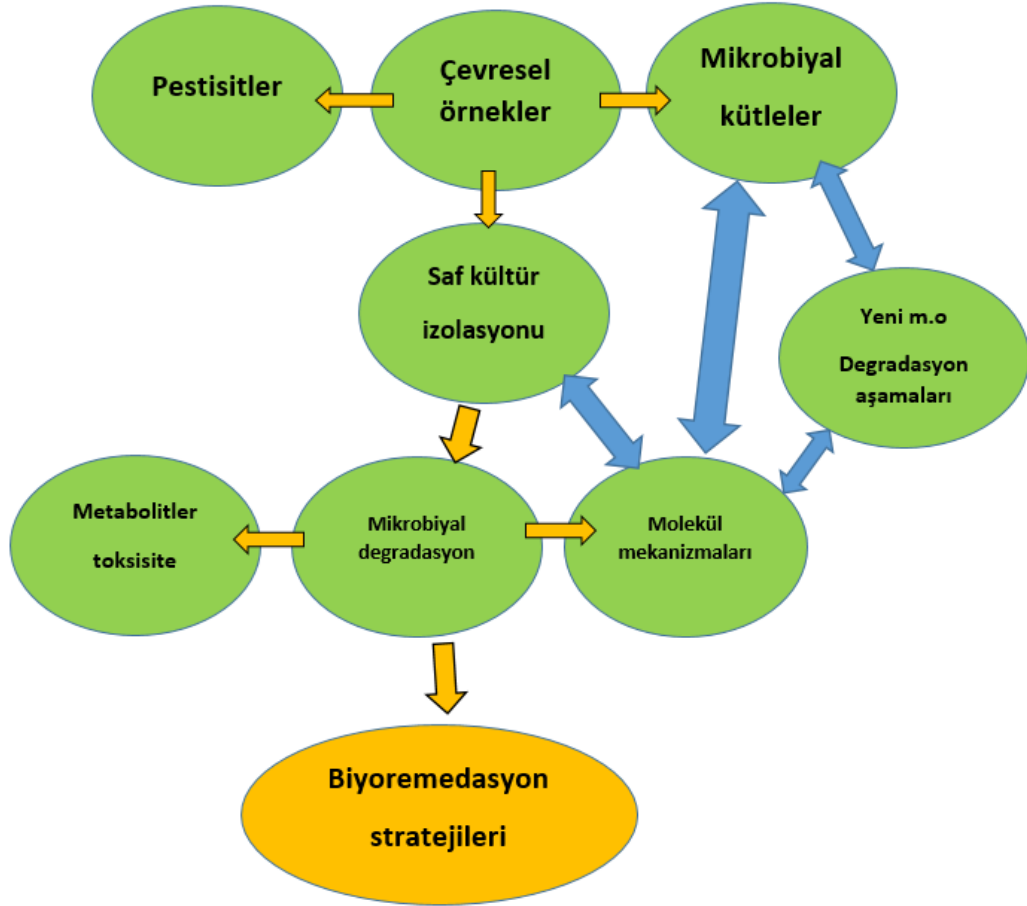
Bir pestisitinin çevresel şartlarda kalıntı olarak varoluşu biyotik ve abiyotik faktörlere bağlıdır (Kumar ve diğ, 2018). Biyodegradasyon işlemi iki şekilde ele alınabilir. İlki, mikroorganizmaların aktivitesi ve biyodegradasyon işleminin temel kuralları, diğeri ise pestisitlerle kirlenmiş çevresel maddelerin iyileştirme ve detoksifiye edilme teknikleridir. Biyodegradasyonel reaksiyonlar aerobik ve anerobik şartlar altında gerçekleşmektedir. Aerobik şartlarda, oksijen hem temel elektron alıcısı hem de temel reaksiyonların reaktantı olarak görev yaparken, anerobik şartlarda nitrat, sülfat veya karbonat gibi bileşikler alternatif elektron alıcısı olarak görev yapmaktadır. Son yıllarda rekombinant DNA alanındaki gelişmelere paralel olarak, bakteriyel ve fungal kültürlerin çeşitli bileşiklerdeki metabolizma yolları açığa kavuşturulmuş ve metabolizmada görev alan anahtar enzimler izole edilmiştir (Sing ve diğ, 1999). Biyodegradasyonda su ve karbondioksit açığa çıkması mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri için enerji gereksinimlerini karşılar, mikroorganizmaların hücreiçi ve hücredişi enzimleri bu yıkımda en önemli role sahiptir (Kharat, 2017). Pestisitlerin yıkımı için doğada bulunan mekanizmalar, genetik ve yıkım stratejisi aşağıda verilmiştir.



**Şekil 1.7 :** Doğadaki pestisitlerin yıkım stratejisi (Hernandez ve diğ, 2013).

Biyodegradasyon süreci organik bir bileşiğin tamamen parçalanmasını içeren süreçtir. Mikroorganizmalar, hem kimyasal hem de fiziksel olarak etkileşime girme yeteneğine sahiptir. Bu mikroorganizmalar hedef molekülün yapısal değişikliklerine veya tamamen bozulmasına yol açan maddelerdir (Hernandez ve diğ, 2013). Ziraatte en yaygın kullanılan organik fosforlu pestisitler toksisitesi oldukça yüksek bileşiklerdir (Islam ve diğ, 2010). Doğal çevrede kalıcılığı nispeten düşüktür fakat memelilere oldukça toksiktir. Organik fosforlu pestisitler toprağı kirlettiği gibi, su ve havayı da oldukça

ciddi şekilde kirletmektedir. Bu açıdan organikfosforlu pestisitlerin kimyasal degradasyonu veya biyodegradasyonu oldukça önemli ve birincil çalışma konularından birisidir (Yuan ve diğ, 2021). Biyolojik yıkım için bir diğer örnek de birçok toprakta yaşayan mikroorganizmanın klorpirifos veya deltametrin gibi sentetik böcek öldürücüleri esteraz enzimi yardımıyla enerji veya C kaynağı şeklinde kullanarak parçalamasıdır (Kumral ve diğ, 2020b).



**Şekil 1.8 :** Pestisitlerin mikrobiyal yollarla biyodegradasyonu (Hernandez ve diğ, 2013).

Bu tip çalışmalar gıda güvenliği politikaları açısından da oldukça önemli ve acil çalışma gerektiren alanlardan birisi olarak kabul edilmiştir. Bu doğrultuda probiyotik bakterilerin mikrobiyal dekontaminasyon konusunda etkilerinin araştırılmaları yapılmaya başlanılmıştır (Sarlak ve diğ, 2021). Bazı laktikasit bakterilerinin (*Lactococcus lactis*, *L.rhamnosus*, vb) organik fosforlu pestisitlerin yıkımında oldukça etkili olduklarına dair çalışmalar yapılmıştır (Yuan ve diğ, 2021).

Organoklorlu pestisitler ester yapısından dolayı hidroliz potansiyeli yüksektir. Genelde organik klorlu pestisitlerden daha hızlı degrade olabilmektedir. Organik fosforlu pestisitlerin topraktaki biyodegradasyonunda temel ilkeler, hidroliz, oksidasyon, alkilasyon ve dealkilasyondur. Biyodegradasyon işleminde P-O-alkil ve P-O-aril bağlarının hidrolizasyonu temel basamağı oluşturur. Bu reaksiyonu organofosfat hidrolaz enzimi katalizlemektedir (Singh ve diğ, 1999)

Canlılar için potansiyel tehlike olan pestisitlerin temizlenmesinde biyodegradasyon gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir metottur. Toprak örneklerinde yapılan bir çalışmada chlorpyrifos (Singh ve diğ , 2003) ve methyl-parathion ( Zhang ve diğ, 2005) pestisitlerini degrade eden bakteri türleri tespit edilmiştir.

2018 de Li ve arkadaşlarının *L. plantarum* bakterisinin dimethoate, omethoate, phorate pestisitleri üzerindeki degradasyonu üzerine bilimsel çalışmalar yapılmış farklı matrixlerde 8 saatte % 50'ye varan yıkım sonuçları elde edilmiştir (Li ve diğ, 2018).

Yine atık sularda chlorpyrifosu degrade eden ve organik fosfor hidrolaz enzimine sahip bakteri türleri belirlenmiştir ( Yang ve diğ, 2006).

Yine bu konuda Meksika'da organik fosforlu pestisitlerin topraktan izole edilmiş bakterilerle biyodegradasyonu konusunda başka bir çalışma yapılmış ve oldukça umut verici sonuçlar elde edilmiştir (Hernandez ve Salinas, 2010).

Bu çalışmalara örnek olarak süt ürünlerinde rastlanan organik fosforlu pestisitlerin laktik asit bakterileri ile degradasyonu da ayrıca çalışılmış ve oldukça anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmalar pestisitlerin mikroorganizmalarla degradasyonun oldukça ucuz, çevreci, güvenilir, kimyasal atık oluşturmayan bir yaklaşım olarak bilim çevrelerince kabul görmüş ve bu konunun incelenmesi için yoğunlaşmıştır (Zhang ve diğ, 2014).

Diğer taraftan Uzak Doğu'ya özgü geleneksel gıda olan "kimchi"nin fermantasyonu sırasında organik fosforlu pestisitlerin degrade edildiği belirlenmiştir (Islam ve diğ, 2010).

Farklı organik fosforlu pestisit ilave edilmiş sütlerden elde edilen yoğurtlarda pestisit miktarlarında önemli azalmalar meydana gelmiştir (Turabi, 2007).

Fermente sucuk üretiminde kullanılan starter kültürlerden olan *Lactobacillus plantarum* ve *Micrococcus varians*'ın organik klorlu pestisitleri degrade edebildiği gözlenmiştir (Abou-Arab, 2002).

Maya (*S. cerevisiae*, *K. apiculata*) ve laktik asit bakterilerinin (*L. oenos* ve *L. plantarum*) ve farklı fungusitlerin kullanıldığı çalışmada fermantasyon sonrasında fungusit kalıntı miktarlarının %5-15 arasında azaldığı tespit edilmiştir (Cabras ve diğ, 1999).

Pirinç tarlasından izole edilen *Flavobacterium* türünün parathionu degrade edebildiği tespit edilmiştir (Sethunathan, 1973). Amerika'da yapılan bir çalışmada *P. diminuta*'nın parathionu karbon kaynağı olarak kullanabildiği ve degrade edebildiği ortaya çıkmıştır (Serdar ve diğ, 1982). Aynı şekilde Hindistan topraklarından izole edilen *F. balustinum* organik fosforlu pestisitleri degrade edebildiği açıklanmıştır (Somara ve diğ, 1995). Bir çalışmada atık su çamurunda fenitrothion'u degrade edebilen *Burkholderia* türü tespit edilmiş ve organik fosfor hidrolaz enzimi izole edilmiştir (Zhang ve diğ, 2006).

Yine aynı şekilde atık su çamurunda chlorpyrifos'u degrade edebilen *Stenotrophomonas* ve *Sphingomonas* türleri izole edilmiş ve genetik yapısı araştırılmıştır (Cho ve diğ, 2009). Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, organik fosforlu pestisitler fosforik asit esterleri içermekte ve karboksilesteraz ve fosfotriesteraz enzimleri sayesinde degrade olabilmektedir (Islam ve diğ, 2010).

Bir diğer çalışmada seçilen pestisitler olan malathion ve diazinon üzerinde sebzelerde fermentasyon sürecinde *Lactobacilli*, *Streptococci*, *Leuconostoc* and *Pediococci*, türleri bakterilerle biyodegradasyon üzerine çalışmalar yürütülmüş ve degradasyonun olduğu tespit edilmiştir (Azizi ve Homayouni, 2009).

Bhatt ve arkadaşları cypermethrinin *Bacillus thuringiensis* aracılığı ile biyodegradasyonu üzerine yaptıkları bilimsel çalışmada belli şartlarda (pH:7, 32 °C, 110 rpm çalkalama hızı) 15 günde %80 lik yıkım sonucuna ulaşmışlardır (Bhatt ve diğ, 2020).

Ayrıca Akbar ve arkadaşlarının *Acinetobacter calcoaceticus*, *Brevibacillus parabrevis*, *Sphingomonas sp.* ile yaptıkları çalışmada cypermethrin degradasyonu 10 gün içerisinde %85 lik bir yıkımla gerçekleştirilmiştir (Akbar ve diğ, 2014).

Gür ve arkadaşları 2014 yılında sentetik pretrait insektisit olan alfa cypermethrinin *Stenotrophomonas maltophilia* ile degradasyonu üzerine yaptıkları çalışmada 10 gün sonunda cypermethrin, 3-phenoxybenzoik asit, 3-phenoxybenzaldehit, fenol, and

mukonik asite dönüşmüş ve glikozlu ortamda %82'ye, glikozsuz ortamda %70'e varan yıkım elde edilmiştir (Gür ve diğ, 2014).

2006 Yılında Pakistan Karaçi Üniversitesinde *Pseudomonas*'ın cypermetrin üzerindeki degradasyonu üzerine yapılan bilimsel çalışmada çamur matriksinde 20mg/L bir solüsyonun 48 saat içerisinde tamamen degrade olduğu; 40mg/L lik bir karışımda ise %82 lik bir yıkım gerçekleştirildiği gözlenmiştir (Jilani ve Khan, 2006).

Yoğurt prosesinde 42 °C de kullanılan sığır sütünde dimethoate, fenthion, malathion, methyl parathion, monocrotophos, phorate ve trichlorphon pestisitleri için biyodegradasyon konusunda bilimsel çalışma yapılmış malathion hariç diğer pestisitlerde yaklaşık yarıyarıya degradasyon sonucu alınmıştır (Bo ve diğ, 2011).

*Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* ile endosülfan biyodegradasyonu için yapılan çalışmada ilk pH 8.0 olarak ölçülmüş 30 °C sıcaklık şartlarında 7 gün içerisinde %90 lık bir yıkım gerçekleşmiştir. (Calvin ve diğ, 2017). Endosülfanın biyolojik yıkımı sırasında oksidasyona uğraması sonucunda endosülfan sülfat meydana gelirken, hidrolizi mekanizması sonucunda ise endosülfan diol metabolitlerine parçalandığı bilinmektedir. Endosülfan sülfat oldukça toksik ve stabil bir metabolittir. Yapılan bir çalışmada *Pandora sp.* ile alfa ve beta endosülfan için 18 günlük biyodegradasyon çalışmasında, endosülfan sülfat metabolitini üretmeksizin %95-100 oranında yıkım gerçekleşmiştir ( Kafilzadeh ve diğ, 2015).

Yine 2013 yılında Çin Ocean Üniversitesinde yapılan başka bir çalışmada *Alcaligenes faecalis*'in endosülfan üzerindeki degradasyonu çalışılmış, pH 7.0 ve 40°C sıcaklıkta çamur matriksinde  $\alpha$ -endosülfanın 87.5% i ve  $\beta$ -endosulfanın 83.9% u 5 günde endosülfan diol ve endosülfan lakton metabolitlerine parçalanarak biyodegradasyona uğradığı tespit edilmiştir (Kong ve diğ, 2013).

*Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* ile diazinon, parathion, methyl parathion üzerinde yapılan bir çalışmada 96 saat sonunda 72-83% oranında biyodegradasyon gerçekleştiği bilimsel olarak kanıtlanmıştır. (Chiocchetti ve diğ, 2018). Piyasada en çok kullanılan chlorpyrifosun degradasyonu için 20 farklı mikroorganizma ile çalışmalar yapılmış, hidroliz reaksiyonları sonucu belli oranlarda yıkım gerçekleştiği kayıt altına alınmıştır (George ve diğ, 2014).

Federal Rio de Janeiro Üniversitesinde chlorpyrifos degradasyonu üzerine yapılan bilimsel çalışmada *Pediococcus sp.* kullanılmıştır. 24 saat sonunda % 80.3 lük bir yıkım gerçekleştiği kayıt altına alınmıştır (Pinto ve diğ, 2019).

John ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada farklı bir organik fosforlu pestisit olan ethionun biyodegradasyonu için *Pseudomonas* ve *Azospirillum* bakterilerinin türleri kullanılmış olup 48 saat sonunda %58 ve %70 oranında degradasyon gerçekleşmiştir (John ve diğ, 2004).

Dimethoatein suda etkili mikroorganizmalardan birisi olan *Pseudomonas aeruginosa* ile biyoremedasyonu bilimsel olarak çalışılmış, 24, 48 ve 72. saatlerde oldukça etkili sonuçlar elde edilmiş %80 oranında pestisitte parçalanma sağlanmıştır (Megeed ve EL-Nakieb, 2008).

Malezya Putra Üniversitesinde imidacloprid degradasyonu üzerine yapılan bir çalışmada topraktan izole edilmiş *Brevibacterium sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas putida*, *Rhizobium sp.* ve *Bacillus subtilis* suşları kullanılmış %25-46 arasında değişen oranlarda yıkım gerçekleştiği kayıt altına alınmıştır (Sabourmoghaddam ve diğ, 2014).

Uzak Doğu'ya özgü geleneksel gıda olan kimchinin fermantasyonu sırasında organik fosforlu pestisitlerin degradasyonunu incelendiği bir araştırmada 30 mg/L chlorpyrifos ilave edilen kimchinin fermantasyonu sırasında 3. günde kalıntı oranı %83.3 azalmış iken iken, 9. günün sonunda chlorpyrifos tamamen degrade olmuştur. Kimchi fermantasyonu esnasında izole edilen 4 laktik asit bakterisi *L. mesenteroides*, *L. brevis*, *L. plantarum*, ve *L. sakei* chlorpyrifos'u karbon ve fosfor kaynağı olarak kullanarak degrade edebilmektedir. Bu bakteriler ayrıca coumaphos, diazinon, parathion ve methylparathion'u da degrade edebilmektedir (Cho ve diğ. 2009).

Parathion, methyl parathion, matahion, monocroptos, dimethoate içeren organofosforlu pestisitlerin mikrobiyal degradasyonu, enzimatik degradasyonu ve genetik bazlı degradasyonu üzerine yapılan çalışmada p-nirophenol, diethylposphorikasit, p-aminephenol, dimethyl phosphate gibi metabolitlere dönüştüğü rapor edilmiştir (Pkanekar ve diğ, 2004).

Geed ve arkadaşları malathionun degradasyonunda etkili bakteriyi bulmak için yaptıkları çalışmada 3 bakteri ile yola çıkılmış (*Pseudomonas putida*, *Rhodococcus rhodochrous*, *Sphingomonas sp.*) içlerinden *P.putida* nın pH:  $7 \pm 0.2$ , 80 °C sıcaklıkta 7. gün sütlerden yoğurt üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada, yoğurtlarda malathionun

haricindeki diğer pestisitlerin degradasyon hızlarının yaklaşık aynı olduğu fakat malathionun degradasyon hızının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Bo ve diğ, 2011).

## 2. MALZEME VE YÖNTEM

### 2.1 Malzeme

Çalışmada kullanılan laktik asit bakterileri geleneksel gıdalardan elde edilen ve Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Süt Ürünleri Gen Bankası bünyesinde muhafaza altına alınmış olan kültür koleksiyonlarından seçilmiştir (İstanbul ve diğ, 2022). Bakterilerin canlandırılması ve deney aşamalarında De Man, Rogosa ve Sharpe (MRS) agar ve De Man, Rogosa ve Sharpe (MRS) broth besiyerleri kullanılmıştır.

MRS agar Merck firmasından satın alınmıştır. İçeriği Kazein peptonu (10,0 g/L); Et ekstraktı (10,0 g/L); Maya ekstraktı (4,0 g/L); D(+) Glikoz (20,0 g/L); Potasyum fosfat (2,0 g/L); Tween 80 (1,0 g/L); di-Amoyum hidrojen sitrat (2,0 g/L); Sodyum asetat (5,0 g/L); Magnezyum sülfat (0,2 g/L); Mangan sülfat (0,04 g/L) ve Agar-agar (14,0 g/L) dan oluşmaktadır. MRS broth besiyeri de Merck firmasından temin edilmiştir. Bileşimi Kazein peptonu (10,0 g/L); Et ekstraktı (8,0 g/L); Maya ekstraktı (4,0 g/L); D(+) Glikoz (20,0 g/L); Potasyum fosfat (2,0 g/L); Tween 80 (1,0 g/L); di-Amoyum hidrojen sitrat (2,0 g/L); Sodyum asetat (5,0 g/L); Magnezyum sülfat (0,2 g/L); Mangan sülfat (0,04 g/L) oluşmaktadır.

Derin dondurucudan (-80 °C) çıkarılarak yeniden aktif hale getiren bakterilerin saflık kontrolleri morfolojik olarak Olympus marka BX51 model ışık mikroskopunda yapılmıştır. Gram boyama test kitleri Biomerieux firmasından, katalaz testi için hidrojen peroksit ise Sigma firmasından temin edilmiştir.

Suşların saflık kontrolünde Maldi TOF MS (Biomerieux) cihazı kullanılmıştır. Maldi TOF MS analizinde kalibrasyon için *Escherichia coli* (ATCC 8739) kullanılmıştır. Bakteri kolonilerini aktarmak için kullanılan tek kullanımlık özeler LpItaliana firmasından, aktarılan kolonilere damlatılan matriks solüsyonu Vitek MS CHCA BioMérieux firmasından temin edilmiştir.

Çalışmada kullanılan pestisit standartları Dr. Ehrenstorfer GmbH'den sertifikalı standart olarak yüksek saflıkta alınmıştır. Pestisit analizlerinde Quechers ekstraksiyon kitleri kullanılmış ve Agilent firmasından temin edilmiştir. Pestisit standartlarının

hazırlanmasında, ekstraksiyonda ve cihaz mobil fazı olarak kullanılan kimyasallar Çizelge 2.1 de verilmiştir.

**Çizelge 2.1 : Pestisit analizlerinde kullanılan kimyasallar ve özellikleri.**

Kimyasal Adı	CAS Numarası	Molekül Formülü	Firma
Asetonitril	75-05-8	CH <sub>3</sub> CN	Merck
Aseton	67-64-1	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	Merck
Metanol	67-56-1	MeOH	Merck
Amonyum format	540-69-2	CH <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>	Sigma
Ultra Saf Distile Su	7732-18-5	H <sub>2</sub> O	JT. Baker
Cypermethrin	52315-07-8	C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> C <sub>12</sub> NO <sub>3</sub>	Dr. Ehrenstorfer
İmidacloprid	138261-41-3	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> ClN <sub>5</sub> O <sub>2</sub>	Dr. Ehrenstorfer
Malathion	121-75-5	C <sub>10</sub> H <sub>19</sub> O <sub>6</sub> PS <sub>2</sub>	Dr. Ehrenstorfer
Endosülfan sülfat	1031-07-8	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>4</sub> S	Dr. Ehrenstorfer
Alfa-endosülfan	959-98-8	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S	Dr. Ehrenstorfer
Beta Endosülfan	33213-65-9	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>6</sub> O <sub>3</sub> S	Dr. Ehrenstorfer

Pestisit ekstraksiyon aşamalarında AND marka hassas terazi, Eppendorf marka otomatik pipetler, Heidolph marka çalkalayıcı ve Eppendorf marka santrifüj kullanılmıştır. Ekstraksiyon işleminin ardından örnekler Shimadzu marka 8040 mode LC MS/MS ve Agilent marka 7000 C model GC MS/MS ile analiz edilmiştir.

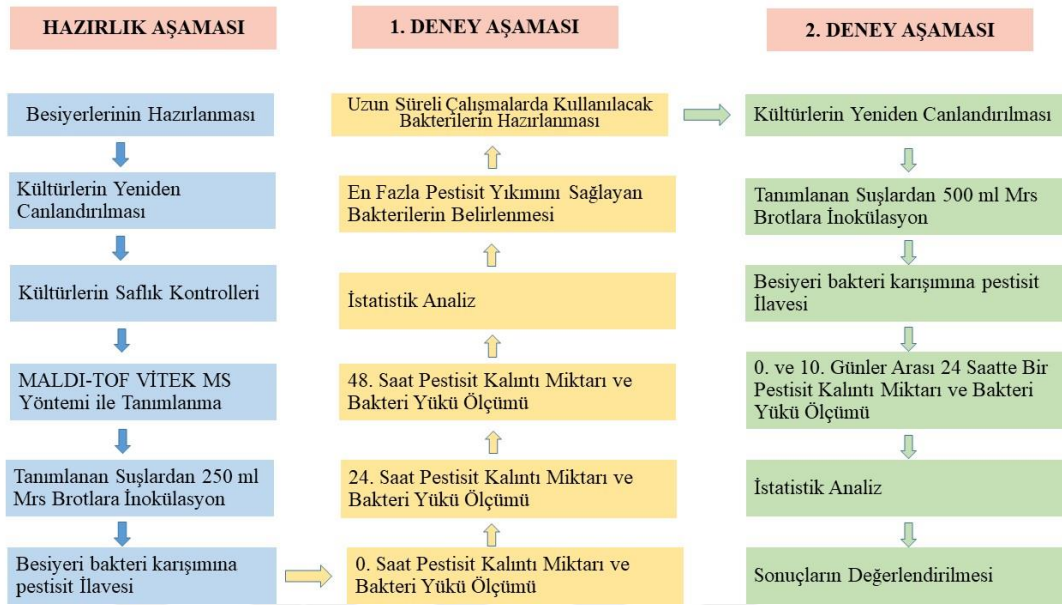
## 2.2 Yöntem

Laktik asit bakterilerinin pestisitlerin yıkımına olan etkilerinin belirlenmesini amaçlayan bu tez çalışması genel olarak bakıldığında hazırlık, 1. Deney aşaması ve 2. Deney aşaması olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Hazırlık aşaması besiyerlerinin hazırlanması, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Süt Ürünleri Gen Bankası bünyesinde yer alan suşların yeniden canlandırılması, suşların tekrar tanımlanarak saflık kontrollerinin yapılması ve bu suşların besiyerine inoküle edilerek pestisit standartlarının bu karışıma eklenmesini içermektedir (İstanbul ve diğ., 2022).

1. Deney aşamasında ise bakterilerin pestisitlerin yıkımına kısa süreli etkileri 0., 24. ve 48. saatlerde incelenmiş ve yapılan istatistiki analiz sonucunda en etkili olan iki bakteri suşu belirlenmiştir. Belirlenen bu iki suş kullanılarak 24 saatlik periyotlarda pestisit kalıntılarının parçalanmalarına olan etkileri belirlenerek 10 günlük çalışma ile bu

suşların pestisitlerin parçalanmalarına uzun süreli etkileri incelenmiştir. Yapılan tüm işlemler şekil 2.1’de özetlenmiştir.

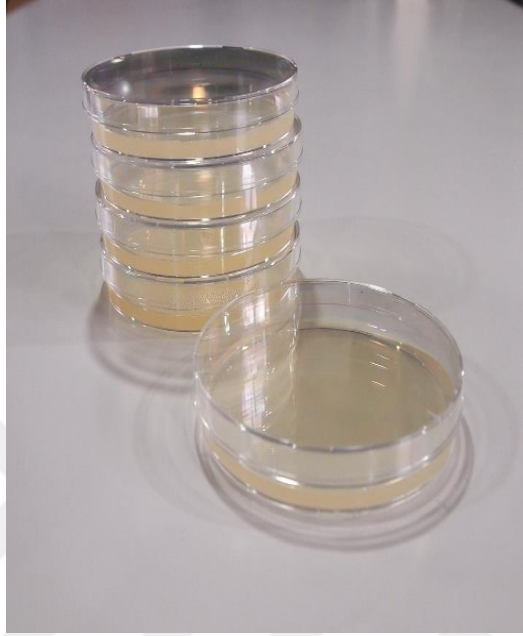


Şekil 2.1 : Çalışmada izlenen deney aşamalarının şeması

### 2.2.1 Besiyerlerinin hazırlanması

MRS Agar, mikrobiyolojik analizlerde standart *Lactobacillus* türlerinin geliştirilmesi, ayırt edilmesi ve sayımının yapılması için standart olarak katı besiyeri olarak kullanılmaktadır. Besiyeri içeriğinde bulunan asetat, polisorbata, manganez ve magnezyum laktobasil gelişimi için pozitif etkiye sahiptir. MRS Agar, farklı bakterilerin ortamda gelişimini önlemesinden ziyade, laktobasil türlerinin gelişimini desteklemektedir (Url-4). Bunun yanında Laktobasillerin gelişmesini teşvik eden bu maddelerin ortamdaki refakatçi mikroorganizmalar üzerinde zayıf bir inhibisyon etkisi de bulunmaktadır. Bu nedenle laktobasiller dışındaki mikroorganizmalar da MRS Agar üzerinde gelişim gösterebilirler. MRS Agarın hazırlanması için litrede 68,2 g olacak şekilde besiyeri saf su içerisinde ısı yardımıyla çözülmüştür. Elde edilen çözelti 121 °C ‘de 15 dakika otoklavlanarak sterilize edilmiştir. Otoklav sonrasında 45-50 °C’ye kadar soğuması beklenen besiyeri petrilere dökülerek soğuması için beklenmiştir. Kullanılana kadar uygun ortamda saklanmıştır. MRS Broth besiyeri *in vitro* olarak gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizlerde MRS Agara benzer şekilde *Lactobacillus* türlerinin üremesini sağlamaya yönelik sıvı besiyeri olarak kullanılır.

MRS Broth'un hazırlanması için besiyeri litrede 52,2 g olacak şekilde tartılarak saf su içinde çözülmüştür. Oluşan çözelti kullanılacağı aşamaya bağlı olarak uygun kaplara aktarılmış ve 121°C'da 15 dakika sterilize edilmiştir. Sterilizasyon sonrası soğumaya bırakılan besiyerleri oda sıcaklığına ulaştığında kullanılabilecek kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.



**Şekil 2.2:** Mrs Broth besiyeri.

### **2.2.2 Bakterilerin canlandırılması**

Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Süt Ürünleri Gen Bankası bünyesinde -80 °C'de gliserol içerisinde saklanan örneklerden öze yardımı ile alınan örnekler MRS broth besiyerine aktarılmıştır. Mrs broth besiyerine alınan bakteriler 18-24 saat inkübasyona tabi tutularak canlanmaları sağlanmıştır. Aktif hale getirilen kültürlerden MRS agar besi ortamına ikişer paralelli olarak ekim yapıp,  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ' de 18-20 saat gelişmeleri sağlanmıştır.

### **2.2.3 Bakterilerin saflık kontrolü**

Canlandırılıp yeniden aktif hale getirilen suşların saflık kontrollerinde klasik yöntemler ve yeni nesil teknolojiler bir arada değerlendirilmiştir. Öncelikli olarak kültürlerin ışık mikroskopunda saflık kontrolleri, kok,basil,çubuk gibi morfolojik ve mono –diplo-tetra kok, balya gibi zincir özellikleri açısından değerlendirilmişlerdir (Sharpe,1979).

Daha sonra kültürlerle Gram boyama ve Katalaz testi uygulanmıştır. Kullanılan bu klasik yöntemlerin ardından Gram (+) ve katalaz (-), kok veya çubuk şekilli bakterileri

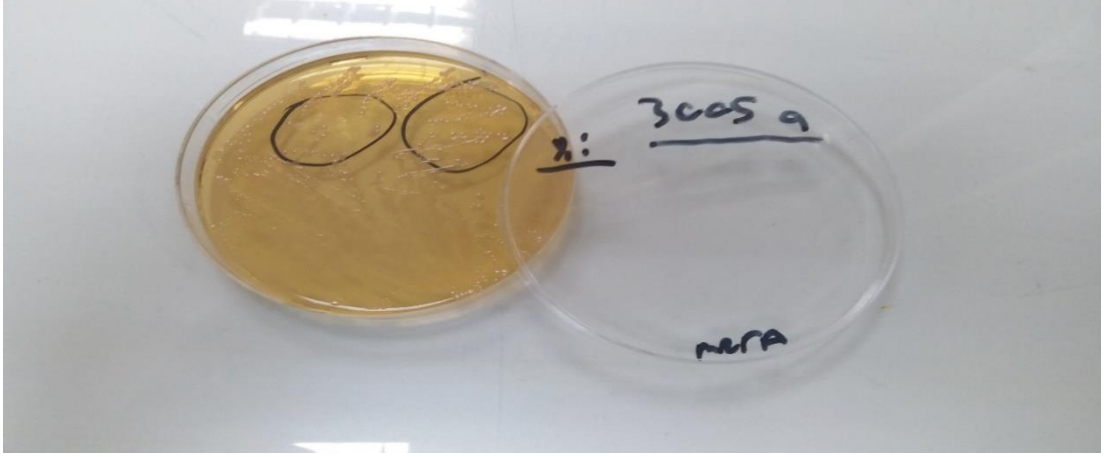
tanımlamak üzere MALDI-TOF MS cihazı kullanılmış ve böylelikle çalışmada kullanılacak suşların saflığı ve türü tekrar kontrol edilmiştir.

### **2.2.3.1 Gram boyama**

Gram boyama gerçekleştirilirken; temiz bir lam üzerinde distile su ile öze ile alınmış kültür karıştırılmış ve lam yüzeyi boyunca yayılması sağlanmıştır. Sürüntü kuru bir hal aldıktan sonra üç tekrarlı bek alevinden geçirilerek süspansiyon karışım içerisinde yer alan bakterilerin lam yüzeyinde sabitlenmesi sağlanmıştır. Hazırlanan örnek kristal violet boyası ile boyanarak 2,5-3 dakika bekletilmiştir. Lam üzerindeki fazla boya distile su ile yıkanarak uzaklaştırılmıştır. Boya uzaklaştırıldıktan sonra preparat yüzeyine lugol çözeltisi yayılmış ve 2 dakika beklenmiştir. Saf su yardımıyla Lugol çözeltisinin fazla olan kısmı uzaklaştırıldıktan sonra preparat %95 saflıkta etanol ile 15-25 saniye muamele edilmiş ve saf su ile tekrar yıkanmıştır. Nihai aşamada örnek 40-45 saniye boyunca, sulu karbol füksin ile boyanmış, fazla boya yıkanarak preparat kurumaya bırakılmıştır. Boyanan preparat mikroskopta (Olympus BX51, Japonya) incelenmiştir. Gram Boyama sonucunda mor renk alan bakteriler Gram (+), pembe renk alanlar ise Gram (-) olarak değerlendirilmiştir (Norris ve diğ, 1981).

### **2.2.3.2 Katalaz testi**

İncelenen bakterilerde katalaz enzimi varlığı bu test ile belirlenmiştir. Katalaz testi bu enzimin ortamdaki bulunan hidrojen peroksiti su ve oksijene ayırmasını içermektedir. Bakterilerde enzimin olup olmadığının belirlenmesi için ilk olarak MRS agar besiyerlerinde 24-48 saat süreyle geliştirilmiştir. Katalaz testinde test edilen koloninin üzerine 1 damla %3'lük hidrojen peroksit damlatılarak, ardından gaz çıkışı gözlenen koloniler katalaz pozitif ve gaz çıkışı olmayan koloniler ise katalaz negatif olarak değerlendirilmiştir (Temiz, 2008).



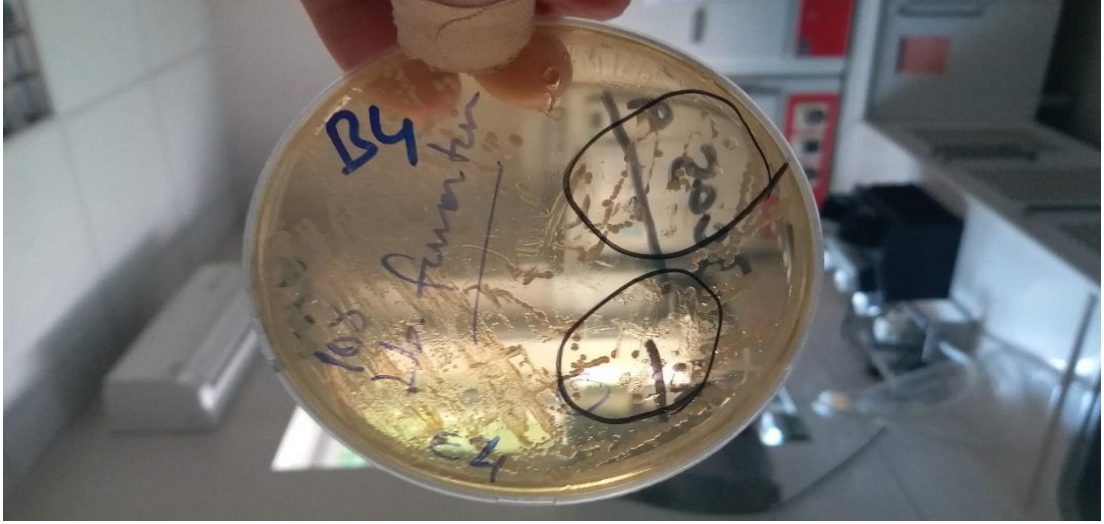
Şekil 2.3 : Örnek katalaz testi.

### 2.2.3.3 MALDI-TOF VİTEK/MS yöntemi ile tanımlama

Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization (MALDI), Time of Flight (TOF) mass spectrometry (MS) yöntemi hızlı sonuç alınması, analizi gerçekleştirmek üzere çok az biyolojik materyale ihtiyaç duyulması nedeniyle gıda laboratuvar uygulamalarında son dönemlerde tercih edilen bir yöntem olmuştur. Bu metot temel olarak bakterilere ait proteinlerin lazer ile iyonize edilmesi ve manyetik bir alandan geçirilerek incelenen bakterinin protein profilinin çıkarılması temelini esas almaktadır. Cihazın MS bloğundan alınan protein profili spektrumlarına dair kromatogramlar cihazın kendi kütüphanesindeki referans bakterilere ait kromatogramların karşılaştırılması ve bunların arasındaki ilişkiye göre bakterilerin cinsi ve türü belirlenmektedir.

Sistem çalışırken kalibrasyon için *Escherichia coli* ATCC 8739 (American Type Culture Collection Manassas, USA) suşu referans olarak kullanılmıştır.

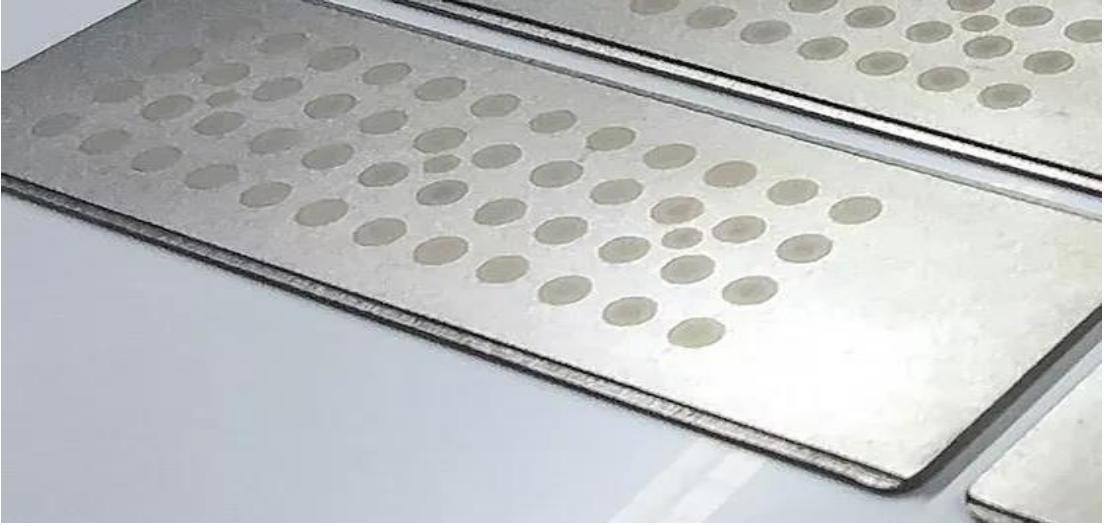
Tanımlanması hedeflenen mikroorganizmalar MRS agarda 24 saatlik inkübasyon ile geliştirilmiştir.



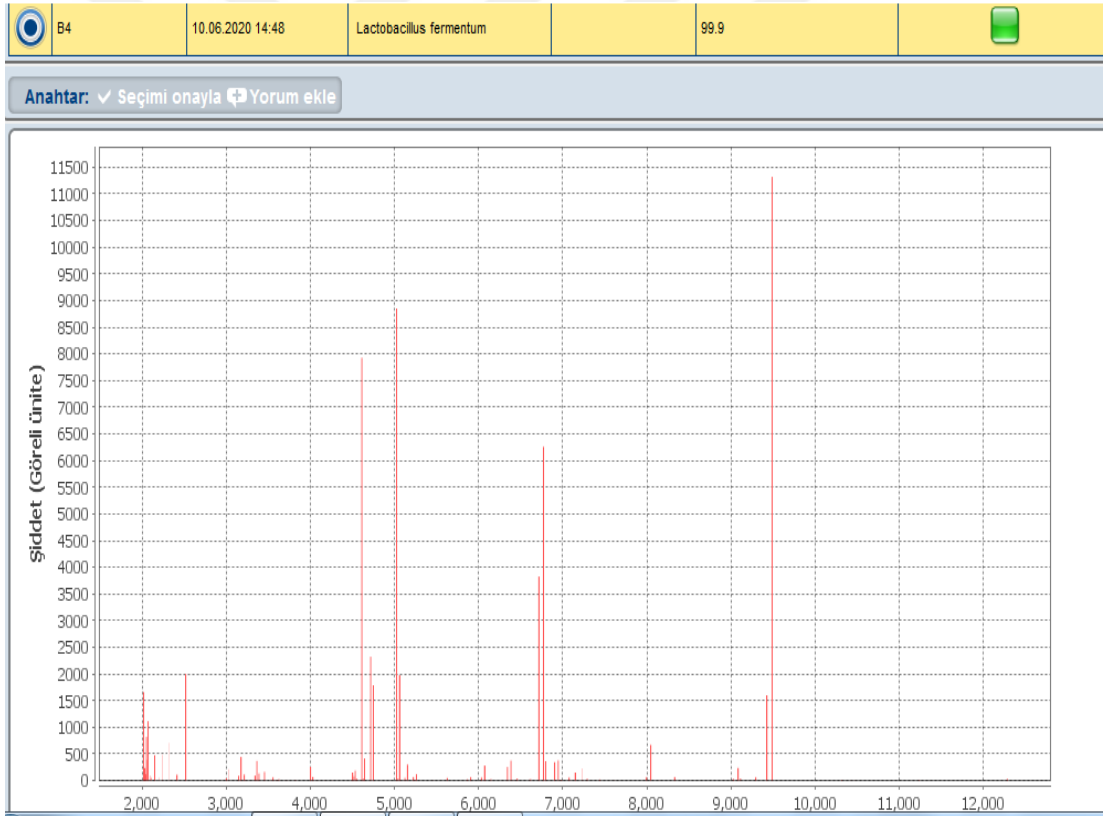
**Şekil 2.4 :** Örnek MALDI TOF için kullanılan koloni.

Oluşan koloniler içerisinde koloni çapı yaklaşık 3 mm olanlar tek kullanımlık öze yardımıyla alınmış ve cihazın “target” adı verilen metalden yapılmış slaytı üzerindeki kuyucuklara aktarılmıştır. Bu işlem yapılırken tanımlamada hatalı bir sonuç oluşturmaması için agardan parça alınmamasına dikkat edilmiştir. Kuyucuklara alınan koloni öze yardımı ile yayılmış ve kuyucuk içerisinde homojen bir dağılım oluşması sağlanmıştır. Daha sonra her bir kuyucuğun üzerine 1 µl matriks solüsyonu Vitek MS CHCA eklenmiş ve havada kurutma işlemi gerçekleştirilerek örnek cihaza verilmeye hazır hale getirilmiştir. Aynı işlemler slayt üzerindeki bir kuyucuğa kontrol amacıyla eklenen *Escherichia coli* suşu için de gerçekleştirilmiştir. Slayt cihaza yerleştirilerek cihazda okuma işlemi başlatılmıştır (Guo ve diğ., 2014).

Cihazda numunelerin analizini tamamlamasından sonra cihaza ait yazılım kullanılarak elde edilen spektrum veri tabanındaki diğer mikroorganizmalar ile karşılaştırılarak tanımlama işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.5 : MALDI-TOF target slaytı.



Şekil 2.6 : MALDI-TOF VİTEK MS kromotogramı.





**Şekil 2.8 :** Saf kolonilerin brothlara aktarılması.

Bu aşamada saf koloniler brothlara aktarılmadan önce MCF sayımı yapılmıştır. Sonuç 0 mcf olarak ölçülmüştür. İnkübasyon süresi boyunca 1 saat aralıklı olarak numune alınarak MCF ölçümü yapılmıştır. Bakteri sayısı 0.5 ile 1 MCF seviyesinde inkübasyon durdurulmuştur. İkinci aşamada ise ilk aşama sonuçlarına göre seçilen *Lb. paracaesi* ve *Lb. fermentum* suşları 750 ml besiyeri içeren şişelere alınmıştır. Broth içerisindeki bakteri yoğunluğu McFarland değeri  $10^4$  cfu/ml olduğunda içerisine 100 mg/kg konsantrasyonunda pestisit çözeltisi eklenmiştir.



**Şekil 2.9 :** McFarland ölçümü (MFC)

### 2.2.6 Suş içeren brothlara pestisit ilavesi

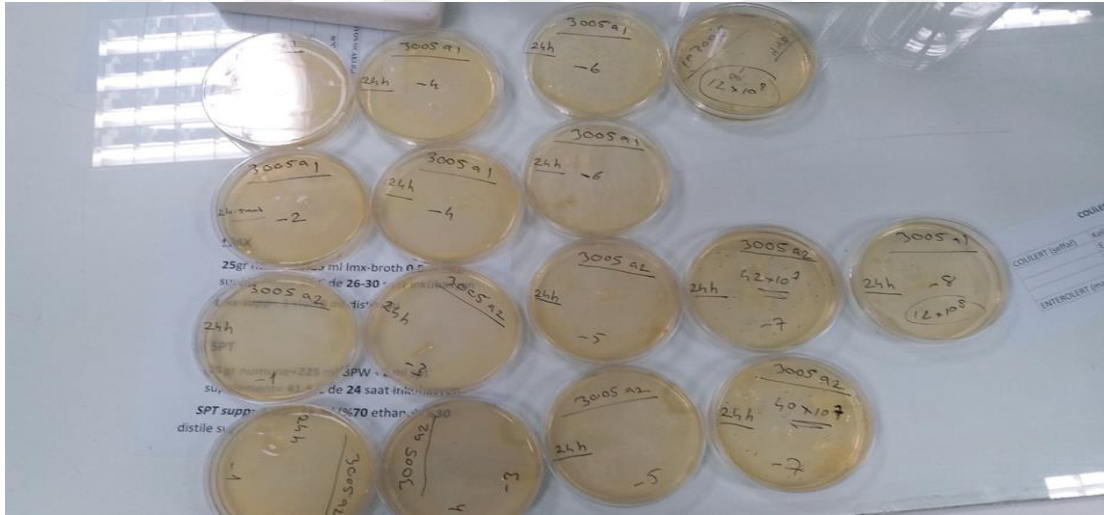
İlk aşama için çalışmada kullanılacak olan pestisitler tartılıp uygun çözücüde çözüldükten sonra mix oluşturulmuş ve bu karışımdan her bir pestisit her bir suşun yer aldığı besiyerinde 10 mg/kg konsantrasyonunda olacak şekilde ilave edilmiştir. Pestisit eklenen besiyerleri 37°C' de 24 saat inkubasyona tabi tutulmuş 0., 24 ve 48. saatlerde pestisit miktarları tespit edilmiştir.

İkinci aşama çalışmalarında ise ilk aşamada seçilen suşlar için her bir pestisit ayrı ayrı broth içerisindeki konsantrasyonu 100 mg/kg olacak şekilde ilave edilerek 10 gün boyunca 24 saat aralıklarla pestisit konsantrasyonları ölçülmüştür.

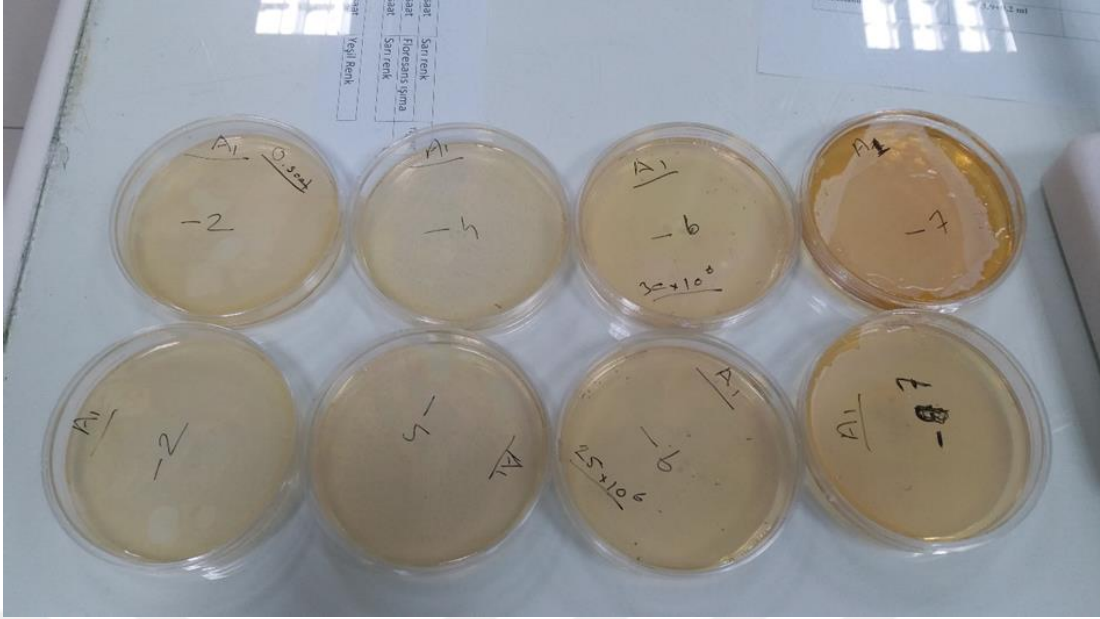
Bu işlem herbir suş ve herbir pestisit çifti için tekrarlanarak bu besiyerlerinden 1.,2, 3., 4, 5., 6.,7, 8.,9 ve 10., günlerde alınan örneklerde pestisit kalıntı analizi ve bakteri sayımları yapılmıştır.

### 2.2.7 Deney boyunca bakteri sayısının belirlenmesi

Bakteri yoğunluğunu belirlemek için MCF yerine ekim metodu kullanılmıştır. Böylelikle canlı bakteri sayısı belirlenmiş , pestisitten veya muhtemel degradasyondan meydana gelecek bulanıklıktan kaynaklı hatalı MCF ölçümü elimine edilmiştir.



Şekil 2.10 : Klasik ekim *L. fermentum*.



Şekil 2.11 : Klasik ekim *L. paracasei*

## 2.2.8 Pestisit analizi

Çalışma boyunca her iki aşamada da pestisit konsantrasyonlarında meydana gelen değişimlerin izlenebilmesi için pestisit kalıntı analizi AOAC 2007.01 metodu ile gerçekleştirilmiştir. Bu metoda göre ekstraksiyon aşaması Quechers kitleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen ekstraktların kalitatif ve kantitatif ölçümleri LC MS/MS ve GC MS/MS cihazlarında belirlenmiştir.

### 2.2.8.1 Pestisit standartlarının hazırlanması

Saf standart maddelerden stok çözelti hazırlanırken 5 haneli hassas terazi kullanılmıştır. Tartılan standart madde uygun hacimde balon jøjeye aktarılmış ve balon jöjenin hacim çizgisine kadar uygun çözücü eklenmiştir. Standardın çözücü içinde tam olarak çözünmesi sağlanmıştır. Tartılan saf standart ağırlığı ve çözücü hacmi değerleri kullanılarak stok çözeltinin konsantrasyonu hesaplanmış ve standardın sertifikasında belirtilen saflık derecesine göre hesaplanan konsantrasyon değerine düzeltme uygulanmıştır.

Stok standart çözeltileri hazırlandıktan sonra standardın adı, konsantrasyonu, hazırlayan kişinin adı, hazırlanma tarihi, kullanılan solventin adı ve son kullanma tarihi bilgilerini içeren etiket ile etiketlenmiştir. Stok standart çözeltileri kullanılabildiği kadar herhangi bir solvent kaybına ya da su girişine izin vermeyen amber renkli şişelerde ve

parçalanmalarını önlemek için dondurucuda, ışık ve nemden uzak bir ortamda saklanmıştır.

İlk aşamada kullanılacak olan miks standart çözeltilerinin hazırlanması sırasında stok standart çözeltileri dondurucudan çıkartılarak oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Daha sonra analitin tamamen çözünmüş durumda kaldığı kontrol edilmiştir. İlk aşamada kullanılan 10 mg/kg konsantrasyon göz önünde bulundurulacak her bir pestisit için miks içerisindeki konsantrasyon değeri 1250 mg/kg olarak hesaplanarak pestisit standart karışımı oluşturulmuştur. Miks standartlar hazırlandıktan sonra stok çözeltilerde olduğu olduğu gibi etiketlenerek derin dondurucuda saklanmıştır. İkinci aşamada ise her bir pestisit etken maddesi besiyerlerine ayrı ayrı eklendiğinden herbiri 7500 mg/kg konsantrasyonda ayrı ayrı standart çözeltileri kullanılmıştır.

### **2.2.8.2 Örneklerin ekstraksiyonu**

Ekstraksiyon aşaması AOAC 2007.01 metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu metoda göre 50 ml'lik santrifüj tüpüne bakteri-pestisit karışımını içeren besiyerinden 15 g tartılmış ve üzerine % 1 asetik asit içeren 15 ml asetonitril eklenerek elle çalkalanmıştır. Üzerine içeriğinde 6 g susuz MgSO<sub>4</sub> ve 1.5 g sodyum asetat bulunan Quechers kit 1 eklenerek 1 dk elle çalkalanmıştır. Bu aşamada, MgSO<sub>4</sub> kümelerinin oluşmaması için Quechers kit 1 ilavesinden sonra numunenin hemen çalkalanmasına dikkat edilmiştir. Oluşan karışım 5000 rpm'de 1dk santrifüj edilmiş ve üstte toplanan asetonitril fazından 8 ml alınarak 400 miligram Pirimer Sekonder Amin, 400 miligram C18 ve 1200 miligram susuz Magnezyum Sülfat içeren 15 mililitrelik santrifüj tüpüne (Quechers kit 2) aktararak çalkalanmış ve Ekstrakt 5000 rpm' de 1 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üstte toplanan asetonitril fazından GC MS Mass Spetrometre analizi için 0.5 ml ekstrakt vial konulmuş ve cihazın oto örnekleyici kısmına yerleştirilmiştir. Liquid Chromatography MS Mass spectrometer analizi için 0.45 mikrolitre'lik süzgeçten geçirilen özüt cam tüplere 0.5 mililitrelik otomatik pipet ile aktarılmış, bu cam tüpe 475 mikrolitre saf su içerisinde hazırlanan 5mM amonyum format çözeltisi ve 25 mikrolitre acetonitrile eklenmiştir. Cam tüpe kapama işlemi yapıldıktan sonra belli bir hızda çalkakama işlemi yapılmış daha sonra oto-sampler' e yerleştirilerek enjeksiyon yapılmıştır.

### 2.2.8.3 LC MS/MS cihaz şartları

Likit kromatografi ile pestisit analizleri Shimadzu marka 8040 model LC MS/MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak %0,1 formik asit içeren metanolde çözülmüş 5mM amonyum format ve %0,1 formik asit içeren suda çözülmüş 5mM amonyum format kullanılmıştır. 1:1:1:1 oranında 2-propanol:metanol:su:asetonitril çözeltisi ile enjeksiyonlar arası yıkama gerçekleştirilmiştir. Analiz esnasında kromatografik ayrımı gerçekleştirebilmek için Restek marka biphenyl kolon tercih edilmiştir. LOQ değeri herbir pestisit için 0.01 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Cihazın likit kromatografi kısmında ikili akış kullanılmış ve maksimum basınç 350 Bar olarak ayarlanmıştır. Otomatik örnekleyici kısmında analitlerde bozulmayı önleyebilmek için sıcaklık 8°C’de sabit tutulmuştur. Kolon fırını sıcaklığı 40 °C olarak belirlenmiştir. Cihaza ait tüm şartlar Çizelge 2.2.’de verilmiştir.

**Çizelge 2.2 : LC MS/MS cihaz parametreleri.**

LC PARAMETRELERİ			
POMPALAR			
Akış Modu	İkili akış		
Maksimum basınç seviyesi	350 Bar		
Pompa programı			
Zaman	Modül	Olay	Parametre
2,5	Pompa	Pompa B	90
		Kosantrasyonu	
4,0	Pompa	Pompa B	90
		Kosantrasyonu	
4,1	Pompa	Pompa B	5
		Kosantrasyonu	
6,0	Kontrolör	Durdurma	
Otomatik Örnekleyici			
Yıkama hacmi	250 µl		
Yıkama Hızı	35 µl/sn		
İğne uzunluğu	45 mm		
Enjeksiyon hacmi	5 µl		
Örnekleme hızı	5 µl/sn		
Sıcaklık	8 °C		

**Çizelge 2.2 (devam) : LC MS/MS cihaz parametreleri.**

MS/MS Parametreleri	
Nebulize edici gaz akışı	3.0 L/dk
Kurutucu gaz akışı	15 L/dk
DL sıcaklığı	250 °C
Isıtıcı Blok Sıcaklığı	400°C
Tarama Modu	Pozitif

#### 2.2.8.4 GC MS/MS cihaz şartları

Gaz kromatografi ile pestisit kalıntı analizleri Agilent marka 7000C model GC MS/MS cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak yüksek saflıkta helyum gazı, kromatografik ayırım için HP 5MS kolon kullanılmıştır. Enjeksiyon bloğu bekleme sıcaklığı 60°C analizde maksimum sıcaklık 300°C olarak kullanılmıştır. Kolon akış hızı 3.9185 ml/dk, akış basıncı 4 psi olarak ayarlanmıştır. Cihaza ait tüm şartlar Çizelge 2.3 de verilmiştir.

**Çizelge 2.3 : GC MS/MS cihaz parametreleri.**

Enjeksiyon Bloğu			
Başlangıç sıcaklığı	60°C		
Sıcaklık yükselme hızı(°C/dk)	Son sıcaklık(°C)	Kalış zamanı (dk)	Son zaman (dk)
	60	0,35	0,35
900	280	15	15.594
900	300	0	21.333
Fırın			
Akış hızı	2.9543 ml/dk		
Basınç	18,278 Psi		
Kütle Spektrometresi			
Interface sıcaklığı	280 °C		
Quadropole sıcaklığı	150 °C		
İyon Kaynağı sıcaklığı	280 °C		

### 2.2.8.5 Pestisit analiz sonuçlarının belirlenmesi

Sertifikalı saf pestisit standartlarından 1000 mg/kg'lik ana stok standart çözeltileri hazırlanmış, kullanılacak kalibrasyon grafiği konsantrasyonuna bağlı olarak seyreltmeler yapılarak daha düşük konsantrasyonlarda mix standart çözeltileri hazırlanmıştır. Gaz kromatografik analiz için 450 µl matrix blank ekstraktına mix standartdan 50 µl ilave edilerek 5, 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 mg/kg çalışma standartları hazırlanmıştır. Likit kromatografik analiz için 500 µL matrix blank ekstraktı, 475 µL 10.57 mM amonyum format çözeltisi ve 25 µL uygun konsantrasyondaki standart çözeltisi vial içerisinde karıştırılarak 5, 10, 25, 50, 100, 250 ve 500 mg/kg çalışma standartları kullanılmıştır. Numuneler içerisindeki tahmini miktara göre kalibrasyon seviyeleri arasında olacak şekilde seyreltilerek cihazlara enjekte edilmiştir.

Sıvı ve gaz kromatografik yöntemle analiz edilen zirai ilaçlar için Gas Chromotography Mass Spectrometer cihazı ve Liquid Chromotography Mass Spectrometer cihazı analizi sonuçlarına göre, kullanılan saf standard derişimine denk gelen cromotogram pik alanları esas alınarak çizilen kalibrasyon eğrisinden numunedeki kalıntı miktarı hesaplanarak elde edilmiştir. Numunede ki maddenin konsantrasyonu aşağıdaki formül kullanılarak bulunmuştur. Liquid Chromotography Mass Spectrometer analizi için örnek cihaza verilme aşamasında bire bir seyreltildiği için sonuç 2 ile çarpılmıştır.

$$M = \frac{C.V}{W}$$

M= Örnekteki Pestisit Miktarı (ng/g = µg/kg)

C= Kalibrasyon Eğrisinden Okunan Derişim (pg/µl = ng/ml)

V= Ekstraksiyonda Kullanılan ACN Hacmi (ml)

W= Örnek Miktarı (g)

### 2.2.9 İstatistiksel analiz

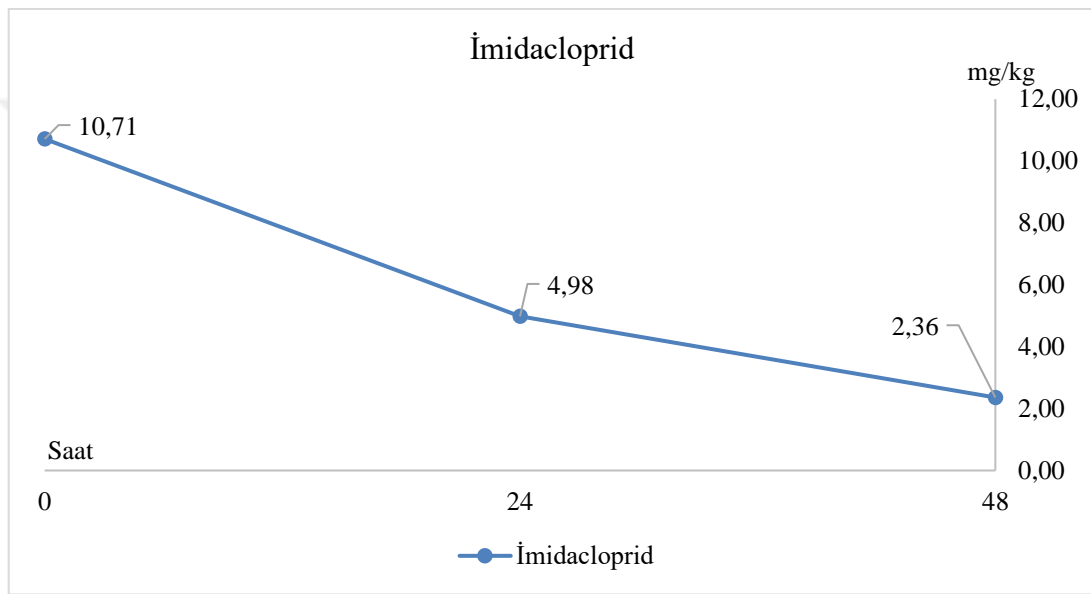
Araştırmadaki tüm verilerde 'Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' baz alınarak varyans analizi yapılmıştır. %5 ve %1 olasılık ihtimalleri önemlilik testlerinde kriter olarak kullanılmıştır. Ortalama değerlerin gruplandırılmasında Asgari Önemli Farklılık (AÖF=LSD) testi kullanılmış ve gruplandırma %5 olasılık düzeyine göre yapılmıştır. Tüm istatistiki hesaplamaların yapılmasında JUMP.V7 programı kullanılmıştır (İstanbulu ve diğ, 2022).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Suşların Pestisitlere Kısa Süreli Etkileri

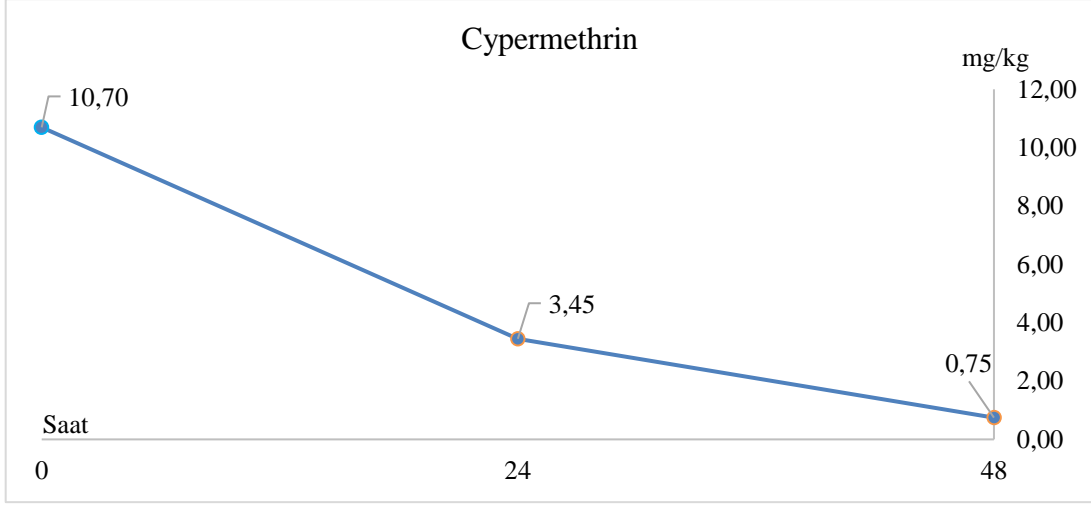
##### 3.1.1 *Limosilactobacillus fermentum*'un etkisi

İmidacloprid etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,71 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 4,98 ve 2,36 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.1). *L. fermentum*'un imidacloprid üzerindeki yıkım oranı %78 olarak gerçekleşmiştir. En az azalma imidaclopridde gerçekleşmiştir.



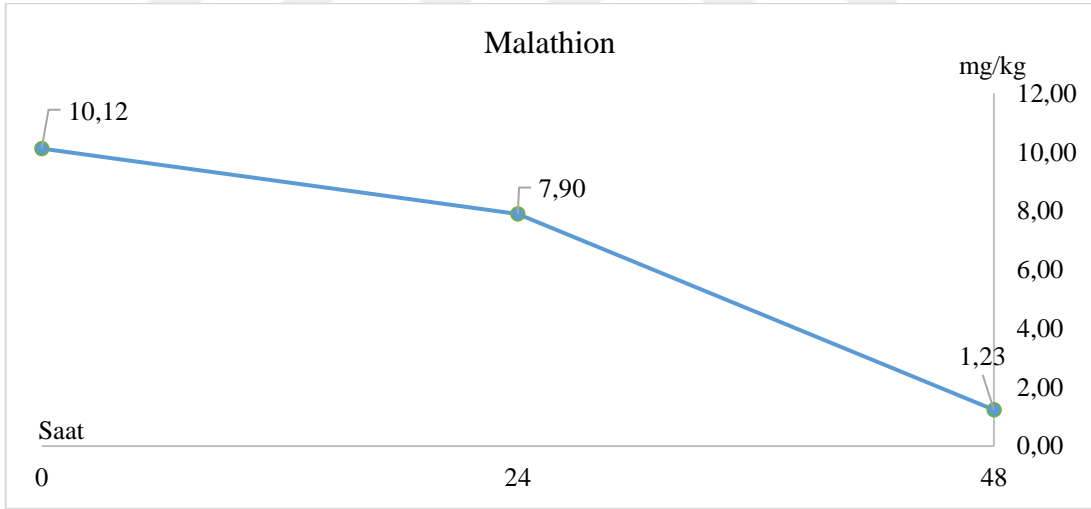
Şekil 3.1 : *L. fermentum*'un imidacloprid etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Cypermethrin etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,70 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 3,45 ve 0,75 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.2). En yüksek azalma %93 ile cypermethrinde gerçekleşmiştir.



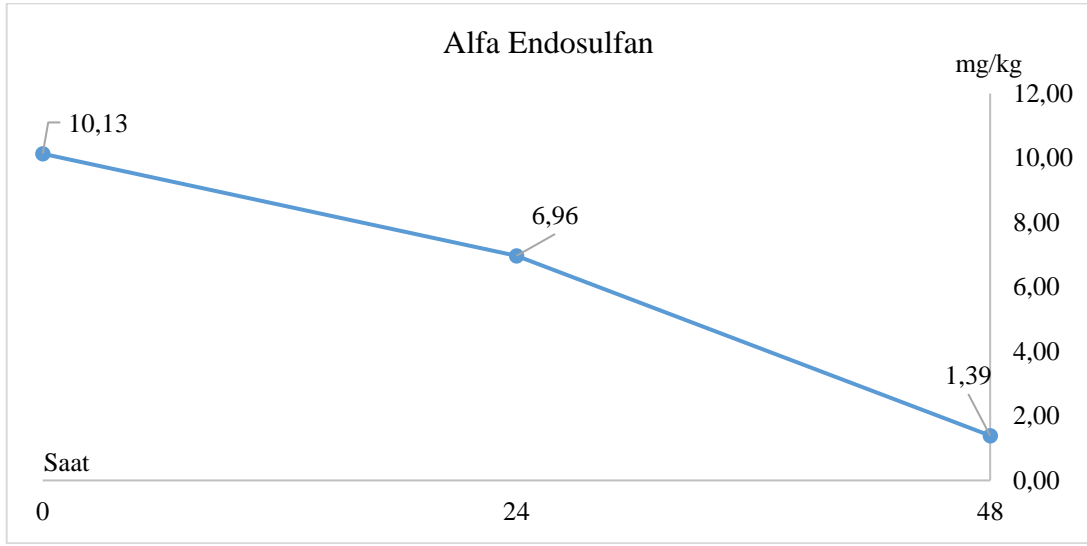
**Şekil 3.2 :** *L. fermentum*'un cypermethrin etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Malathion etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,12 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,90 ve 1,23 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.3). Malathionda azalma 24. saatte %21,93 iken, 48. saatte %87,95 olarak gerçekleşmiştir.



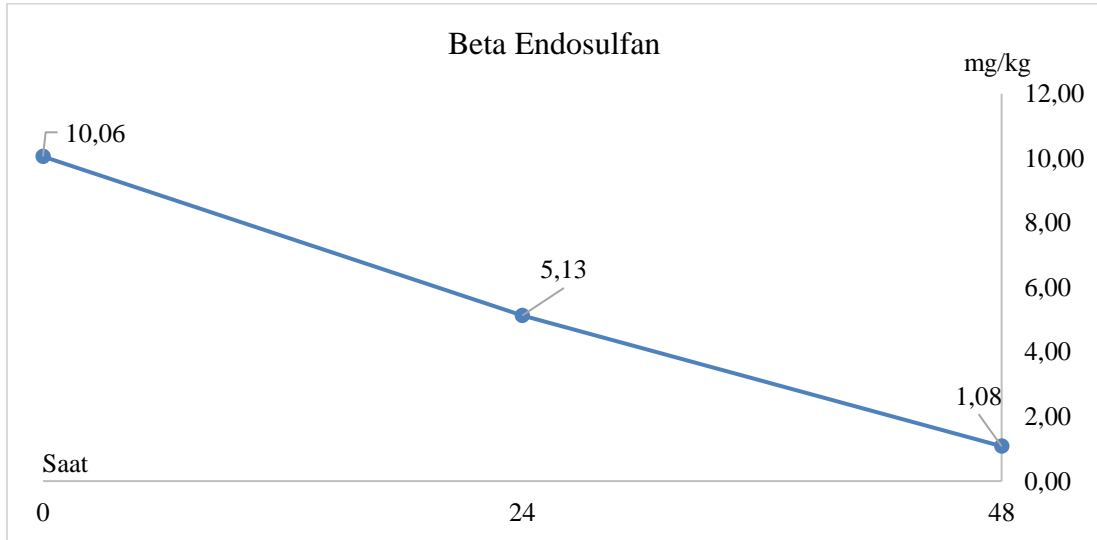
**Şekil 3.3 :** *L. fermentum*'un malathion etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Endosülfan etken maddesindeki değişim izlenirken alfa ve beta izomerleri ayrı ayrı incelenmiştir. Alfa endosülfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,13 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 6,96 ve 1,39 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.4 ). 24. saatte azalma oranı % 31,29 iken, 48. saat sonunda yıkılma oranı %86,27 olarak gerçekleşmiştir.



**Şekil 3.4 :** *L. fermentum*'un alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

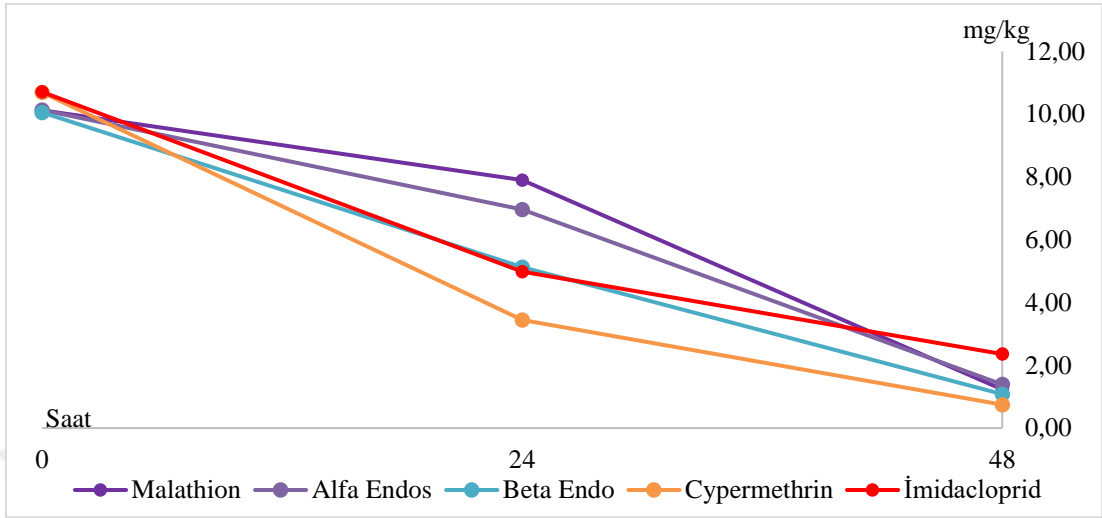
Beta Endosulfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,06 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 5,13 ve 1,08 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.5). Yüzdesel olarak incelediğimizde 24. saat sonunda %49, 48. saat sonunda % 89.26 ile en yüksek ikinci oran elde edilmiştir.



**Şekil 3. 5 :** *L. fermentum*'un beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Pestisit kalıntı miktarlarındaki değişim toplu halde incelendiğinde 24. ve 48. saatler sonunda en yüksek oranda azalmanın (% 93) cypermethrin etken maddesinde olduğu görülmüştür. En düşük azalma oranı (%78) ise imidacloprid etken maddesinde gerçekleşmiştir. İzomer bileşikler olmasına rağmen Alfa ve Beta Endosulfanda farklı

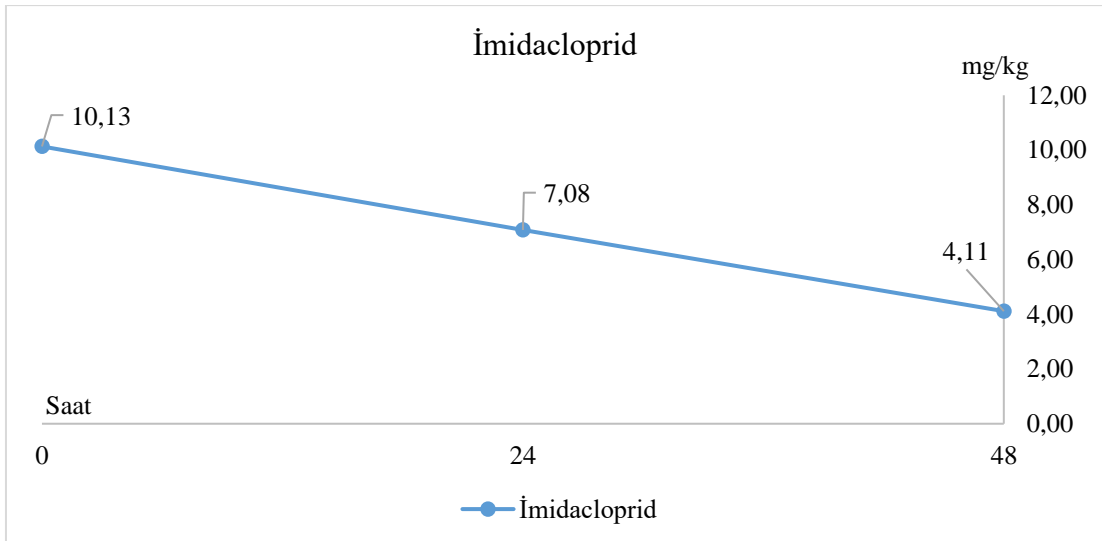
oranlarda azalma gerçekleşmesi dikkat çekici olmuştur. Bu oranlar Alfa Endosulfan için %86, Beta Endosulfan için ise %89 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : *L. fermentum*'un toplam pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi (mg/kg).

### 3.1.2 *Lacticaseibacillus rhamnosus*'un etkisi

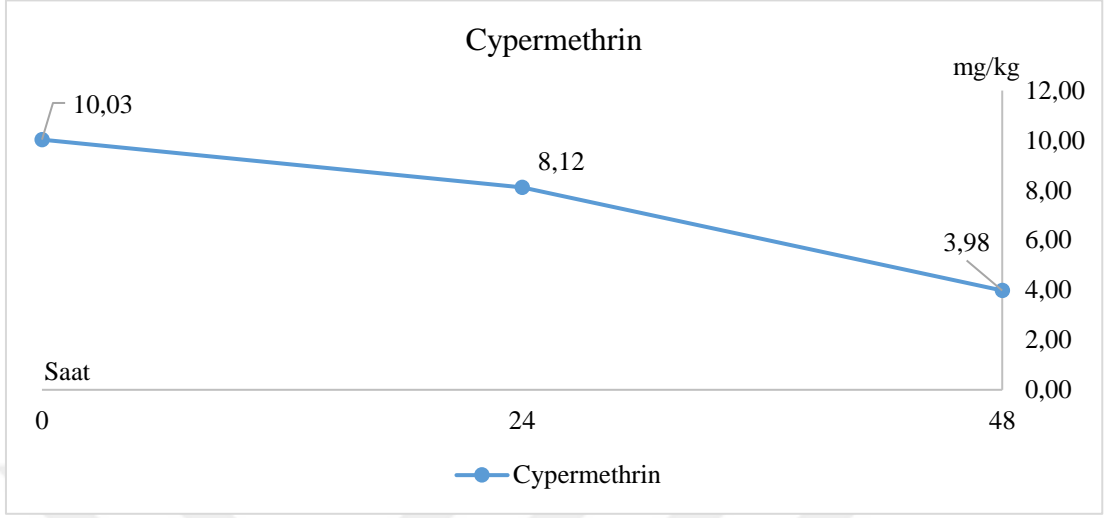
İmidacloprid etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,13 mg/kg olurken 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,08 ( %30.1) ve 4,11 mg/kg olarak ( % 59.42) bulunmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 : *L. rhamnosus*'un imidacloprid etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

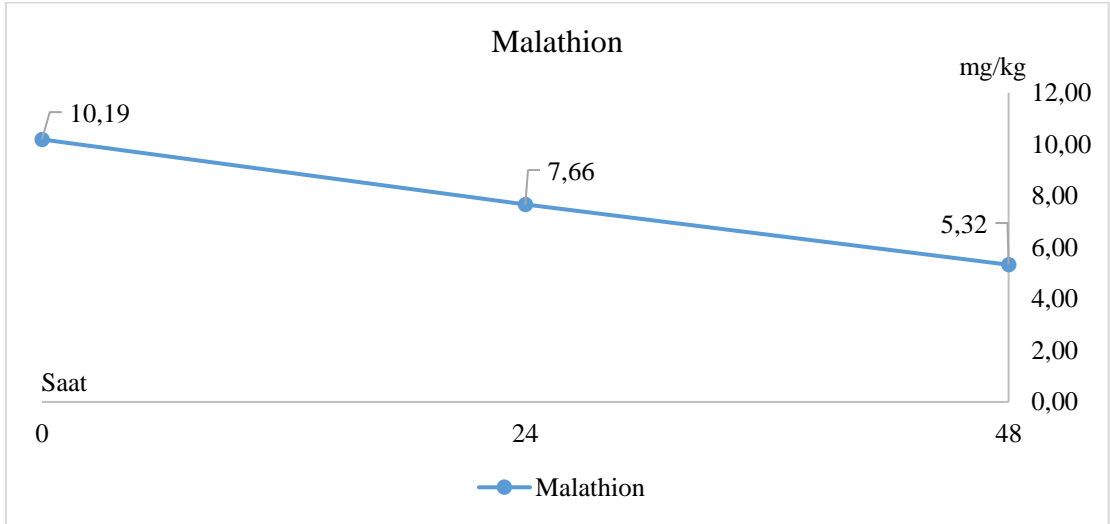
Cypermethrin etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,03 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 8,12 ve 3,98 mg/kg olarak

bulunmuştur (Şekil 3.8). 48. saat sonunda cypermethrinin *L.rhamnosus* ile etkileşiminde pestisit azalması % 60,31 ile en yüksek oran olarak bulunmuştur.



Şekil 3.8 : *L. rhamnosus*'un cypermethrin etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

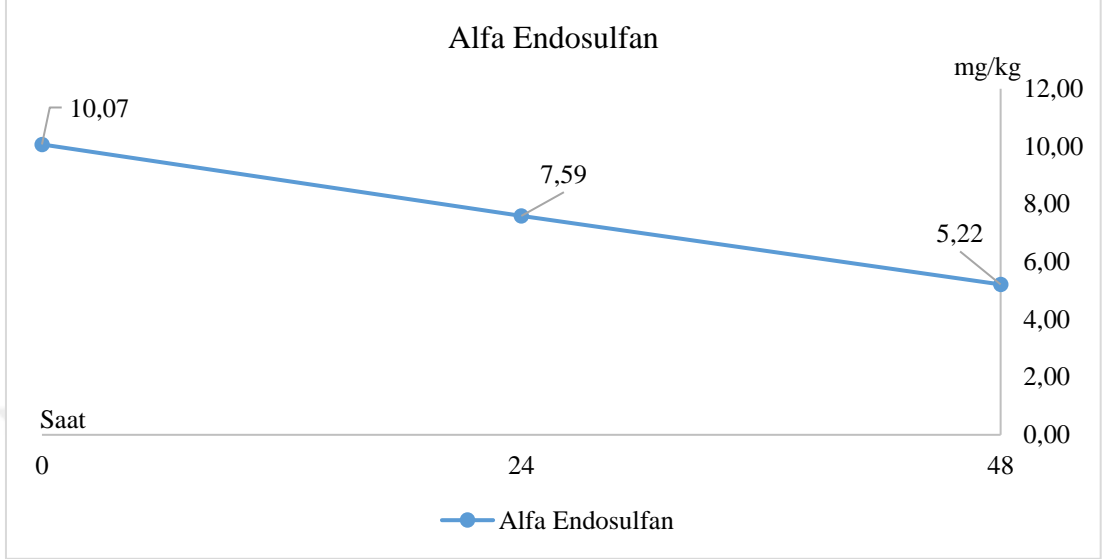
Malathion etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,19 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,66 ve 5,32 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.9). 24. saat sonunda % 24,4 oranında azalma, 48. saat sonunda ise % 47,8'lik bir azalma olmuştur.



Şekil 3.9 : *L. rhamnosus*'un malathion etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

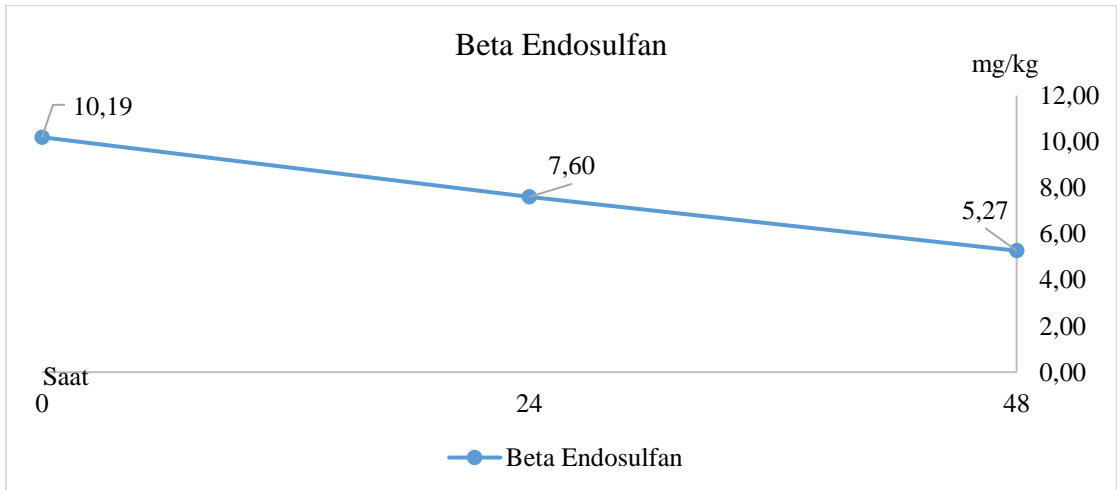
Endosülfan etken maddesindeki değişim izlenirken alfa ve beta izomerleri ayrı ayrı incelenmiştir. Alfa endosülfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama

10,07 mg/kg olurken; 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,59 ve 5,22 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.10). 48. saat sonunda alfa endosülfanda azalma oranı %48,16 olarak gerçekleşmiştir.



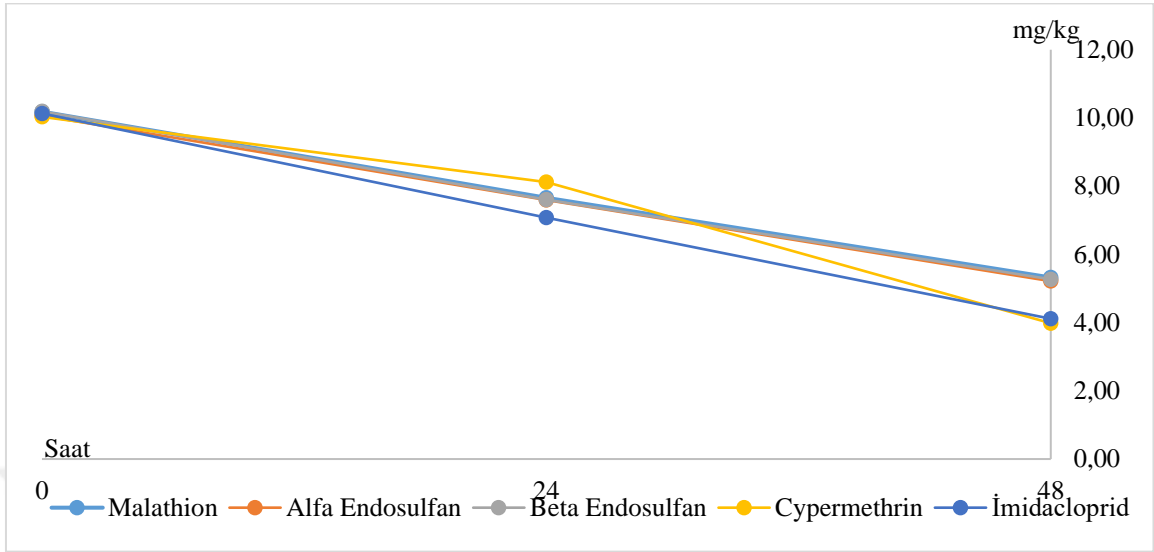
Şekil 3.10 : *L. rhamnosus*'un alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Beta endosülfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,19 mg/kg olurken 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,60 ve 5,27 mg/kg olarak bulunmuştur. (Şekil 3.11). 48. saat sonunda beta endosülfandaki değişim ise % 48,28 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.11 : *L. rhamnosus*'un beta-endosulfan etken maddesine etkisi sonuçları (mg/kg). Pestisit kalıntı miktarlarındaki değişim toplu halde incelendiğinde; 48. saat sonunda en yüksek oranda azalmanın (% 60,31 ) cypermethrin etken maddesinde olduğu

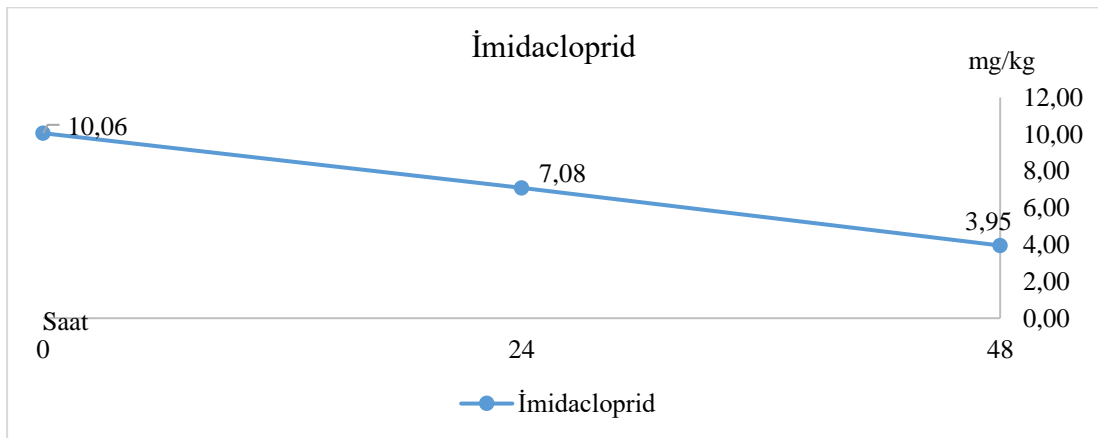
görülmüştür. En düşük azalma oranı (%47,8) ise malathion etken maddesinde gerçekleşmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 : *L. rhamnosus*'un pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi (mg/kg).

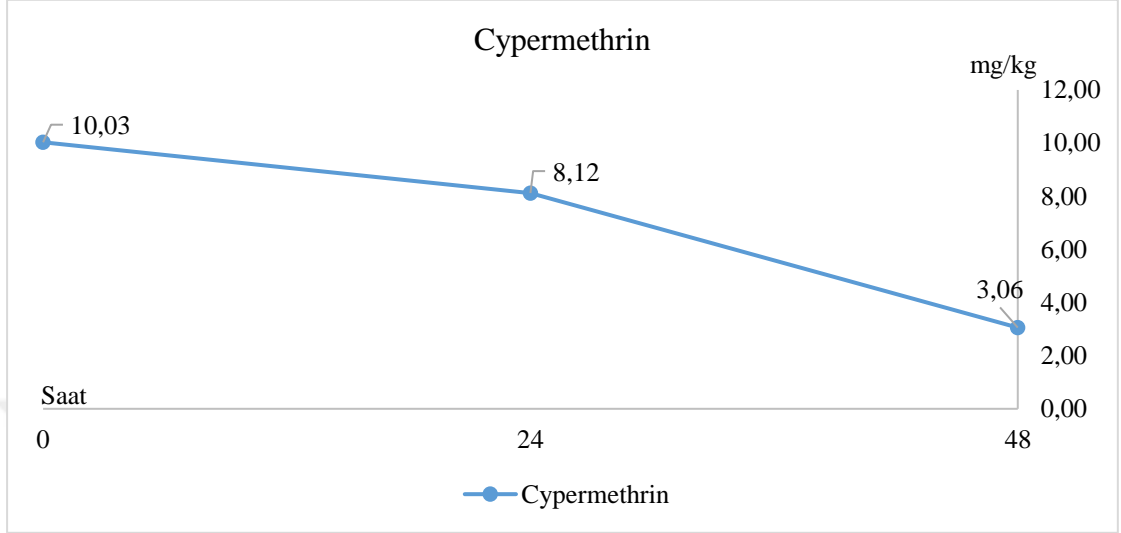
### 3.1.3 *Lacticaseibacillus paracasei*'nin etkisi

İmidacloprid etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,06 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,08 ve 3,95 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil.3.13). 48. saat sonunda azalma miktarı % 60,73 olarak gerçekleşmiştir.



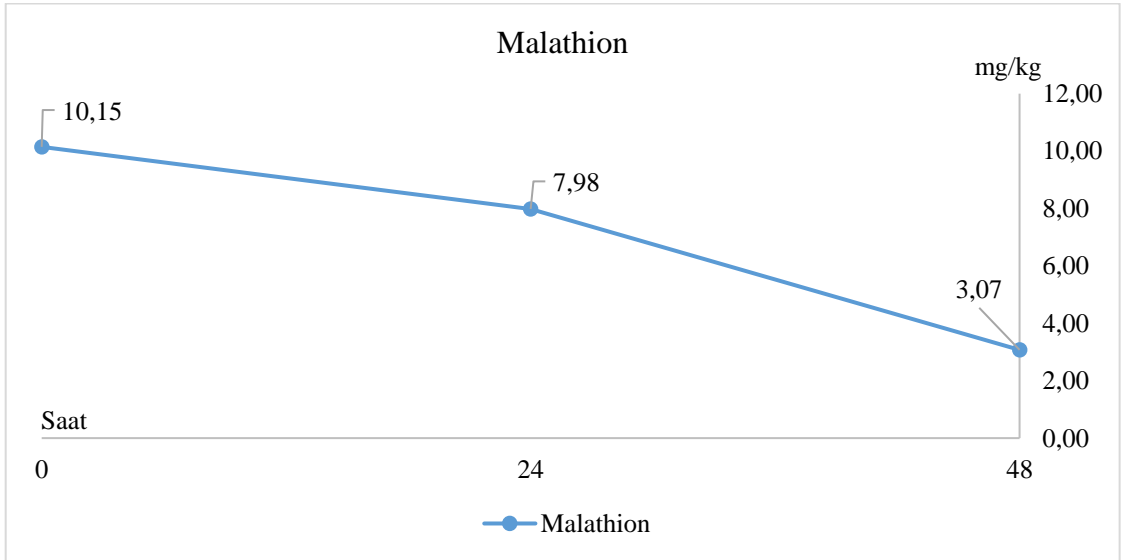
Şekil 3.13 : *L. paracasei*'nin imidacloprid etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Cypermethrin etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,03 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 8,12 ve 3,06 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.14). 48. Saat sonunda azalma miktarı yaklaşık % 70 civarındadır.



Şekil 3.14 : *L. paracasei*'nin cypermethrin etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

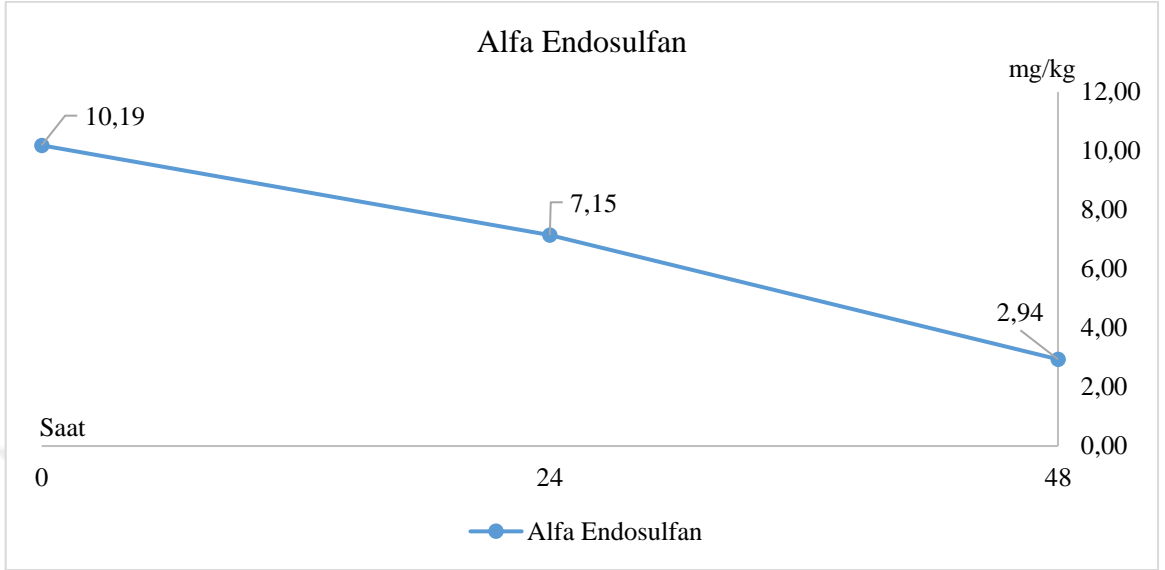
Malathion etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,15 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,98 ve 3,07 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.15). 48. saat sonunda yıkım % 69,75 olarak geręekleşmiştir.



Şekil 3.15 : *L. paracasei*'nin malathion etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

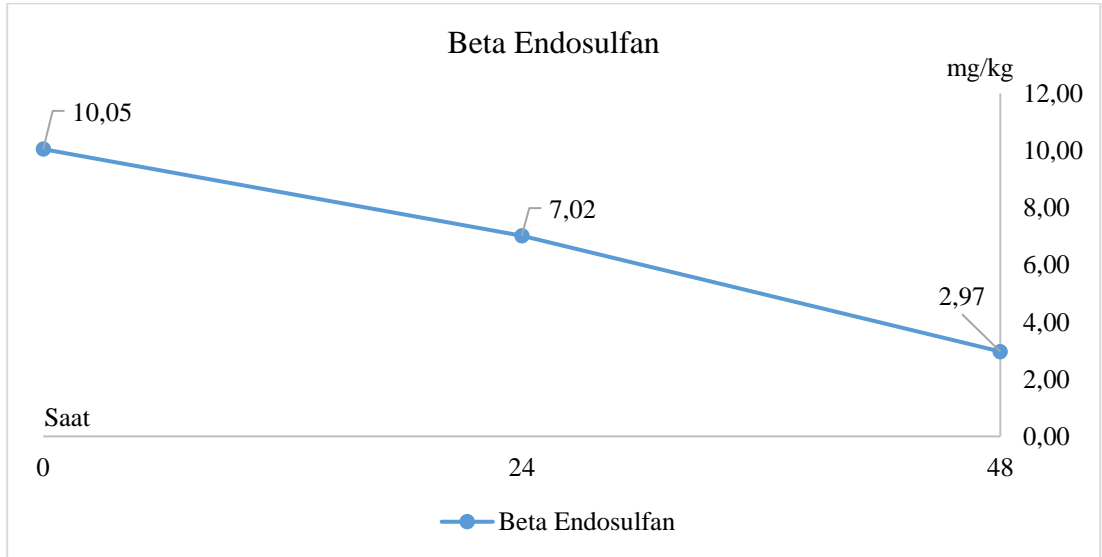
Endosülfan etken maddesindeki değişim izlenirken alfa ve beta izomerleri ayrı ayrı incelenmiştir. Alfa endosülfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama

10,19 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,15 ve 2,94 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.16). 48. saat sonunda yıkım %71,14 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 3.16 : *L. paracasei*'nin alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

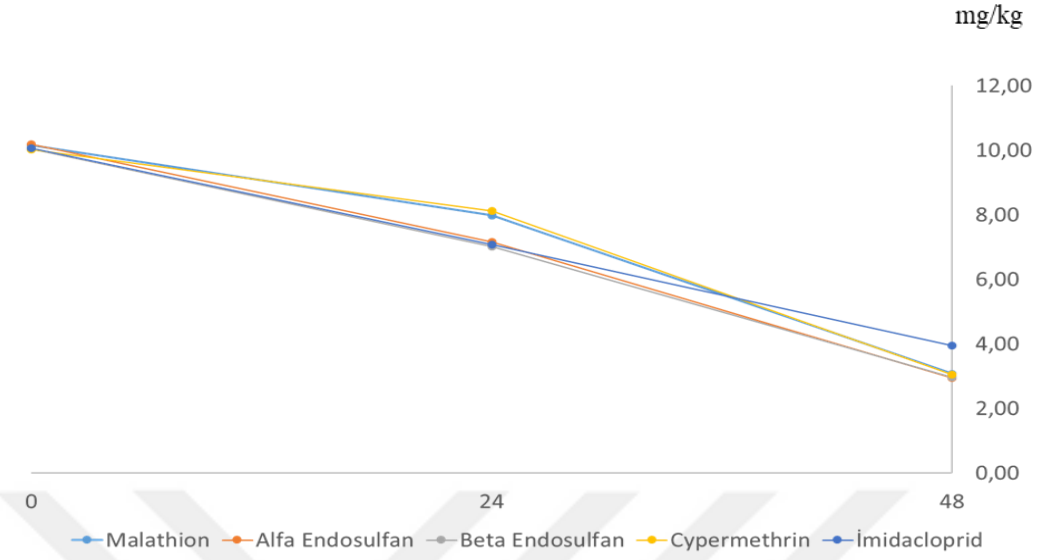
Beta Endosulfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,05 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,02 ve 2,97 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.17). 48. saat sonundaki yıkım ortalama %70,44 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 3.17 : *L. paracasei*'nin beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg)

Pestisit kalıntı miktarlarındaki değişim toplu halde incelendiğinde; 48. saat sonunda en yüksek oranda azalmanın (% 71,14) alfa endosulfan etken maddesinde olduğu

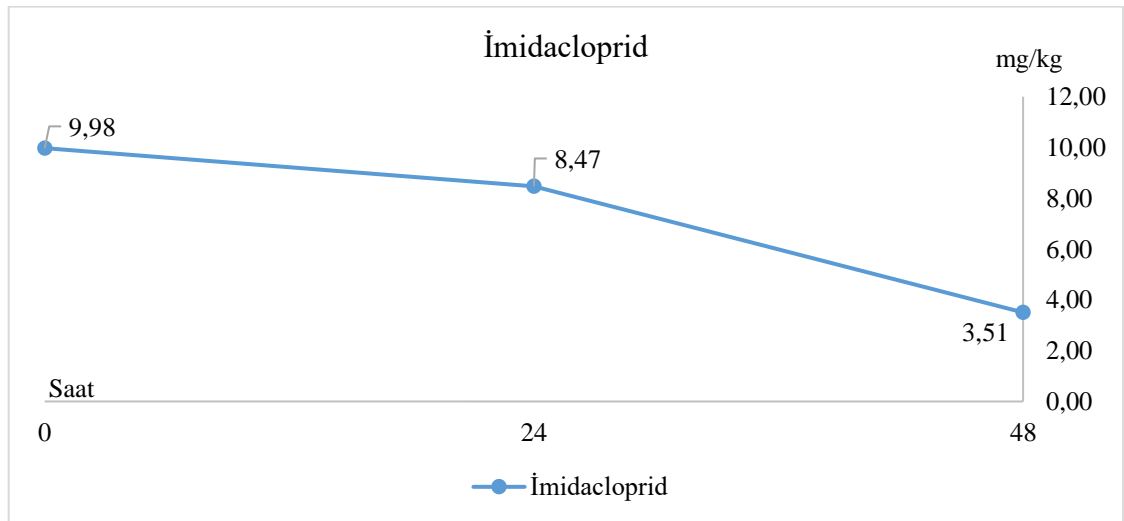
görülmüştür. En düşük azalma oranı (%60,73) ise imidacloprid etken maddesinde gerçekleşmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18: *L.paracasei*'nin pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi (mg/kg)

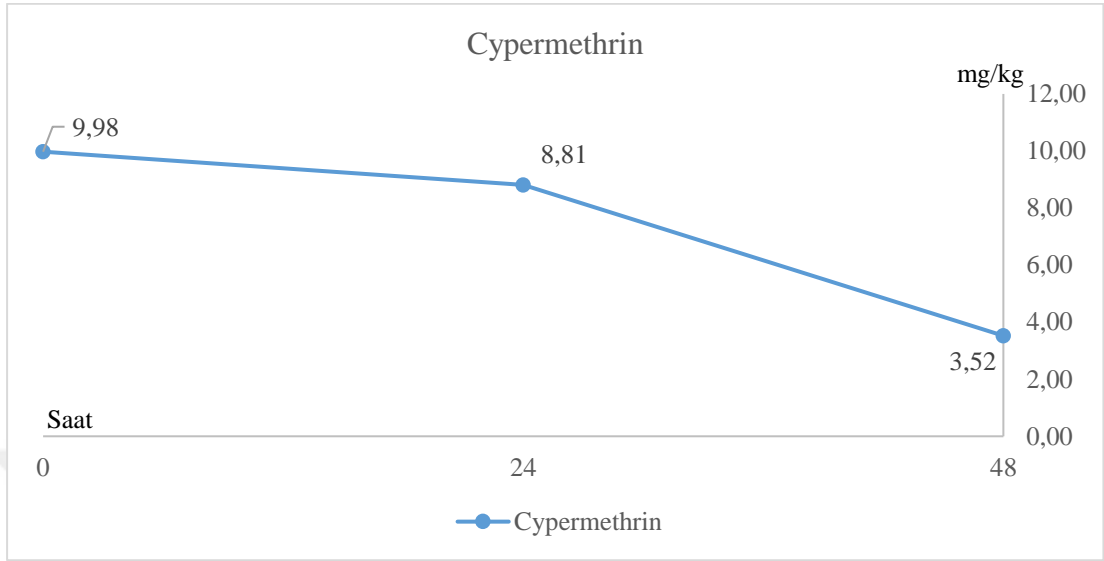
### 3.1.4 *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*'un etkisi

İmidacloprid etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 9,98 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 8,47 ve 3,51 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil.3.19).



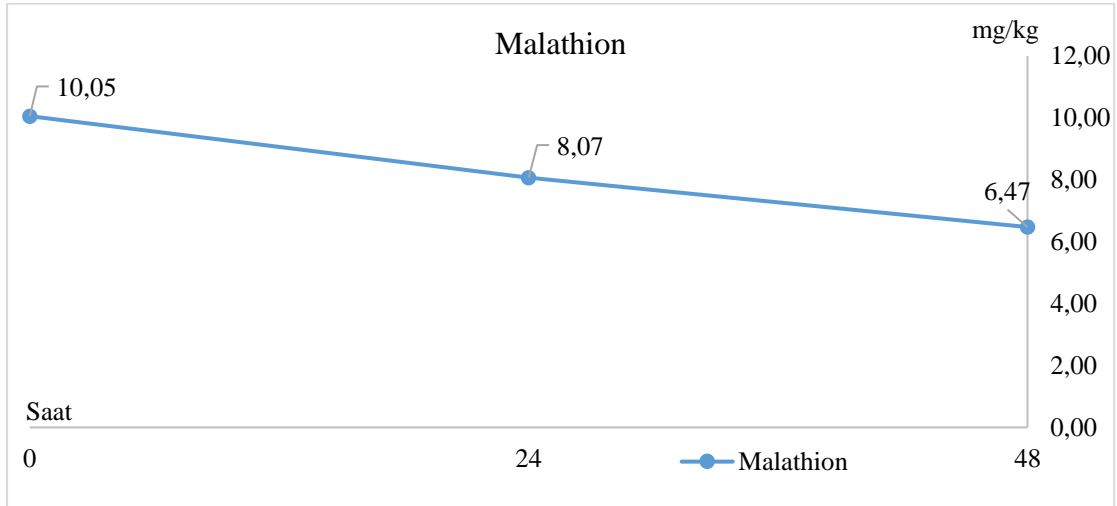
Şekil 3.19 : *L.bulgaricus*'un imidacloprid etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Cypermethrin etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 9,98 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 8,81 ve 3,52 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.20).



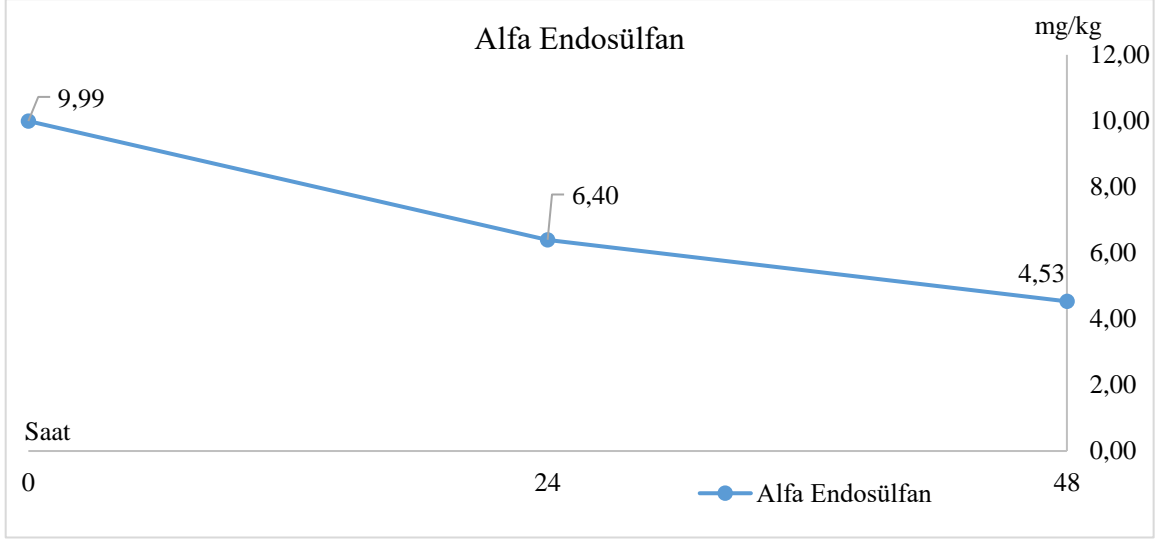
Şekil 3.20 : *L. bulgaricus*'un cypermethrin etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Malathion etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,05 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 8,07 ve 6,47 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.21).



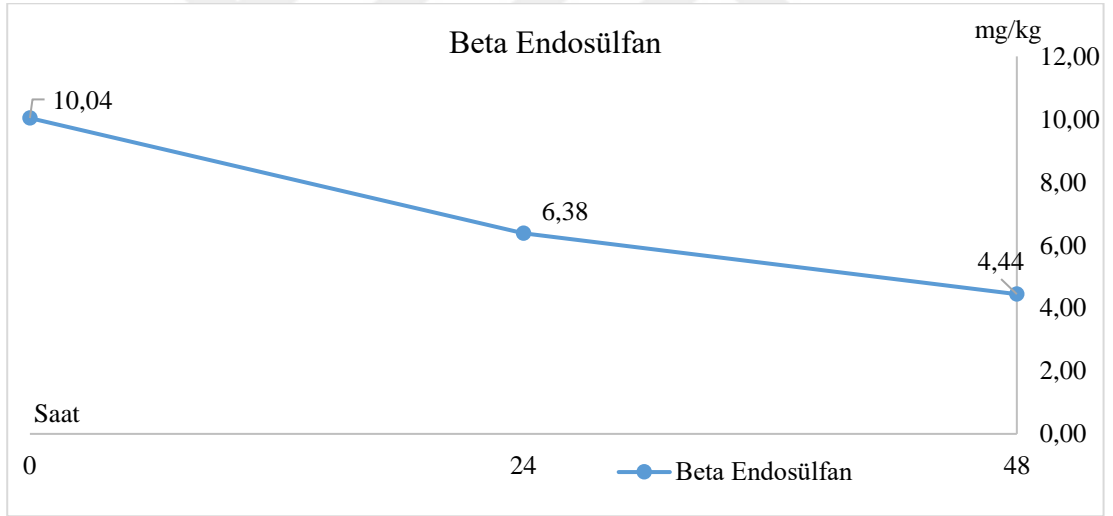
Şekil 3.21 : *L. bulgaricus*'un malathion etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Endosülfan etken maddesindeki değişim izlenirken alfa ve beta izomerleri ayrı ayrı incelenmiştir. Alfa endosülfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 9,99 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 6,40 ve 4,53 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.22).



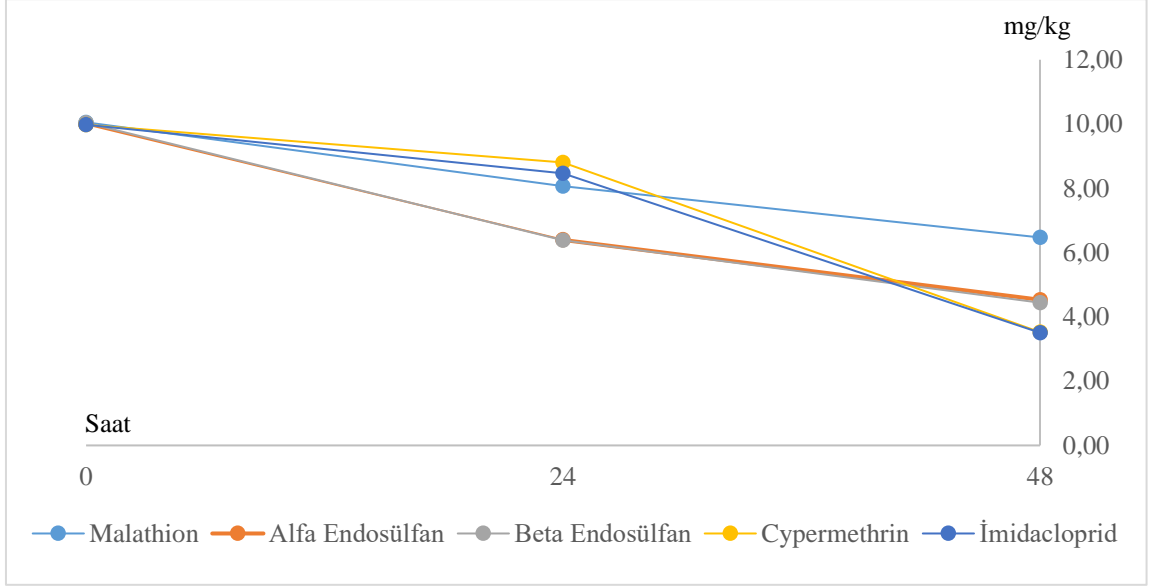
**Şekil 3.22 :** *L. bulgaricus*'un alfa-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Beta endosulfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,04 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 6,38 ve 4,44 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.23).



**Şekil 3.23 :** *L. bulgaricus*'un beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

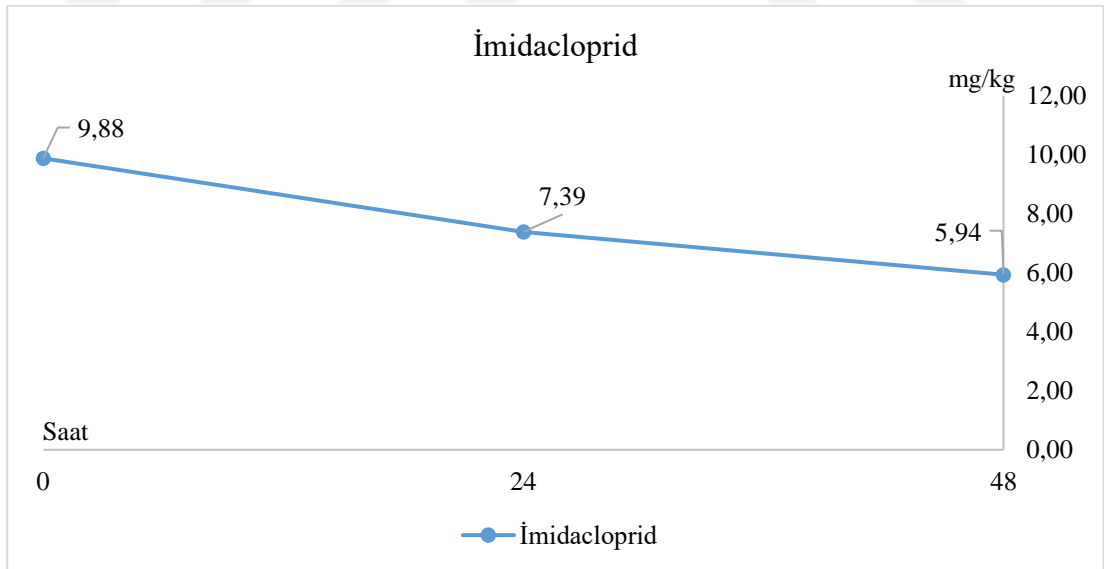
Pestisit kalıntı miktarlarındaki değişim toplu halde incelendiğinde; 48. saat sonunda en yüksek oranda azalmanın (%65) imidacloprid etken maddesinde olduğu görülmüştür. En düşük azalma oranı (%36) ile malathion etken maddesinde gerçekleşmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24 : *L. bulgaricus*'un Etken Maddelerindeki değişimin toplu gösterimi (mg/kg)

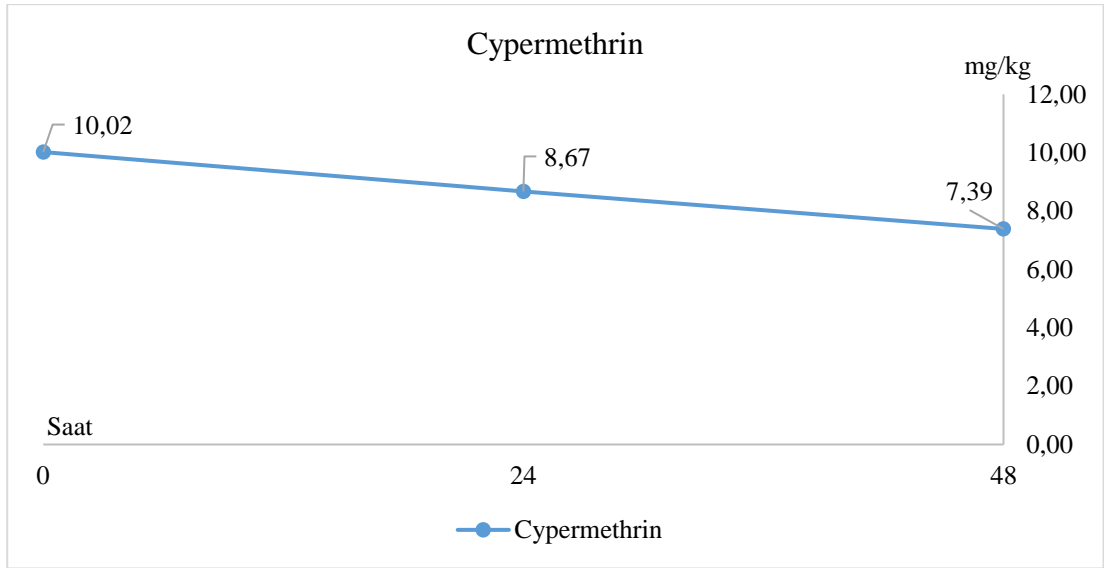
### 3.1.5 *Lactococcus lactis*'in etkisi

İmidacloprid etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 9,88 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,39 ve 5,94 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.25).



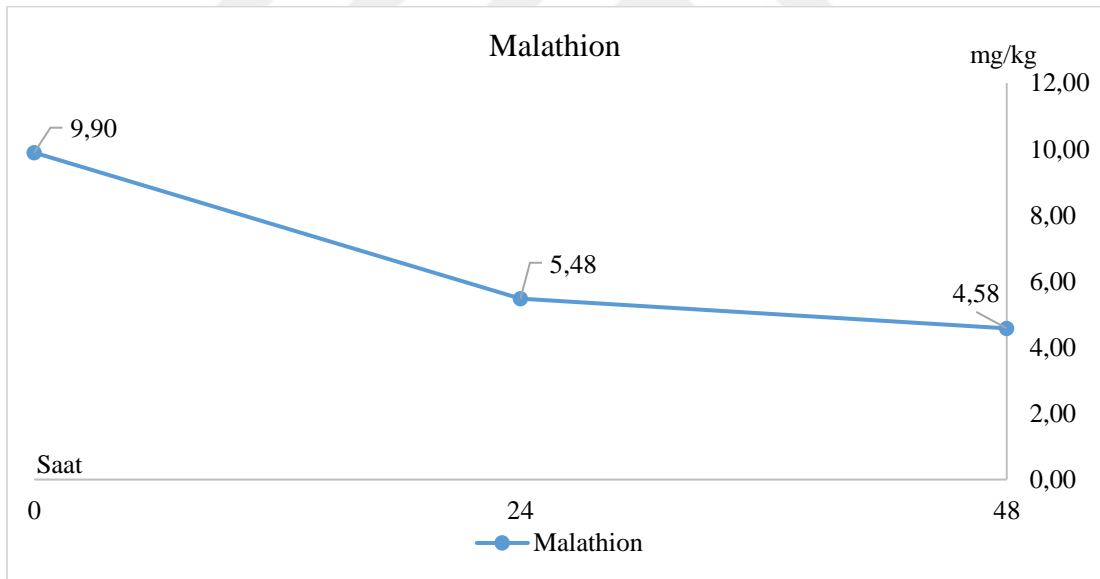
Şekil 3.25 : *L. lactis*'in imidacloprid etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Cypermethrin etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,02 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 8,67 ve 7,39 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.26). 48. saat sonunda % 26,24 ile azalma en az cypermethrinde gerçekleşmiştir.



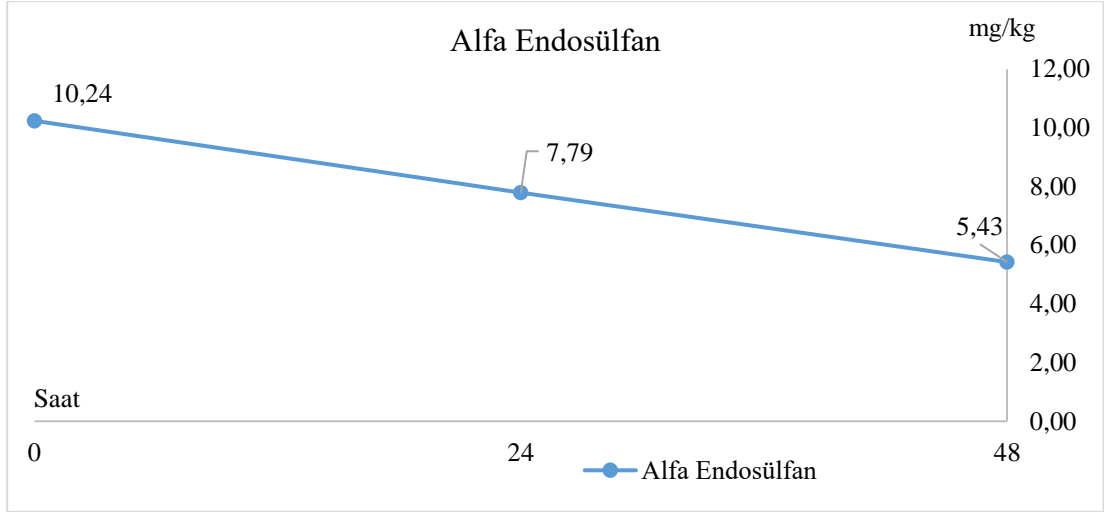
**Şekil 3.26 :** *L. lactis* 'in cypermethrin etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Malathion etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 9,90 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 5,48 ve 4,58 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.27).



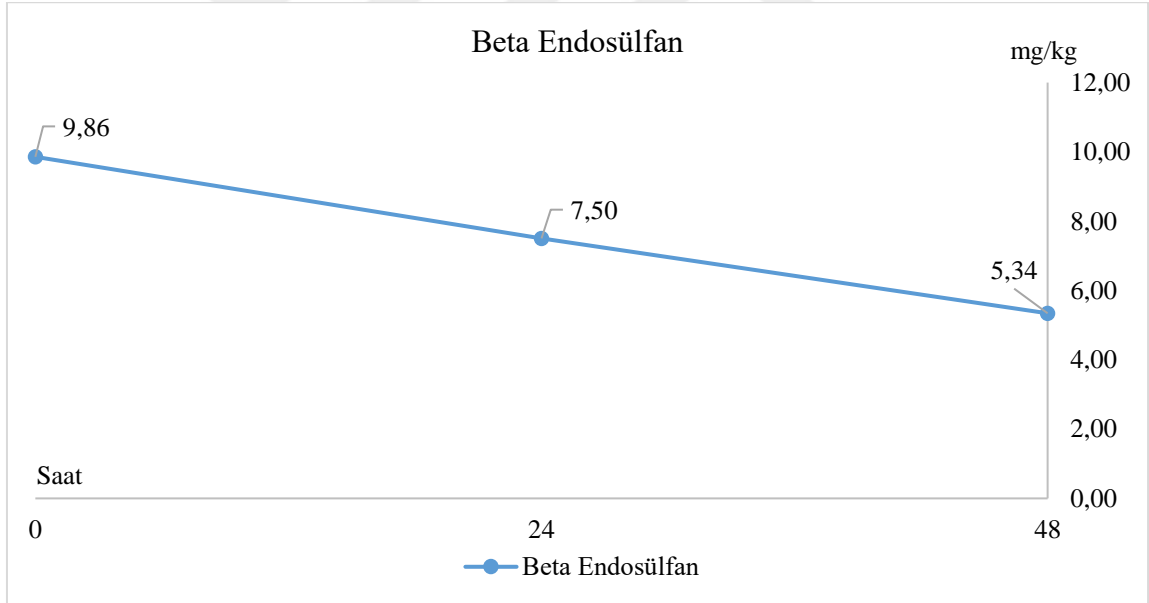
**Şekil 3.27 :** *L. lactis* 'in malathion etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Endosülfan etken maddesindeki değişim izlenirken alfa ve beta izomerleri ayrı ayrı incelenmiştir. Alfa endosülfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 10,24 mg/kg olurken; 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,79 ve 5,43 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.28).



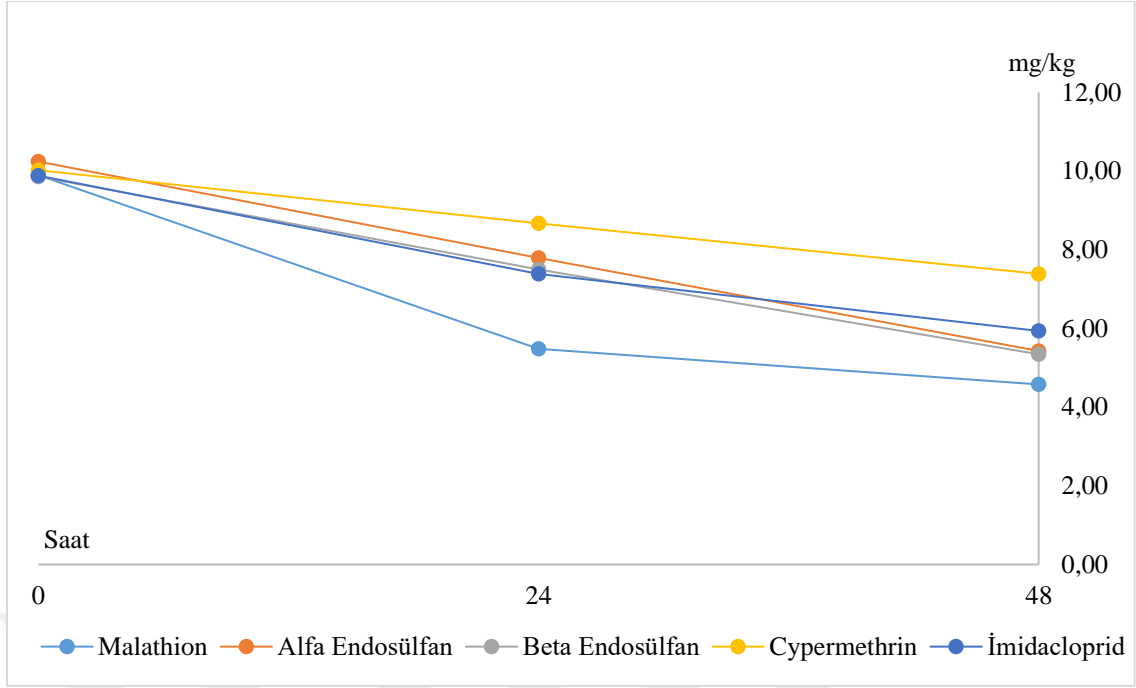
**Şekil 3.28 :** *L. lactis*'in alfa endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Beta endosulfan etken maddesi için 0. saatte tespit edilen değer ortalama 9.86 mg/kg olurken, 24. ve 48. saatlerde tespit edilen değerler sırasıyla 7,50 ve 5,34 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 3.29).



**Şekil 3.29 :** *L. lactis*'in beta-endosulfan etken maddesine ait sonuçları (mg/kg).

Pestisit kalıntı miktarlarındaki değişim toplu halde incelendiğinde; 48. saat sonunda en yüksek oranda azalmanın (% 53.73) malathion etken maddesinde olduğu görülmüştür. En düşük azalma oranı (% 26.24 ) ile cypermethrin etken maddesinde gerçekleşmiştir (Şekil 3.30).



**Şekil 3.30 :** *L. lactis* 'in pestisit etken maddelerindeki değişimin toplu gösterimi (mg/kg).

### 3.1.6. Kısa süreli etki çalışmalarının istatistiki analiz sonuçları

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisitler), cypermethrin (sentetik pretroit) ve imidacloprid (neonikotinoit) etken maddelerinin seçilmiş *Lactobacillus* suşları (*L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. bulgaricus* ve *L. lactis*) tarafından parçalanma durumları incelenmiştir. Laktik asit Bakterileri, Pestisit Etken Maddeleri, Uygulama Zamanı, Laktik Asit Bakterileri\*Pestisit Etken Maddeleri, Laktik Asit Bakterileri\*Uygulama Zamanı, Pestisit Etken Maddeleri\*Uygulama Zamanı verileri incelendiğinde bütün gruplar arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1 :** Denemede incelenen laktik asit bakterileri, pestisit etken maddeleri ve uygulama zamanı ile bunlar arası etkileşimlere ait varyans analizi tablosu (SD: Serbestlik Derecesi, Prob: İhtimal, F: F Değeri).

Kaynaklar	SD	Hata Ortalaması	Kareler	F Oranı	Prob > F
Laktik Asit Bakterileri	5	219.26(**)	2107,355	0,0000	
Pestisit Etken Maddeleri	5	1.99(**)	19,1268	<,0001	
Uygulama Zamanı	2	1988.92(**)	19114,55	0,0000	
Laktik Asit Bakterileri *Pestisit Etken Maddeleri	25	4.85(**)	46,6110	<,0001	
Laktik Asit Bakterileri *Uygulama Zamanı	10	93.59(**)	869,4834	0,0000	
Pestisit Etken Maddeleri*Uygulama Zamanı	10	1.05(**)	10,1130	<,0001	
Laktik Asit Bakterileri *Pestisit Etken Maddeleri* Uygulama Zamanı	50	4.19(**)	40,2592	<,0001	

\*\* : Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemlidir.

### 3.1.7. Laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanmasına etkisi analizi

Çizelge 2’de incelendiğinde gibi elde edilen sonuçlar kontrol grubu ile karşılaştırıldığında kullanılan tüm laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanmasına olumlu etki ettiği görülmüştür. Tüm pestisitler ve tüm uygulama zamanları göz önüne alındığında *Lactobacillus fermentum* suşunu içeren besiyerinde tüm pestisitler için tüm zamanlardaki parçalanma oranı ortalaması %43 (5,76a) olarak belirlenmiştir ve bu oran tüm suşlar içerisinde en yüksek parçalanma oranı olmuştur. *L. fermentum*’dan sonra en yüksek pestisit parçalanmasının gerçekleştiği suşlar sırasıyla *L. paracasei* (6,91b), *L. bulgaricus* (7,46c), *L. rhamnosus* (7,54c) ve *Lactococcus lactis* (7,72d) olmuştur (Çizelge 3.2, Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.2 :** Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddelerinde oluşan parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 10 mg/kg).

	Malathion	Endosulfan sulfat	Alfa Endosulfan	Beta Endosulfan	Cypermethrin	İmidacloprid	Her bir suş uygulaması denemesindeki ortalama pestisit konsantrasyonu
Kontrol	9,79 t	9,47 st	9,35 s	9,46 st	9,46 r	9,78 t	9,55 e
<i>L. fermentum</i>	6,42 de	5,58 s	6,16 cd	5,42 b	<b>4,96 a</b>	6,02 c	<b>5,76 a</b>
<i>L. paracasei</i>	7,07 ghj	6,85 fgh	6,76 fg	6,68 fg	7,07 ghj	7,03 ghı	6,91 b
<i>L. rhamnosus</i>	7,72 nop	7,72 nop	7,62 lmnop	7,69 mnop	7,38 jklm	7,11 hjk	7,54 c
<i>L. bulgaricus</i>	8,20 q	7,91 pq	6,97 fgh	6,95 fgh	7,44 klmn	7,32 ijkl	7,46 c
<i>Lactococcus lactis</i>	6,65 ef	7,87 opq	7,82 op	7,57 lmno	8,69 r	7,74 nop	7,72 d
<b>Pestisit etken maddeleri ortalaması</b>	7,64 c	7,57 bc	7,45 b	7,29 a	7,50 b	7,50 b	

Aynı harfi veya harfleri içeren rakamlar arasında istatistiki olarak farklılık yoktur.

### 3.1.8 Pestisit etken maddeleri

Pestisit etken maddeleri arasında en çok parçalanma işlemine uğrayan beta endosulfan'dır (Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3). Laktik asit bakterileri ile uygulanan 10 mg/kg pestisit miktarının, tüm laktik asit bakteri suşları ve tüm zamanların ortalaması dikkate alındığında beta endosulfan'ın 10 mg/kg'den 7.29 mg/kg kadar azaldığı görülmüştür. Bunu sırasıyla alfa endosulfan (7,45b), imidacloprid (7,50b), cypermethrin (7,50b), endosulfan sulfat (7,57bc) izlemiştir. En az parçalanma malathion etken maddesinde (7,64c) görülmüştür (Çizelge 3.2).

### 3.1.9 Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisit), cypermethrin (Sentetik pretroit) ve imidacloprid (Neonikotinoit) etken maddelerinin seçilmiş laktik asit bakterileri tarafından parçalanma durumlarında en fazla yıkımın *L. fermentum* içeren besiyerine Cypermethrin ilavesi ile elde edildiği görülmektedir. Başta 10 mg/kg olan değer tüm zamanlar ortalamasında 4.96 mg/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.2). En az parçalanma ise *Lactococcus lactis* uygulandığı cypermethrin etken maddesinde 9,46 mg/kg olarak gerçekleşmiştir.

### 3.1.10 Uygulama zamanı

Çalışmada kullanılan tüm laktik asit bakteri suşlarının eklendiği tüm etken maddelerin zamana bağlı olarak yıkımlarının arttığı tespit edilmiştir. Diğer bir dikkat çekici sonuç ise ortalama değerlere bakıldığında ilk 24 saatte %25'lik bir azalma görülmesine karşın; 24. saat ile 48. saat arasında bu azalmanın yaklaşık %35 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Bu durumun besiyerinde artan bakteri yükü nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir. Uygulanan pestisit miktarı ortalama 10,11 mg/kg dan 48 saat sonra 4,84 mg/kg düşmüştür (Çizelge 3.3, Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.3 :** Uygulama zamanına göre seçilen pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 10 mg/kg).

	Malathion	Endosulfan sülfat	Alfa Endosülfan	Beta Endosülfan	Cypermethrin	İmidacloprid	Uygulama zamanı ortalama
0	10,04 h	10,19 h	10,10 h	10,01 h	10,15 h	10,15 h	10,11 c
24	7,81 g	7,51 ef	7,50 ef	7,16 d	7,71 fg	7,46 e	7,53 b
48	5,08 c	5,00 c	4,75 ab	4,72 ab	4,64 a	4,88 bc	4,84 a
Pestisit ortalama	7,64 c	7,57bc	7,45b	7,29 a	7,50 b	7,50 b	

Aynı harfi veya harfleri içeren rakamlar arasında istatistiki olarak farklılık yoktur.

### 3.1.11 Uygulama zamanı ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion (organofosforlu Ppestisit), endosulfan (organoklorlu pestisit), cypermethrin (sentetik pretroit) ve imidacloprid (neonikotinoit) etken maddelerinin seçilmiş laktik asit bakterileri (*L. bulgaricus*, *L. fermentum*, *Lactococcus lactis*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*) tarafından parçalanma durumlarında en fazla yıkım 48 saat sonra cypermethrin etken maddesinde görülmektedir. Başta 10 mg/kg olan pestisit miktarı 48 saat sonra parçalanarak 4.64 mg/kg'e düşmüştür (Çizelge 3.3).

### 3.1.12 Uygulama zamanı ve laktik asit bakterileri arasındaki etkileşim

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre laktik asit bakterilerinden *L. fermentum* suşu 48 saat sonunda bütün pestisit etken maddelerinde en fazla parçalanma değerine sahip olmuştur. Uygulama değeri olan 10 mg/kg 48 saat sonra 1,37 mg/kg değerine düşmüştür (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.4 :** Uygulama zamanı ve laktik asit bakterileri ile etkileşimi sonucu pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 10 mg/kg).

	Kontrol	<i>L. fermentum</i>	<i>L. paracasei</i>	<i>L. rhamnosus</i>	<i>L. bulgaricus</i>	<i>L. lactis</i>	Uygulama Zamanı Ortalama
0	9,99 g	10,32 h	10,14 gh	10,15 gh	9,99 g	10,05 g	10,11 c
24	9,39 f	5,60 d	7,44 e	7,62 e	7,65 e	7,46 e	7,53 b
48	9,27 f	1,37 a	3,15 b	4,86 c	4,76 c	5,66 d	4,84 a
Laktik Asit Bakteri ortalama	9,55 e	5,76 a	6,91 b	7,54 c	7,46 c	7,72 d	

Aynı harfi veya harfleri içeren rakamlar arasında istatistiki olarak farklılık yoktur.

### 3.1.13 Uygulama zamanı, laktik asit bakterileri ve pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim

Suşların pestisitlere olan genel etkisine bakıldığında ise 24 saat ve 48 saat sonunda pestisitlerde en fazla yıkıma neden olan suş *L. fermentum* olarak belirlenmiştir. *L. fermentum* suşunun 24 saat sonunda pestisitlerdeki ortalama yıkımı %44 olurken, bu oran 48 saat sonunda %86,3'e yükselmiştir. Pestisit yıkımı açısından en az etkinliğe sahip suşlar ise 24 saat sonunda *L. bulgaricus*, 48 saat sonunda ise *L. lactis* olmuştur ve yıkım oranları sırasıyla %23,5 ve %43,4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 incelendiğinde laktik asit bakterisi içeren besiyerlerine eklenen tüm pestisitlerde zamanla değişen oranlarda bir azalma meydana geldiği görülmüştür. 24 saat sonunda 0. saat ile karşılaştırıldığında en yüksek yıkımın *L. fermentum* içeren besiyerine eklenen cypermethrin etken maddesinde olduğu görülmüştür.

Bu değer 3,45 mg/kg olarak bulunmuş ve 0. saate göre %68 oranında yıkım gerçekleşmiştir. Benzer şekilde 0. ve 48. saatler arasındaki değerler karşılaştırıldığında en yüksek yıkımın yine *L. fermentum* suşu içeren besiyerine eklenen cypermethrin etken maddesinde olduğu tespit edilmiştir.

Bu değer 0,75 mg/kg olarak belirlenmiş ve cypermethrinin başlangıç konsantrasyonuna oranla %92,5 oranında yıkıldığı tespit edilmiştir. Pestisit stabilitesinin en fazla korunduğu bakteri-pestisit karışımı *L. bulgaricus* suşunda cypermethrin etken maddesi olmuş ve 24 saatlik sürede %11,9 oranında bir yıkım sonucunda konsantrasyonu 8,81 mg/kg olarak belirlenmiştir.

48 saat sonunda ise en az yıkım *L. lactis* suşu için cypermethrin etken maddesinde görülmüştür ve yıkım oranı %26,1 olarak 7,39 mg/kg tespit edilmiştir. Bu sonuçlar farklı

etken maddelerin yıkımlarının kullanılan suşa ve zamana bağılı olarak değiştiiğini göstermesi açısından önemlidir. Çalışmada kullanılan tüm laktik asit bakteri suşlarına eklenen tüm etken maddelerin zamana bağılı olarak yıkımlarının arttığı tespit edilmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında ilk 24 saatte %24,7'lik bir azalma görülmesine karşın, 24. saat ile 48. saat arasında bu azalmanın yaklaşık %35,7 olarak gerçekleştiği grlmştir. Uygulamanın başlangıcı ile karşılaştırıldığında ise 48 saat sonunda ortalama pestisit miktarı %52,1 azalarak 4,84 mg/kg değerine dşmştir (izelge 3.5).

Zamana bağılı olarak pestisit konsantrasyonlarındaki değişime etken maddeler bazında bakıldığında 24 saat sonunda tüm suşlardan elde edilen değerlerin ortalaması göz önüne alındığında beta endosulfan etken maddesinin ortalama konsantrasyonunun 6,73 mg/kg'a düştüğü ve bu açıdan 24 saat sonunda en fazla yıkıma uğrayan pestisit olduğu grlmştir. 48 saat sonunda ise cypermethrin konsantrasyonunun incelenen suşlar içerisindeki ortalaması 3,74 mg/kg olarak belirlenmiştir ve 48 saat sonunda en düşük konsantrasyon değerine sahip pestisit olmuştur (izelge 3.5).

**Çizelge 3.5 :** Laktik asit bakterisi, pestisit etken maddesi ve uygulama zamanına bağlı olarak pestisit konsantrasyonları (mg/kg).

Uygulama Zamanı (saat)	Bakteri	Pestisit etken maddeleri						Zaman ortalama
		Malathion	Endosulfan sülfat	Alfa Endosülfan	Beta Endosülfan	Cypermethrin	İmidacloprid	
0	Kontrol	9,81±0,9 EF	10,07±0,09 EFGHIJK	10,00±0,09 EFGHIJ	9,84±0,19 EFG	10,10±0,17 FGHIJKL	10,140,15 GHIJKL	10,10±0,3c
	<i>L. fermentum</i>	10,12±0,03 FGHIJKL	10,17±0,02 HIJKL	10,13±0,05 GHIJKL	10,06± EFGHIJK	10,70±0,06 MN	10,71±0,09 N	
	<i>L. paracasei</i>	10,15± 0,08 GHIJKL	10,35±0,07 KL	10,19±0,06 IJKL	10,05±0,06 EFGHIJK	10,03±0,04 EFGHIJ	10,06±0,09 EFGHIJK	
	<i>L. rhamnosus</i>	10,19±0,13 IJKL	10,27±0,06 JKL	10,07±,07 EFGHIJK	10,19±0,07 IJKL	10,03±0,04 EFGHIJ	10,13±0,13 GHIJKL	
	<i>L. bulgaricus</i>	10,05±0,16 EFGHIJK	9,88±0,15 EFGHI	9,99±0,24 EFGHIJ	10,04±0,24 EFGHIJK	9,98±0,17 EFGHIJ	9,98±0,35 EFGHIJ	
	<i>Lc. lactis</i>	9,90±0,09 EFGHI	10,39±0,11 LM	10,24 ±0,11 JKL	9,86±0,11 EFGH	10,02±0,10 EFGHIJ	9,88±0,10 EFGHI	
24	Kontrol	9,77± 0,05 E	9,28±0,12 BCD	9,09±0,14 ABC	9,30±0,14 CD	9,11±0,20 ABC	9,78±0,16 E	7,53± 0,023 b
	<i>L. fermentum</i>	7,90±0,07 uvwx	5,17±0,10 ijk	6,96±0,07 o	5,13±0,05 ij	3,45±0,09 f	4,98±0,07 i	
	<i>L. paracasei</i>	7,98±0,10 wx	7,29±0,02 pqr	7,15±0,02 opq	7,02±0,02 op	8,12±0,05 x	7,08±0,04 opq	
	<i>L. rhamnosus</i>	7,66±0,19 stuv	7,64s±,17 tuv	7,59±0,18 rstu	7,60±0,19 rstu	8,12± 0,05x	7,08± 0,04 opq	
	<i>L. bulgaricus</i>	8,07±0,15 wx	7,77±0,15 tuv	6,40±0,10 n	6,38±0,10 mn	8,81±0,05 zA	8,47±0,12 y	
	<i>Lc. lactis</i>	5,48±0,07 k	7,93±0,13 vwx	7,79±0,13tuv	7,50±,13 rstu	8,67±0,11 yz	7,39±0,07 qrs	
48	Kontrol	9,78± 0,10 E	9,05±0,14 ABC	8,98±0,14 Z ab	9,19±0,14 BCD	9,17±0,13 BCD	9,44±0,11 D	4,84±0,43 a
	<i>L. fermentum</i>	1,23±0,09 bc	1,41±005 c	1,39±0,01 bc	1,08±0,03 b	0,75±0,04 a	2,36±0,05 d	
	<i>L. paracasei</i>	3,07±0,07 e	2,91±0,04 e	2,94±0,04 e	2,97±0,04 e	3,06±006 e	3,95±0,04g	
	<i>L. rhamnosus</i>	5,32±0,14 jk	5,25±0,04 ijk	5,22±0,08 ijk	5,27±0,14 ijk	3,98±0,11 g	4,11±0,16 g	
	<i>L. bulgaricus</i>	6,47±0,08 n	6,07±0,09 lm	4,53±0,12 h	4,44±0,12 h	3,52±0,08 f	3,51±0,07 f	
	<i>Lc. lactis</i>	4,58±0,07 h	5,29 ±i0,14 jk	5,43±0,14 jk	5,34±0,14 jk	7,39±0,19 qrs	5,94±0,09 l	
Pestisit Ortalama		7,64±0,64 c	7,57± 0,64 bc	7,45± 0,64 b	7,29±0,65 a	7,50± 0,73 b	7,5±0,65 b	

Aynı harfi veya harfleri içeren rakamlar arasında istatistiki olarak farklılık yoktur.

Çalışmada besiyeri içerisindeki pestisit konsantrasyonlarının yanında bakteri sayıları da incelenmiştir. Pestisit ölçümlerine benzer şekilde 0. 24. ve 48. saatlerde besiyeri içerisinde alınan örnekler klasik yöntem ile ekilerek bakteri sayıları belirlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde tüm suşların 48 saat sonunda canlılıklarını korudukları görülmüştür. *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* haricindeki tüm suşlarda 24 saat sonunda bakteri konsantrasyonlarında artış gözlenmiştir. Yine tüm suşlarda 24. Saat değerleri ile karşılaştırıldığında 48. Saatte bakteri sayısında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.6)

**Çizelge 3.6 : Kısa süreli çalışmada bakteri sayıları**

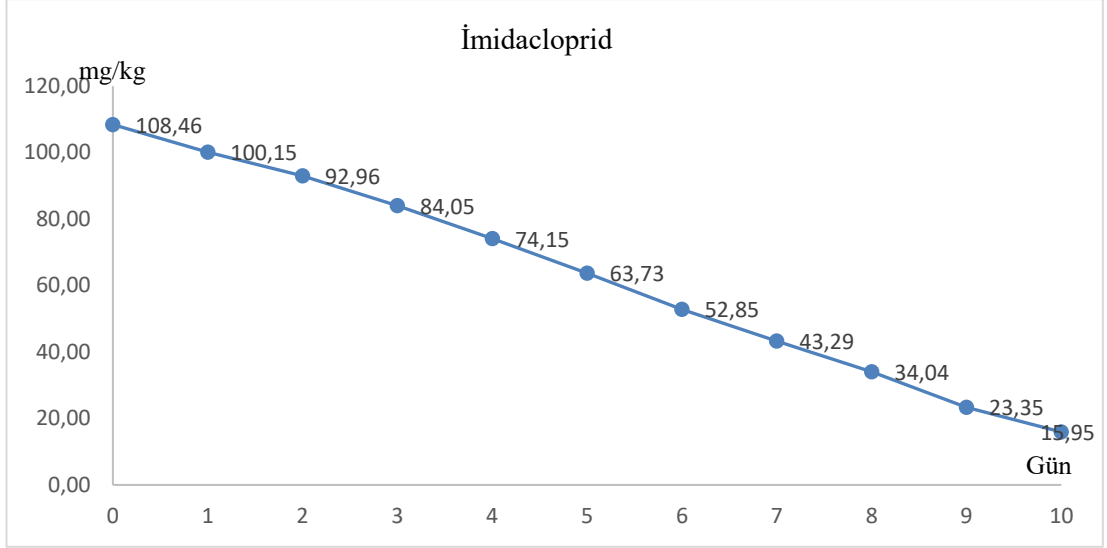
	0. Saat	24.Saat	48.Saat
<i>L. fermentum</i>	$6,5 \times 10^7$	$8 \times 10^8$	$9 \times 10^6$
<i>L. paracasei</i>	$3,5 \times 10^7$	$3 \times 10^9$	$4 \times 10^6$
<i>L.rhamnosus</i>	$3,5 \times 10^6$	$6 \times 10^7$	$5,6 \times 10^6$
<i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	$4,1 \times 10^7$	$1,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^5$
<i>Lc. lactis</i>	$7,5 \times 10^7$	$1,9 \times 10^8$	$6,3 \times 10^7$

## 3.2 Seçilen Suşların Pestisitlere Uzun Süreli Etkisi

### 3.2.1 *Limosilactobacillus fermentum*'un etkisi

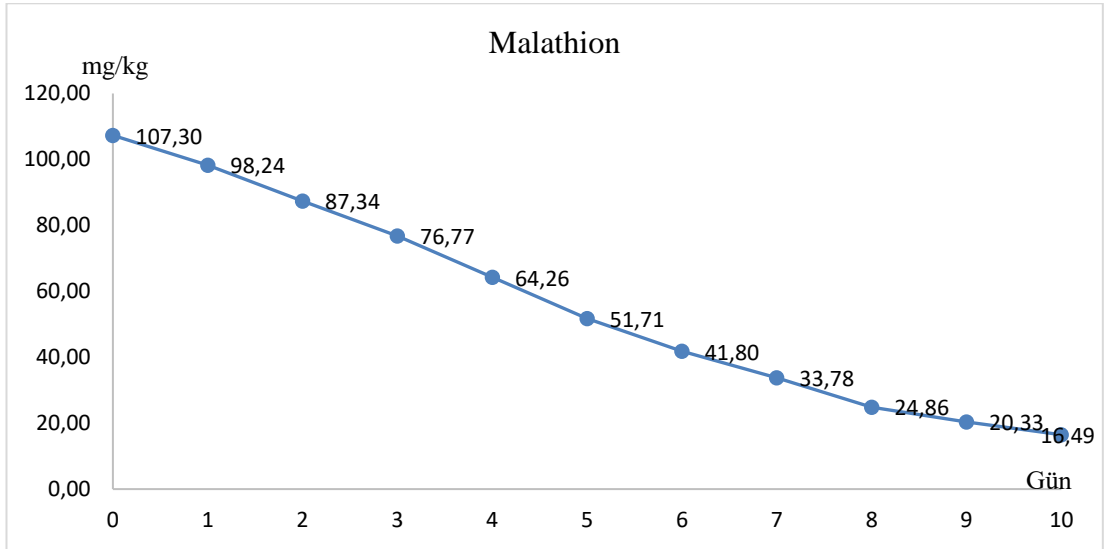
Kısa süreli (0., 24 ve 48 saat) çalışmalardan elde edilen sonuçlar ve istatistiki analizler göz önüne alındığında pestisitlerin yıkımında en etkili suşun *L. fermentum* olduğu görülmüştür. *L. fermentum*'un incelenen pestisitleri genel olarak azaltıcı etkide bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu veriler ışında uzun süreli çalışmada en etkili iki suş seçilmesi planlanmıştır. Böylece *L. fermentum* ilk suş olarak çalışılmıştır.

*L. fermentum* suşunun imidacloprid etken maddesine olan etkisi incelendiğinde 0. günde ölçülen değer 108.46 mg/kg iken, 5. günde 63,73 mg/kg, 10. günde 19,95 mg/kg olarak bulunmuştur. 10 günlük deney periyodu sonunda *L. fermentum* suşunun imidacloprid etken maddesini %80,05 oranında yıkıma uğrattığı tespit edilmiştir (Şekil 3.31)



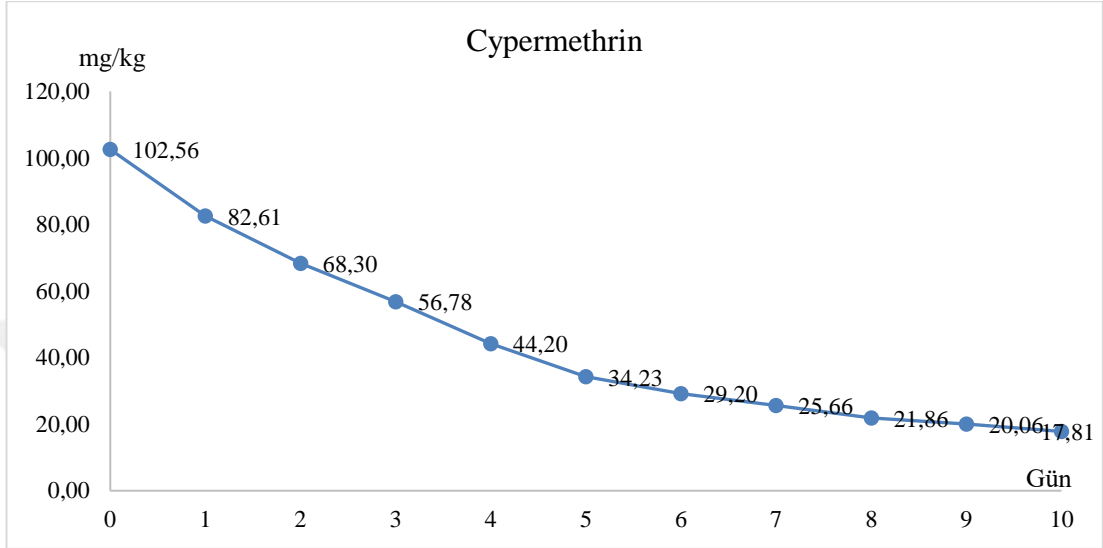
**Şekil 3.31 :** *L. fermentum*'un on gün boyunca imidacloprid etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

Malathion etken maddesinde ise 0.günde 107,30 mg/kg olarak ölçülen miktar, 5. günde 51,71 mg/kg, 10. gün sonunda ise 16,79 mg/kg olarak ölçülmüştür. 10 günlük deney periyodu sonunda *L. fermentum* suşunun malathion etken maddesini %83,21 oranında yıkıma uğrattığı tespit edilmiştir (Şekil 3.32).



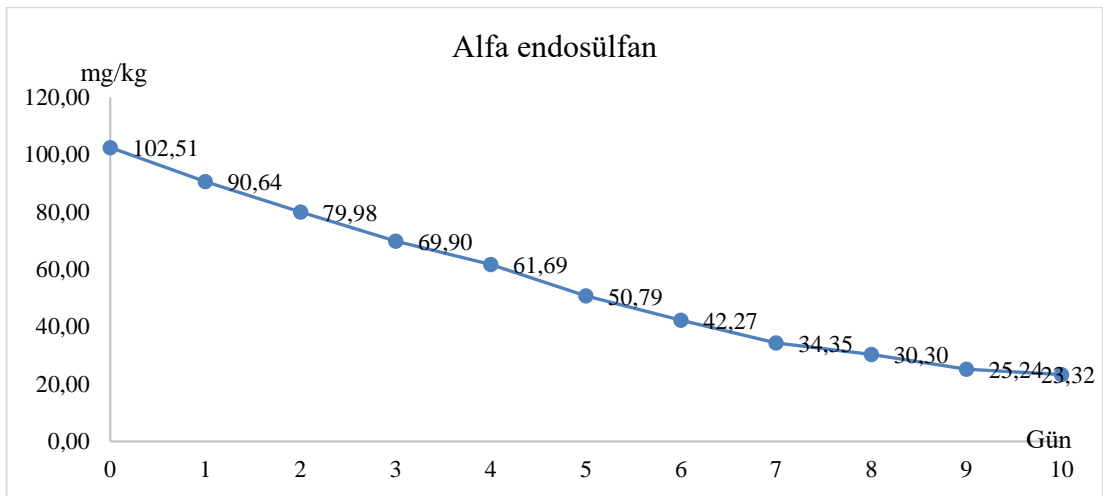
**Şekil 3.32 :** *L. fermentum* suşunun on gün boyunca malathion etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

*L. fermentum* suşu içeren besiyerinde cypermethrin etken maddesinin 10 günlük değişimi incelendiğinde çalışmanın başında 102,56 mg/kg olarak ölçülen cypermethrin, 5. gün sonunda 34,23 mg/kg olarak belirlenirken, bu değer 10. gün sonunda 17,81 mg/kg olarak ölçülmüştür. Yıkım % 82,63 olarak gerçekleşmiştir (şekil 3.33).



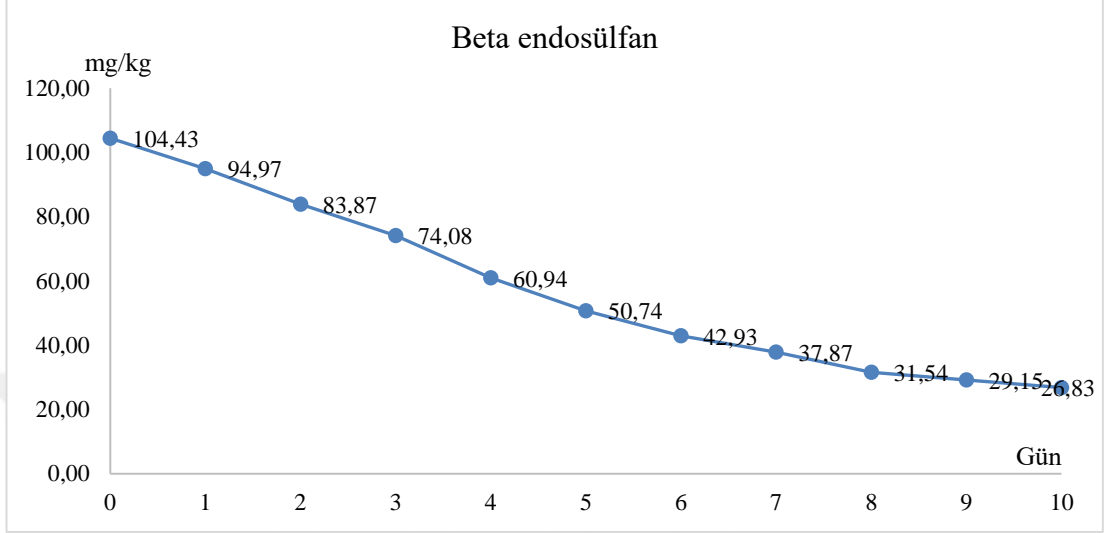
**Şekil 3.33 :** *L. fermentum*'un on gün boyunca cypermethrin etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

İlk gün olan 0. gün çalışmasında 102,51 mg/kg olan alfa endosülfan, 5. gün sonunda 50,79 mg/kg yıkılma değeri ölçülmüş, 10 gün sonunda ise 23,32 mg/kg olarak ölçülmüştür. (Şekil 3.34). Alfa endosülfan etken maddesinin yıkımı %77,25 olarak gerçekleşmiştir.



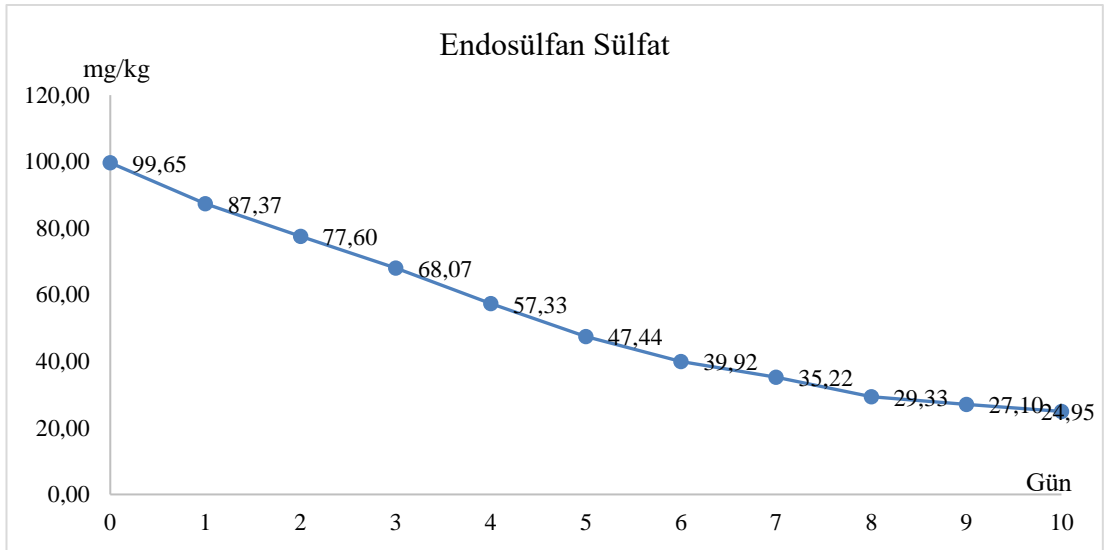
**Şekil 3.34 :** *L. fermentum*'un on gün boyunca alfa endosülfan etken maddesine olan etkisi (mg/kg)

İlk gün olan 0.gün de *L. fermentum*'un beta endosülfan üzerindeki yıkımı için 104,43 mg/kg olarak ilk ölçümü gerçekleşmiş, 5. günde 50,74 mg/kg olarak ölçülmüş, 10. gün sonunda 26,83 mg/kg olarak ölçülmüştür (Şekil 3.35). Beta endosülfan üzerinde yıkımı %74,3 olarak gerçekleşmiştir.



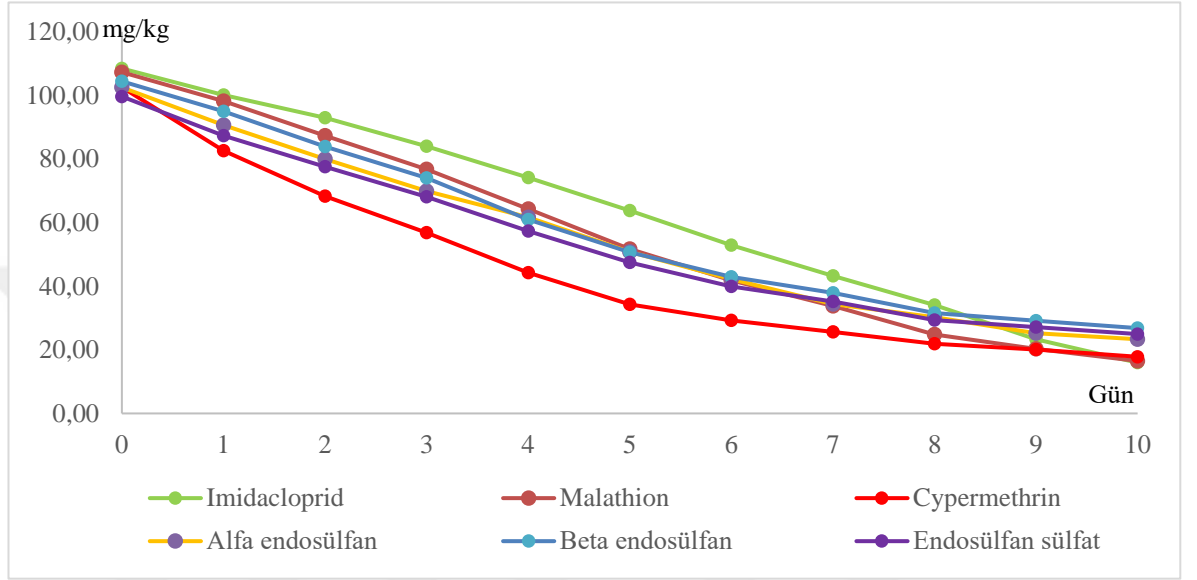
**Şekil 3.35 :** *L. fermentum*'un on gün boyunca beta endosülfan etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

Hazırlanan çalışmada 0. gün değeri 99,65 mg/kg olarak ölçülen endosülfan sülfat metaboliti, 5. gün sonunda 47,44 mg/kg olarak ölçülmüş, 10. gün sonunda 24,95 mg/kg olarak ölçülmüştür. *L.fermentumun* endosülfan sülfat üzerindeki yıkımı %75 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3.36).



**Şekil 3.36 :** *L. fermentum*'un on gün boyunca endosülfan sülfat metaboliti maddesine olan etkisi (mg/kg).

Toplu olarak *L. fermentum*'a karşı seçilmiş pestisitlerin toplu olarak yıkım süreçleri incelendiğinde en yüksek yıkım oranı %83,21 ile malathion etken maddesinde olur iken, bunu en yakın olarak cypermethrin izlemiştir. 10 günlük çalışmada en az yıkım %74.3 ile beta endosülfanda olmuştur. Bunu en az yıkım ile endosülfan sülfat izlemiştir (Şekil 3.37).

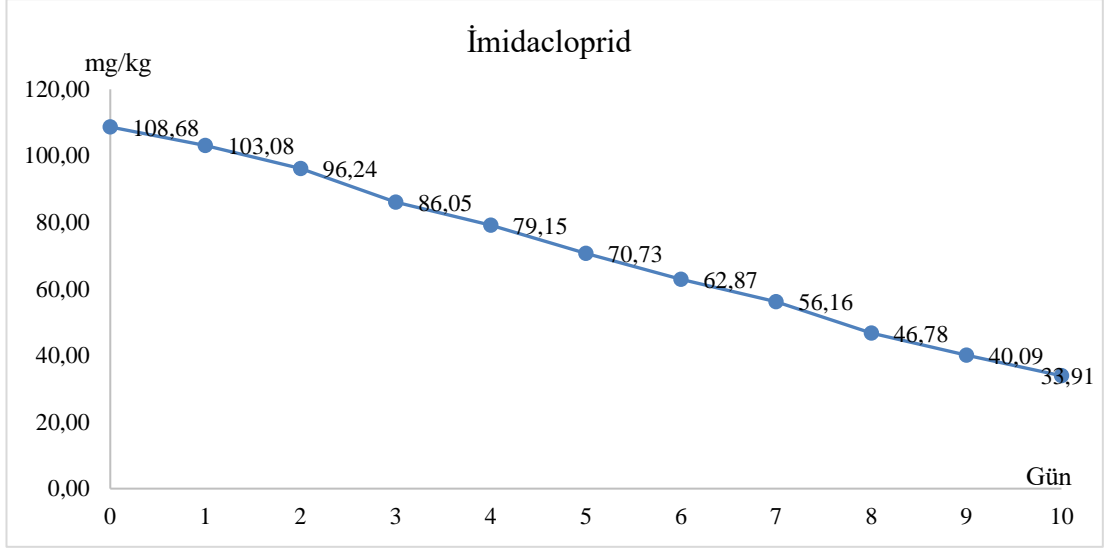


Şekil 3.37: *L. fermentum*'un on gün boyunca pestisit etken maddeleri üzerindeki toplu etkisi (mg/kg).

### 3.2.2 *Lacticaseibacillus paracasei*'nin etkisi

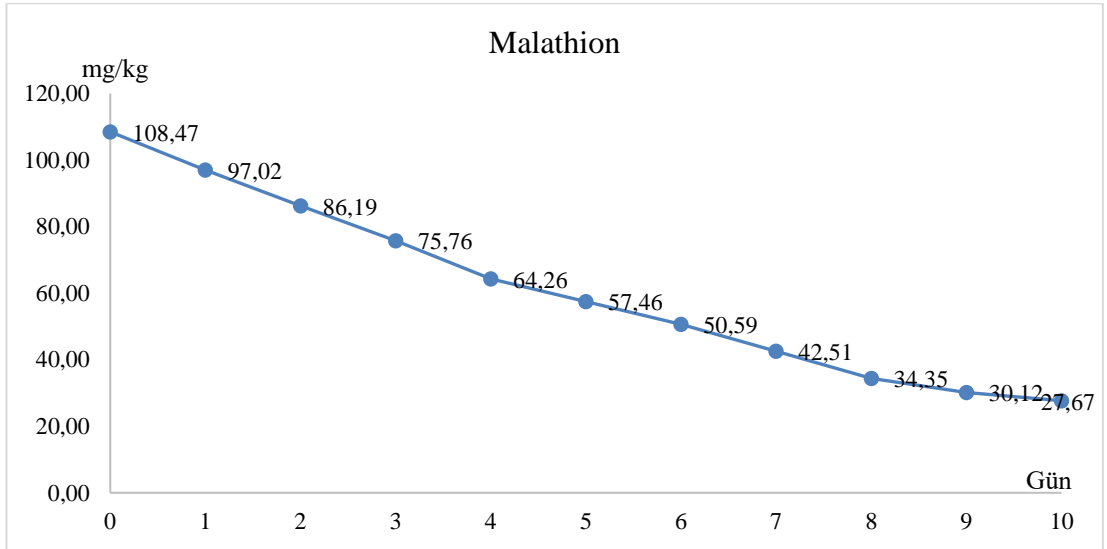
İlk aşama kısa süreli (0., 24 ve 48 saat) çalışmalardan elde edilen sonuçlar ve istatistiki analizler göz önüne alındığında pestisitlerin yıkımında en etkili suşun *L. fermentum* ve *L. paracasei* olduğu görülmüştür. *L. paracasei*'nin seçilen pestisitleri genel olarak en iyi ikinci azaltıcı etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu veriler ışığında uzun süreli çalışmada en etkili iki suş seçilmesi planlanmıştır. Böylece *L. paracasei* ikinci suş olarak belirlenmiş ve çalışma bu suş ile gerçekleştirilmiştir.

İlk gün çalışmasında 0. günde 108,68 mg/kg olarak ölçülen imidacloprid konsantrasyon değeri, 5. gün sonunda 70,73 mg/kg olarak ölçülmüş, 10. gün sonunda 39,91 mg/kg olarak ölçülmüştür (Şekil 3.38). 10 gün sonunda *L. paracasei*'nin imidacloprid etken maddesi üzerindeki yıkımı % 63,3 olarak gerçekleşmiştir.



**Şekil 3.38 :** *L. paracasei*'nin on gün boyunca imidacloprid etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

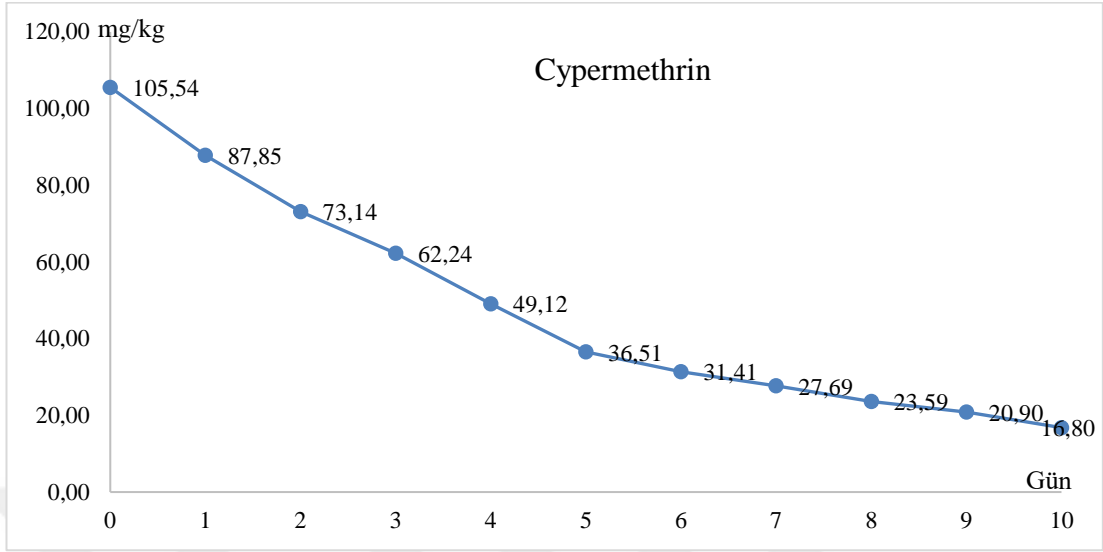
0. gün malathion etken maddesinin konsantrasyon değeri 108,47 mg/kg olarak ölçülmüştür. 5. gün konsantrasyonu 57.46 mg/kg olarak ölçülmüş, 10. gün değeri ise 27.67 mg/kg olarak ölçülmüştür (Şekil 3.39). *L. paracasei* nin malathion etken maddesi üzerindeki 10 günlük çalışma sonunda yıkım oranı %74.5 olarak gerçekleşmiştir.



**Şekil 3.39 :** *L. paracasei*'un on gün boyunca malathion etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

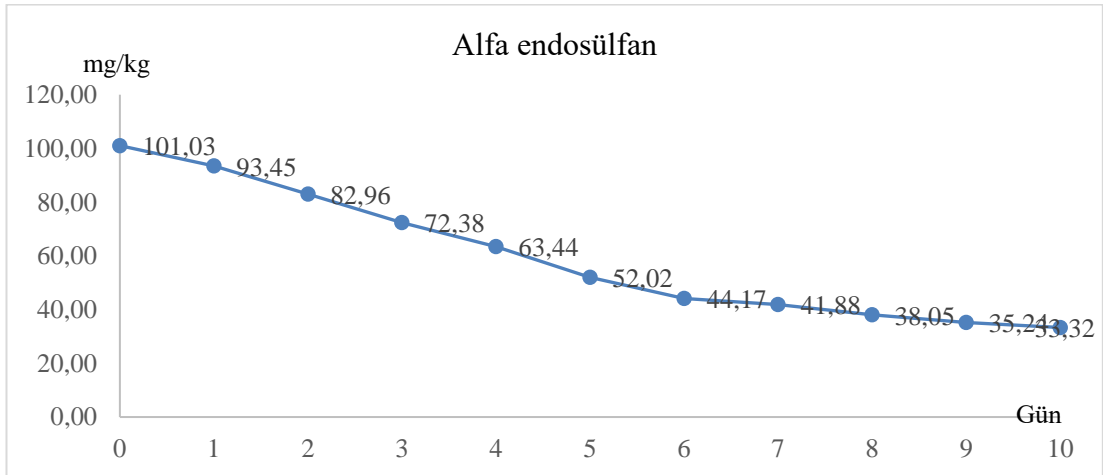
İlk gün değeri (0. gün) cypermethrin için 105,54 mg/kg olarak ölçülmüş, 5. gün değeri 36,51 mg/kg olarak ölçülmüş, 10. gün değeri 16,80 mg/kg olarak ölçülmüştür (Şekil 3.40).

*L.paracasei*'nin cypermethrin etken maddesi üzerindeki 10. gün sonundaki yıkım oranı %84 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek yıkım oranı olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 3.40 :** *L. paracasei*'un on gün boyunca cypermethrin etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

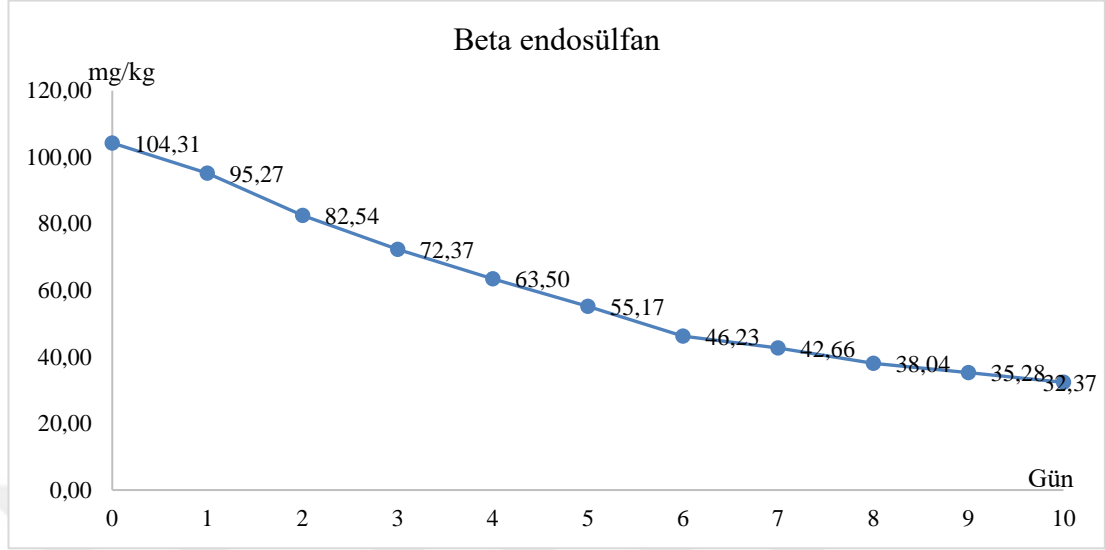
İlk gün konsantrasyon değeri 101,03 mg/kg olarak ölçülen alfa endosülfan , 5. gün için 52,02 mg/kg olarak ölçülmüştür. 10. gün için 33,32 mg/kg olarak ölçülmüştür (Şekil 3.41). 10. gün sonunda *L. paracaesi* nin alfa endosülfan üzerindeki yıkım oranı % 67 olarak gerçekleşmiştir.



**Şekil 3.41 :** *L. paracasei*'un on gün boyunca alfa endosülfan etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

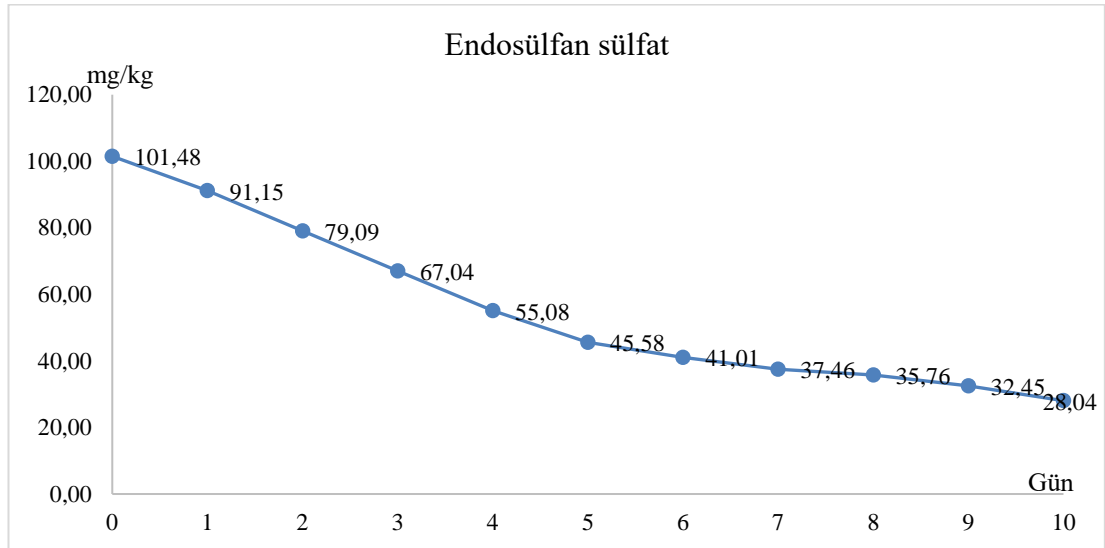
İlk gün yani 0. gün için 104,31 mg/kg olarak ölçülen beta endosülfan konsantrasyon değeri, 5. günde 55,17 mg/kg ye düşmüş, 10. günde 32,37 mg/kg olarak

ölçülmüştür (Şekil 3.42). On günlük çalışma sonunda *L. paracasei* ye karşı yıkım oranı % 68.9 olarak gerçekleşmiştir.



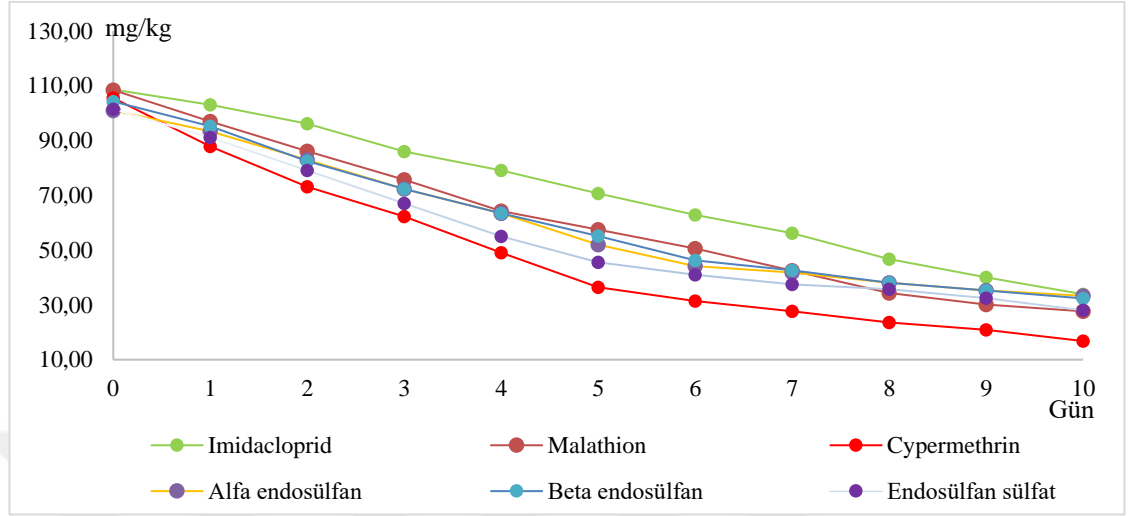
**Şekil 3.42 :** *L. paracasei*'un on gün boyunca beta endosülfan etken maddesine olan etkisi (mg/kg).

İlk gün (0. gün) için 101,48 mg/kg olarak ölçülen endosülfan sülfat metabolitinin konsantrasyon değeri, 5. gün için 45,58 mg/kg iken, 10. gün için 28,04 mg/kg olarak ölçülmüştür (Şekil 3.43). *L. paracasei* nin endosülfan sülfat metaboliti için yıkım oranı 10 gün sonunda %72,3 olarak gerçekleşmiştir.



**Şekil 3.43 :** *L. paracasei*'un on gün boyunca endosülfan sülfat metbolitine olan etkisi (mg/kg).

*Lacticaseibacillus paracasei*'nin 10 gün boyunca 6 pestisit üzerindeki yıkım etkisi incelendiğinde en yüksek yıkım oranı %84 ile cypermethrinde gerçekleşmiştir. En az yıkım ise % 63.3 ile imidacloprid etken maddesinde gözlemlenmiştir (Şekil 3.44).



Şekil 3.44 : *L. paracasei*'nin on gün boyunca pestisit etken maddeleri üzerindeki toplu etkisi (mg/kg).

### 3.2.3 Uzun süreli etki çalışmalarının istatistiksel analiz sonuçları

İkinci çalışma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisit), cypermethrin (sentetik pretroit) ve imidacloprid (neonikotinoit) etken maddelerinin seçilmiş *Lactobacillus* suşları (*L. fermentum*, *L. paracasei*) tarafından parçalanma durumları incelenmiştir. Laktik asit Bakterileri, Pestisit Etken Maddeleri, Uygulama Zamanı, Laktik Asit Bakterileri\*Pestisit Etken Maddeleri, Laktik Asit Bakterileri\*Uygulama Zamanı, Pestisit Etken Maddeleri\*Uygulama Zamanı verileri incelendiğinde bütün gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 3.7).

**Çizelge 3.7 :** Denemede incelenen laktik asit bakterileri, pestisit etken maddeleri ve uygulama zamanı ile bunlar arası etkileşimlere ait varyans analizi tablosu. (SD: Serbestlik Derecesi, Prob: İhtimal, F: F Değeri).

Kaynaklar	SD	Hata Ortalaması	Kareler F Oranı	Prob > F
Laktik Asit Bakterileri	1	4460,71(**)	1429,282	<,0001
Pestisit Etken Maddeleri	5	6033,34(**)	2381,762	0,0000
Uygulama Zamanı	10	72154,79(**)	23119,56	0,0000
Laktik Asit Bakterileri *Pestisit Etken Maddeleri	5	229,22(**)	73,4460	<,0001
Laktik Asit Bakterileri *Uygulama Zamanı	10	195,30(**)	62,5759	<,0001
Pestisit Etken Maddeleri*Uygulama Zamanı	50	215,20(**)	68,9541	<,0001
Laktik Asit Bakterileri *Pestisit Etken Maddeleri* Uygulama Zamanı	50	41,15(**)	13,1838	<,0001

\*\* : Gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak %1 olasılık düzeyinde önemlidir

### 3.2.3.1 Laktik asit bakterileri

Çizelge 3.8 incelendiğinde çalışmada kullanılan tüm laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanmasına etki ettiği görülmüştür. Tüm pestisitler ve tüm uygulama zamanları göz önüne alındığında *Lactobacillus fermentum* suşunu içeren besiyerinde parçalanma ortalama 55,48a ve *L. paracasei* içeren besiyerinde ortalama 59,59b olarak belirlenmiştir. (Çizelge 3.8).

**Çizelge 3.8 :** Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddelerinde oluşan parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 100 mg/kg)

	Malathion	Endosulfan sülfat	Alfa endosülfan	Beta endosülfan	Cypermethrin	İmidacloprid	Laktik Asit Bakterileri ortalaması
<i>L. paracasei</i>	61,31 ı	55,83d	59,81 g	60,70 h	48,62b	71,25 k	59,59 b
<i>L. fermentum</i>	56,62 e	54,00c	55,54d	57,94 f	45,75a	63,00 j	55,48 a
Pestisit etken maddeleri ortalaması	58,97 d	54,91 b	57,68 c	59,32d	47,19 a	67,12e	

Aynı harfi veya harfleri içeren rakamlar arasında istatistiki olarak farklılık yoktur.

### 3.2.3.2 Pestisit etken maddeleri

Pestisit etken maddeleri arasında en çok ortalama parçalanma değerine sahip pestisit cypermethrin (47,19 a) olmuştur (Çizelge 3.7). Laktik asit bakterileri ile uygulanan 100 mg/kg pestisit miktarının, tüm laktik asit bakteri suşları ve tüm zamanların

ortalaması dikkate alındığında cypermethrin'in 100 mg/kg'den 47,19 mg/kg'a kadar azaldığı görülmüştür. Bunu sırasıyla endosülfan sülfat (54,91b), alfa endosulfan (57,68c), beta endosülfan (59,32d), malathion (58,97d) izlemiştir. En az parçalanma imidacloprid etken maddesinde (67,12e) görülmüştür (Çizelge 3.8).

### 3.2.3.3 Laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisit), cypermethrin (sentetik pretroit) ve imidacloprid (neonikotinoit) etken maddelerinin seçilmiş laktik asit bakterileri tarafından parçalanma durumlarında en fazla ortalama yıkımın *L. fermentum* içeren besiyerine cypermethrin ilavesi ile elde edildiği görülmektedir. Başta 100 mg/kg olan değer tüm zamanlar ortalamasında 45,75a mg/kg olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.8). En az parçalanma ise *L. paracasei* uygulanan imidacloprid etken maddesinde 71,25 mg/kg olarak gerçekleşmiştir.

### 3.2.3.4 Uygulama zamanı

Çalışmada kullanılan tüm laktik asit bakterileri suşlarının eklendiği tüm etken maddelerin zamana bağlı olarak yıkımlarının arttığı tespit edilmiştir. Diğer bir dikkat çekici sonuç ise ortalama değerlere bakıldığında ilk gün 104.53 mg/kg olan değer 24.78a mg/kg'a düşmüştür. Bu durumun besiyerinde artan bakteri yükü nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir (Çizelge 3.9, Çizelge 3.10).

**Çizelge 3.9 :** Uygulama zamanı ile seçilen pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 100 mg/kg)

	Malathion	Endosulfan sülfat	Alfa Endosülfan	Beta Endosülfan	Cypermethrin	İmidacloprid	Uygulama zamanı ortalama
0	108,46 O	100,57 M	101,77 M	104,37 N	104,05 N	108,57 O	104,53 k
1	97,63 L	89,26 I	92,0 4 J	95,12 K	85,23 G	101,6 M	93,48 j
2	86,76 H	78,34 D	81,47E	83,21F	70,72 A	94,60 K	82,52 ı
3	76,26 C	67,56 z	71,14 A	73,22 B	59,51 w	85,05G	72,12 h
4	64,26 y	56,20 u	62,57 x	62,22 x	46,66 p	76,65C	61,43 g
5	54,58 t	46,51 p	51,41r	52,95s	35,37 jk	67,23 z	51,34 f
6	46,20 p	40,47 m	43,22 n	44,58 p	30,31g	57,86 v	43,77 e
7	38,14 l	36,34 jk	38,11 l	40,27 m	26,68e	49,73 q	38,21 d
8	29,60 g	32,54h	34,18ı	34,79ı	22,72c	40,41 m	32,37 c
9	25,23 d	29,78g	30,24g	32,21h	20,48b	31,72h	28,27 b
10	22,08 c	26,49e	28,32f	29,60 g	17,31a	24,93d	24,78 a
Ortalama	58,97 d	54,91 b	57,68 c	59,32 d	47,19 a	67,12 e	

### 3.2.3.5 Uygulama zamanı ile pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre farklı kimyasal grupların üyesi olan malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisit), cypermethrin (sentetik pretroit) ve imidacloprid (Neonikotinoit) etken maddelerinin seçilmiş laktik asit bakterileri (*L. fermentum*, , *L. paracasei*) tarafından parçalanma durumlarında en fazla yıkım 10 gün sonra cypermethrin etken maddesinde görülmektedir. Başta 100 mg/kg olan pestisit miktarı 10 gün sonunda parçalanarak 17,31a mg/kg'a düşmüştür (Çizelge 3.9).

### 3.2.3.6 Uygulama zamanı ve laktik asit bakterileri arasındaki etkileşim

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre laktik asit bakterilerinden *L. fermentum* suşu 10 gün sonunda bütün pestisit etken maddelerinde en fazla ortalama parçalanma değerine sahip olmuştur (56,54a). Uygulama değeri olan 100 mg/kg 10 gün sonra 20,89a mg/kg'a düşmüştür (Çizelge 3.10).

**Çizelge 3.10** : Uygulama zamanı ile laktik asit bakterileri ile pestisit etken maddelerindeki parçalanma değerleri mg/kg (Başlangıç değeri 100 mg/kg)

	<i>L. paracasei</i>	<i>L. fermentum</i>	Uygulama zamanı ortalama
<b>0</b>	104,92 t	104,15 s	104,53 k
<b>1</b>	94,64 r	92,33 q	93,48 j
<b>2</b>	83,36 p	81,68 o	82,52 ı
<b>3</b>	72,64 n	71,61 m	72,12 h
<b>4</b>	62,42 l	60,43 k	61,43 g
<b>5</b>	52,91 j	49,77 ı	51,34 f
<b>6</b>	46,05 h	41,50 g	43,77 e
<b>7</b>	41,39 g	32,35 e	38,21 d
<b>8</b>	36,09 f	28,65 c	32,37 c
<b>9</b>	32,35 d	24,21 b	28,27 b
<b>10</b>	28,68 c	20,89 a	24,79 a
Laktik Asit Bakteri Ortalama	59,59 b	56,54 a	

### 3.2.3.7 Uygulama zamanı, laktik asit bakterileri ve pestisit etken maddeleri arasındaki etkileşim

İkinci aşamada kullanılan suşların, pestisit etken maddelerinin zamana bağlı olarak parçalanmasına etkileri Çizelge 3.10'da gösterilmiştir. Çizelge de değerler ilgili ölçümlerin ortalaması  $\pm$  Standart sapma olarak verilmiştir. Çizelge 10 incelendiğinde laktik asit bakterisi içeren besiyerlerine eklenen tüm pestisitlerde zamanla değişen oranlarda bir azalma meydana geldiği görülmüştür. 10. gün sonunda 0. gün ile karşılaştırıldığında en yüksek yıkımın *L. fermentum* içeren besiyerine eklenen imidacloprid ( $15,95 \pm 1,15$ ) etken maddesinde olduğu görülmüştür.

Çalışmada kullanılan iki laktik asit bakteri suşlarına eklenen tüm etken maddelerin zamana bağlı olarak yıkımlarının arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda her iki suş ve tüm etken maddeler göz önünde bulundurularak hesaplanan ortalama değerlere bakıldığında ilk gün ortalama 104,63k mg/kg olan değer 10 gün sonunda 24,79a mg/kg'a düşmüştür (Çizelge 3.11).

Zamana bağlı olarak pestisit konsantrasyonlarındaki değişime etken maddeler bazında bakıldığında 10 gün sonunda tüm suşlardan elde edilen değerlerin ortalaması göz önüne alındığında Cypermethrin etken maddesinin ortalama konsantrasyonunun 47,19a mg/kg'a düştüğü ve bu açıdan 10 gün sonunda en fazla yıkıma uğrayan pestisit olduğu görülmüştür.

**Çizelge 3.11 : Uzun dönem çalışmalarında laktik asit bakterisi, pestisit etken maddesi ve uygulama zamanına bağlı olarak pestisit konsantrasyonları (mg/kg)**

Uygulama Zamanı (saat)	Bakteri	Pestisit etken maddeleri						zaman ortalama
		Malathion	Endosulfan sülfat	Alfa Endosülfan	Beta Endosülfan	Cypermethrin	İmidacloprid	
0	<i>L. fermentum</i>	107,30 ± 0,67 Q1	99,65 ± 0,46 JIK1	102,51 ± 0,64 M1N1 101,03 ± 0,54	104,43 ± 0,81 O1P1	102,56 ± 0,70 M1N1	108,46 ± 0,88 Q1	104,53 ± 0,91 k
	<i>L. paracasei</i>	108,47 ± 1,55 Q1	101,48 ± 0,98 LIM1N1	K1L1M1	104,31 ± 1,21 O1P1	105,54 ± 0,88 P1	108,68 ± 0,86 Q1	
1	<i>L. fermentum</i>	98,24 ± 0,62 J1J1	87,37 ± 0,56 B1C1	90,64 ± 0,28 D1	94,97 ± 0,61 F1G1	82,61 ± 0,66 A1	100,15 ± 1,17 K1L1	93,48 ± 1,69 j
	<i>L. paracasei</i>	97,02 ± 0,81 H1H1	91,15 ± 0,56 D1	93,45 ± 0,29 E1F1	95,27 ± 0,87 G1	87,85 ± 0,72 C1	103,08 ± 0,87 N1O1	
2	<i>L. fermentum</i>	87,34 ± 0,55 B1C1	77,60 ± 0,50 XY	79,98 ± 0,56 Z	83,87 ± 0,57 A1	68,30 ± 0,50 PQ	92,96 ± 0,71 E1	82,52 ± 2,25 i
	<i>L. paracasei</i>	86,19 ± 0,76 B1C1	79,09 ± 0,36 YZ	82,96 ± 0,51 A1	82,54 ± 0,43 A1	73,14 ± 0,55 TU	96,24 ± 0,97 G1H1	
3	<i>L. fermentum</i>	76,77 ± 0,48 WX	68,07 ± 0,68 P	69,90 ± 0,47 QR	74,08 ± 0,74 TUV	56,78 ± 0,36 JK	84,05 ± 0,88 A1	72,12 ± 2,39 h
	<i>L. paracasei</i>	75,76 ± 0,81 UW	67,04 ± 0,41 P	72,38 ± 0,39 ST	72,37 ± 0,38 ST	62,24 ± 0,52 LMN	86,05 ± 0,72 B1	
4	<i>L. fermentum</i>	64,26 ± 0,45 O	57,33 ± 0,40 K	61,69 ± 0,62 LM	60,94 ± 0,44 L	44,20 ± 0,45 BC	74,15 ± 0,85 UV	62,43 ± 2,76 g
	<i>L. paracasei</i>	64,26 ± 0,45 O	55,08 ± 0,25 L	63,44 ± 0,51 NO	63,50 ± 0,40 NO	49,12 ± 0,50 FG	79,15 ± 0,61 YZ	
5	<i>L. fermentum</i>	51,71 ± 0,39 HI	47,44 ± 0,61 EF	50,79 ± 0,37 GH	50,74 ± 0,64 GH	34,23 ± 0,50 rst	63,73 ± 0,60 NO	51,34 ± 2,94 f
	<i>L. paracasei</i>	57,46 ± 0,68 K	45,58 ± 0,49 CD	52,02 ± 0,54 HI	55,17 ± 1,19 J	36,51 ± 0,35 uvw	70,73 ± 0,44 RS	
6	<i>L. fermentum</i>	41,80 ± 0,62 yzA	39,92 ± 0,99 x	42,27 ± 0,54 zA	42,93 ± 1,07 AB	29,20 ± 0,25 mn	52,85 ± 0,95 l	43,77 ± 2,60 e
	<i>L. paracasei</i>	50,59 ± 0,36 GH	41,01 ± 0,20 xyz	44,17 ± 0,57 BG	46,23 ± 0,56 DE	31,41 ± 0,27 op	62,87 ± 0,60 NO	
7	<i>L. fermentum</i>	33,78 ± 0,88 qrs	35,22 ± 0,66 stu	34,35 ± 0,85 rst	37,87 ± 0,71 w	25,66 ± 0,27 ijk	43,29 ± 1,09 AB	38,21 ± 2,32 d
	<i>L. paracasei</i>	42,51 ± 0,62 zAB	37,46 ± 0,29 vw	41,88 ± 0,45 zA	42,66 ± 0,51 zAB	27,69 ± 0,33 ij	56,16 ± 0,83 JK	
8	<i>L. fermentum</i>	24,86 ± 1,00 ghi	29,33 ± 0,23 mn	30,30 ± 0,57 no	31,54 ± 0,24 op	21,86 ± 0,37 ef	34,04 ± 1,19 qrst	32,37 ± 2,04 c
	<i>L. paracasei</i>	34,35 ± 0,41 rst	35,76 ± 0,43 tuv	38,05 ± 0,24 w	38,04 ± 0,39 w	23,59 ± 0,39 fgh	46,78 ± 0,82 DE	
9	<i>L. fermentum</i>	20,33 ± 0,45 def	27,10 ± 0,23 kl	25,24 ± 0,20 hij	29,15 ± 0,25 mn	20,06 ± 0,42 d	23,35 ± 1,14 fg	28,28 ± 1,90 b
	<i>L. paracasei</i>	30,12 ± 0,07 no	32,45 ± 0,32 pq	35,24 ± 0,20 stu	35,28 ± 0,25 stu	20,90 ± 0,46 def	40,09 ± 0,34 xy	
10	<i>L. fermentum</i>	16,49 ± 0,39 ab	24,95 ± 0,28 ghi	23,32 ± 0,20 fg	26,83 ± 0,30 jkl	17,81 ± 0,28 c	15,95 ± 1,15 a	24,79 ± 1,94 a
	<i>L. paracasei</i>	27,67 ± 0,46 lm	28,04 ± 0,33 lm	33,32 ± 0,20 qr	32,37 ± 0,30 pq	16,80 ± 0,29 ab	33,9 ± 0,40 qrs	
Pestisit Ortalama		58,97 ± 6,27 d	54,9 ± 5,33 b	57,68 ± 5,42 c	59,32 ± 5,49 d	47,19 ± 6,06 a	67,12 ± 6,06 e	

Aynı harfi veya harfleri içeren rakamlar arasında istatistiki olarak farklılık yoktur.

Azizi ve Homayouni (2009); *Lactobacilli*, *Streptococci*, *Leuconostoc* ve *Pediococci* bakterilerinin diazinon ve malathion pestisitlerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma başlangıç konsantrasyonu diazinon için 0,6 mg/kg, malathion için ise 3,5 mg/kg olarak seçilmiştir. Bakteri karışımı 48 saat fermentasyona bırakılmış ve bu süre sonunda malathion konsantrasyonu ciddi bir düşüşle 0,5 mg/kg'a inerken, diazinon konsantrasyonu da az bir miktar düşerek 0,5 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışmada malathion değerleri incelendiğinde benzer şekilde başlangıçta 10 mg/kg olan malathion seviyesinin 48 saat sonunda bütün suşlar ortalamasında 4,14 mg/kg olduğu bulunmuştur. Tespit edilen oranlar arasındaki farklılığın farklı türlerin malathion yıkımına farklı etkilerde bulunmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan çalışmamızda malathionun farklı suşlarda parçalanma oranlarının istatistiki olarak anlamlı şekilde farklı bulunması bu düşünceyi destekler niteliktedir. Diğer bir çalışmada Uzak Doğu'ya özgü geleneksel gıda olan kimchinin fermantasyonu sırasında organik fosforlu pestisitlerin degradasyonu incelenmiş, 30 mg/L chlorpyrifos ilave edilen kimchinin fermantasyonu sırasında 3. günde kalıntı oranının %83,3 azaldığı, 9. günün sonunda ise chlorpyrifos'un tamamen degrade olduğu bulunmuştur (Cho ve diğ, 2009). Benzer bir şekilde Harishankar ve diğ. (2013) ve Trinder ve diğ. (2016) çalışmaları da laktik asit bakterilerinin organofosforlu pestisitlerin yıkımını hızlandırdığına dair kanıtlar içermektedir. Malathion ile birlikte organofosforlu pestisitler grubunun bir üyesi olan chlorpyrifos'ta ve diğer organofosfor grubu pestisitlerinde benzer bir düşüşün yaşanması özellikle laktik asit bakterileri ile gerçekleşen fermentasyon sürecinin organofosforlu pestisitlerin yıkımını artırıcı bir etki oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Zhao ve Wang (2011) yılında dimethoate, fenthion, malathion, methyl parathion, monocrotophos, phorate ve trichlorphon'un *L. bulgaricus*, *L. paracasei* ve *L. plantarum* suşları karşısındaki parçalanma kinetiklerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda seçilen *Lactobacillus* suşlarının tüm pestisitlerde parçalanmayı hızlandırdığı görülmüştür. Dimethoate ve metil parathion stabilitesini en fazla koruyan pestisitler olurken *L. bulgaricus* ve *L. plantarum* en hızlı parçalanmaya neden olan suşlar olarak tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise yedi farklı organik fosforlu pestisit (dimethoate, fenthion, methyl-parathion, monocrotophos, phorate, malathion ve trichlorphon) yoğurt üretimi sırasındaki değişimleri hesaplanmıştır. Pestisit eklene sütün iki farklı ticari suş kullanılarak yoğurt elde edilmiş ve pestisitlerdeki değişim

incelenmiştir. Sonuç olarak proses boyunca malathion hariç diğer pestisitlerin bozulmasının uygulanan starter kültüre göre değişen oranlarda arttığı gözlenmiştir (Bo ve diğ, 2011). Bu araştırmalar ile benzer şekilde yaptığımız çalışmada seçilen laktik asit bakterisi suşuna ve uygulanan pestisitlere bağlı olarak pestisitlerin parçalanma oranının değişiklik gösterdiği görülmüştür. Bu durum mikroorganizmalar tarafından pestisitlerin yıkımında oksitleme, dehidrojenizasyon, indirgeme, hidroliz ve sentezi içeren enzimatik tepkimeler (Ye ve diğ, 2018) gibi farklı yolların olması ve bakterilerin pestisitleri karbon ve fosfor kaynağı olarak farklı kimyasal ihtiyaçları için kullanabilmeleri (Cho ve diğ, 2009) ile açıklanabilmektedir.

Yapılan bir diğer çalışmada mısır silajına ilave edilen *L. plantarum* suşlarının (*L. plantarum* 1.0315, *L. plantarum* 1.0624 ve *L. plantarum* 1.0622) organofosfor pestisitlerin parçalanmasına olan etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda bakteri ilavesinin pestisitlerin parçalanma oranını arttırdığı özellikle karışım şeklinde suş uygulamasının bu oranı daha da yukarıya çektiği gözlenmiştir (Zhang ve diğ, 2016). Diğer bir çalışmada ise Li ve diğ, 2018 yılında 121 *L. plantarum* suşunun organofosforlu pestisit yıkım aktivitesi için geniş çaplı bir çalışma gerçekleştirmişler ve gıda matrislerinde probiyotik bazlı pestisit bozulumunda stratejiler geliştirmek için, hedef pestisitlere etkili olan gıda kaynaklı suşları taramanın önemini vurgulamışlardır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile malathion (organofosforlu pestisit), endosulfan (organoklorlu pestisitler), cypermethrin (sentetik pretroit) ve imidacloprid (neonikotinoit) etken maddelerinin seçilmiş laktik asit bakterileri (*Lactobacillus fermentum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. bulgaricus* ve *L. lactis*) tarafından parçalanma durumları incelenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanma süreçlerini hızlandırdığını ortaya koymaktadır.

#### **3.2.4 Uzun süreli etki çalışmalarında toplam bakteri sayıları**

Uzun süreli ikinci aşama çalışmalarında tüm denemelerde suşlar on gün boyunca canlılıklarını korumuşlardır. Tüm suşlarda 1. günden itibaren bakteri sayılarında düşüş gözlenmiş olmasına rağmen 10. gün sonunda besiyerlerinde  $10^5$  seviyesinde bakteri sayımı yapılmıştır. 10 gün boyunca yapılan sayımlarda en yüksek bakteri sayısı  $1,1 \times 10^8$  olarak belirlenirken en düşük bakteri sayısı  $1,1 \times 10^5$  olmuştur (Çizelge 3.12)

**Çizelge 3.12 :** İkinci aşama çalışmalarında 10 gün boyunca bakteri sayıları

	1.Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün	8. Gün	9. Gün	10.Gün	
<i>L. paracasei</i>	Imidacloprid	$6,0 \times 10^7$	$2,2 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$1,4 \times 10^6$	$9,5 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$4,5 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$
	Endosülfan	$4,0 \times 10^7$	$3,3 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$9,0 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$8,2 \times 10^5$	$5,5 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$
	Malathion	$8,0 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$	$2,5 \times 10^7$	$1,0 \times 10^7$	$1,8 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$8,6 \times 10^5$	$7,5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$
	Cypermethrin	$1,1 \times 10^8$	$4,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$7,5 \times 10^5$	$6,5 \times 10^5$	$4,6 \times 10^5$	$3,8 \times 10^5$
	Imidacloprid	$5,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$1,5 \times 10^7$	$9,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$8,9 \times 10^5$	$7,3 \times 10^5$	$4,8 \times 10^5$	$4,2 \times 10^5$	$3,9 \times 10^5$
<i>L. fermentum</i>	Endosülfan	$4,1 \times 10^7$	$3,5 \times 10^7$	$2,8 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$8,9 \times 10^5$	$6,7 \times 10^5$	$3,7 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$
	Malathion	$8,9 \times 10^7$	$4,9 \times 10^7$	$3,1 \times 10^7$	$1,9 \times 10^7$	$2,6 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	$9,7 \times 10^5$	$6,9 \times 10^5$	$2,3 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$
	Cypermethrin	$7,1 \times 10^7$	$5,1 \times 10^7$	$4,3 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$1,8 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$8,9 \times 10^5$	$6,7 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$

Uzun süreli çalışmada bakteri sayılarındaki azalma oranlarına bakıldığında *L. paracasei* nin cypermethrin ile matriksinde anlamlı azalma olduğu görülmektedir. Bunu malathion takip etmiştir. En az oran imidacloprid ile oluşturulan matrikste elde edilmiştir. *L. fermentum* bakterisi malathion varlığında en düşük bakteri sayısına ulaşmış fakat imidacloprid ile olan etkileşiminde durum tam tersidir. Dramatik azalmalar 5. günden sonra hızlanmıştır. Yapılan tüm çalışmalarda LAK bakterilerinin sülfür, azot ve fosfor elementlerini besin kaynağı olarak kullanmakla beraber in vivo çalışmalarda fosfataz enziminin organofosforlu pestisitleri degrade ettiği; LAK bakterilerinin yüksek antioksidant kabiliyeti ile pestisitlerin oksidatif hasarlarına karşı yüksek direnç gösterdikleri belirlenmiştir (Zhang ve diğ, 2016).

Tez çalışmamızda kullandığımız organoklorlu pestisitlerin ester yapısından dolayı hidroliz edilme potansiyelleri yüksektir. Diğer taraftan organik fosforlu pestisitlerin topraktaki biyodegradasyonunda temel ilkeler, hidroliz, oksidasyon, alkilasyon ve dealkilasyondur. Biyodegradasyon işlemi alkil ve aril bağlarının hidrolizasyonu temel basamağı oluşturur. Bu reaksiyonu organofosfat hidrolaz enzimi katalizlemektedir (Sarlak ve diğ, 2021).

LAK bakterileri probiyotik potansiyellerinden dolayı pestisitlerin oksidatif stresini azaltmaktadırlar. LAK bakterilerinin antioksidan kapasitesi pestisitlerden kaynaklanan oksidatif hasarların azaltılmasında çok önemli bir karakteristik olduğu literatür çalışmalarında verilmiştir. Örneğin hidroksil radikal de bir çeşit aktif oksijendir. Yüksek oksidasyon özelliğine sahiptir. Hücrelerin geçirgenliğine zarar vermektedir ve DNA'ya oksidatif zarar vermektedir. Bu yüzden LAK bakterilerinin

hidroksil radikalleri yok etme kabiliyetleri, LAK bakterilerinin antioksidan kapasitelerini belirlemede önemli göstergedir (Yuan ve diğ, 2021).

Çalışmamızda kullandığımız cypermethrinin degradasyonu pestisit içinde bulundurduğu karbonun mikroorganizmalar tarafından besin kaynağı olarak kullanması ile olmaktadır. Böylece kendi ester ve benzen halkalarına parçalanır. Parçalama enzimlerinden biri lakkaz enzimidir. Ayrıca pretroit hidrolaz enzimi de görev almaktadır. Ayrıca 3-fenoksifenil asetonitril, n-(2-isopoksi-fenil)-4-fenoksi benzamid pretroitlerin metabolitidir (Parte ve diğ, 2017). Bir diğler çalışılan pestisit olan imidacloprid yapısında azot bulundurmasından dolayı, LAK bakterilerince besin kaynağı olarak kullanıldığı ve parçalandığı düşünölmektedir (Anhalt ve diğ, 2015).

Tez çalışmamızda kullanılan organoklorlu bir pestisit olan endosölfan “klor içeren sikledien” yapıda bir pestitittir. Bakteriler, biyodegradasyonda endosölfanı oksitleyerek endosölfan sülfat ve endosölfan diole parçalarlar. Endosölfanın endosölfan eter ve endosölfan hidroksieter metabolitlerine parçalanmasının mono-oksijenaz enzimi ile olduğı düşünölmektedir (Patočka ve diğ, 2016).

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya çapında artan nüfus ile birlikte gıda ihtiyacı da artmaktadır. Artan bu ihtiyacı karşılamak için tarımsal üretim alanlarını artırmak ilk akla gelen faaliyet olsa da şehirleşme, kirlilik, yeterli sulama suyuna ulaşamama ve hatalı sulamaya bağlı olarak toprakta tuz birikimi gibi nedenlerden dolayı verimli tarım alanları giderek azalmaktadır. Bu nedenlerden dolayı birim alandan en yüksek verim ile ürün alınması zorunlu hale gelmiştir. Tarım alanlarında verimi etkileyen başlıca etmenlerden biri de tarım ürünlerinde kalite ve verim kaybına neden olan fungal, bitkisel ve hayvansal zararlılardır. Tarımda zararlılar ile mücadelede kullanılabilen çeşitli yöntemler olmasına rağmen düşük maliyeti, kolay erişebilirliği, hızlı sonuç vermesi geniş alanlarda yüksek etkinliğe sahip olması, uygulama kolaylığı ve güçlü etkiye sahip olması gibi avantajlarından dolayı dünya çapında en yaygın kullanılan yöntem pestisitlerdir. Kullanım dozuna, hedef organizmaya, kullanılan ürüne ve kullanım ile hasat zamanı arasındaki süreye dikkat edilmediğinde pestisitler gıdalar üzerinde yasal sınırların üzerinde kalıntılar oluşturabilmektedir. Gıdalarda bulunan pestisit kalıntılarının vücuda alınması metabolizmada birçok etkiye sebep olup insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere neden olabilmektedir. Gıdalarda bulunan pestisit kalıntılarının uzaklaştırılmasına yönelik literatürde farklı yöntemler bulunmaktadır. Gerçekleştirilen bu tez çalışması ile laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanması (biyodegradasyonu) üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Süt Ürünleri Gen Bankası bünyesinde yer alan laktik asit bakterilerinden *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *L. lactis* suşlarının malathion, endosulfan, cypermethrin ve imidacloprid pestisitlerinin parçalanmalarına olan kısa ve uzun süreli etkileri incelenmiştir.

- Tez çalışmasının ilk aşamasını oluşturan kısa süreli çalışmalarda seçilen tüm suşların ayrı ayrı tüm pestisitlerin yıkımı üzerinde arttırıcı etkisinin bulunduğu görülmüştür. Bu etkiler istatistiki olarak değerlendirildiğinde *L. fermentum* ve *L. paracasei* suşlarının tez çalışmasında kullanılan suşlar arasında pestisit yıkımı açısından en etkin suşlar olduğu belirlenmiştir.

- *L. fermentum* ve *L. paracasei* suşları kullanılarak gerçekleştirilen uzun süreli çalışmalarda ise her iki suşun da 10 gün boyunca pestisit yıkımına devam ettiği ve *L. fermentum* suşunun *L. paracasei* suşuna oranla pestisit parçalanmasında daha etkili olduğu görülmüştür.
- Hem kısa dönem hem de uzun dönem çalışmalarında çalışma süresi boyunca bakteriler canlılıklarını korumuşlardır. 100 mg/kg gibi yüksek bir konsantrasyonda bakterilerin canlılıklarını koruması seçilen suşların pestisitlere olan direncini göstermesi açısından önemlidir. Elde edilen sonuçlar gözönüne alındığında LAB evsel, sanayi ve çevresel düzeyde pestisitlerin uzaklaştırılması için kullanım potansiyellerinin olduğu düşünülmektedir.
- Tez çalışmasında pestisitlerin parçalanmasında etkinliği belirlenen suşlar ile özellikle evsel kullanımda pestisitlerin uzaklaştırılması için kullanılabilir ürünlerin (yıkama çözeltileri, gıda yüzeyine uygulanabilecek sprayler vb.) geliştirilme potansiyeli bulunmaktadır.
- Diğer bir açıdan bakıldığında ise çalışmada pestisitlerin parçalanmasında etkinliği belirlenen suşların, yasal limitlerin üzerinde pestisit kalıntısı içeren sebzelere yapılacak fermente ürünlerin üretiminde kullanılarak son üründe pestisit kalıntılarının azaltılmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.
- Pestisitlerin parçalanmasında daha etkin olan suşların pestisitlerin parçalanmasında kullandıkları metabolik yolların aydınlatılması ve bu süreçlerde yol alan gen bölgelerinin, enzimlerin ve diğer faktörlerin belirlenmesi için bu suşlarla yapılacak çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.
- Yapılan tez çalışması sonucunda suşların pestisitleri parçalanma özellikleri belirlenmiş ve bu bilgiler aynı zamanda Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Süt Ürünleri Gen Bankası bünyesinde bulunan envantere işlenerek ilgili suşların starter kültür özellikleri dışında bilgilerin de yer alması sağlanmıştır.

Gerçekleştirilen tez çalışması sırasında kazanılan tecrübe ve çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde laktik asit bakterilerinin pestisitlerin parçalanması üzerine sahip olduğu etkinin bu suşlar kullanılarak üretilecek inovatif ürünler ile hem evsel hem de sanayi için kullanım potansiyellerinin yüksek olacağı ve bu ürünlerin geliştirilmesi için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abou-Arab., A.A.K.** (2002) Degradation of organochlorine pesticides by meat starter in liquid media and fermented sausage. *Food and Chemical Toxicology*, 40: 33-41.
- Acoğlu B., Ömeroğlu Y.P., Çopur Ö.U.** (2018). Gıda işleme süreçlerinin Pestisit kalıntıları üzerine etkisi ve işleme faktörleri. *Gıda ve Yem bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 19:42-54
- Akbar S., Sultan S., Kertesz M.** (2014). Determination of Cypermethrin Degradation Potential of Soil Bacteria Along with Plant Growth-Promoting Characteristics. *Curr Microbiol*, DOI 10.1007/s00284-014-0684-7
- Akbulut C., Yön N.D.** (2020). Histopathological Evaluation of Zebrafish (*Danio rerio*) Intestinal Tissue After Imidacloprid Exposure. *Acta Aquatica Turcica*. 16(3), 360-365
- Akdoğan A., Divrikli Ü., Elçi L.** (2012). Pestisitlerin Önemi ve Ekosisteme Etkileri. *Akademik Gıda* 10 (1), 125-132
- Akelma H., Kılıç E.T., Salik F., Bıçak E.A., Yektaş A.** (2018). Pyrethroid Intoxication: A Rare Case Report and Literature Review. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 22:442-4.
- Alan Y.** (2014). *Doğal Lactobacillus Plantarum izolatlarının Gıda Güvenliği ve Aromatik Özelliklerinin Araştırılması*. (Doktora Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Altıkat A., Turan T., Torun F.E.** (2019). Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak.Derg.* 40 (2), 87-92.
- Angelis M. D., & Gobbetti M.** (2011). *Lactobacillus spp.*: General Characteristics. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Volume 3, pp 1479–1484
- Anhalt J. C., Moorman T. B. & Koskinen W. C.** (2015). Biodegradation of imidacloprid by an isolated soil microorganism. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*
- Anonim** (2018). Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid considering the uses as seed treatments and granules. *EFSA Journal*.16(2):5178
- Anonim** (2021). <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Gida-Ve-Yem-Hizmetleri/Gida-Hizmetleri/Kodeks>
- Ardal E.** (2014). Phycoremediation of pesticides using microalgae. *Second cycle*, A2E. Alnarp: SLU, Department of Biosystems and Technology.
- Arslan S.,** (2010). *Lactobacillus rhamnosus ‘un sünme (rope) hastalığı etkeni olan bacillus cinsi bakteriler üzerine inhibitör etkisinin unlarda araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Atamanalp M., Keles M.S., Aras M.S.** (2002). Cypermethrin (Sentetik Piretroit)' in Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' nın Alkalın Fosfatez, Kolesterol, Glikoz ve Kreatin Aktivitesine Etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 33 (4), 425-428, 2002
- Atasoy A.D.** (2019). Yeraltı Sularında Pestisit Kirliliğinin Pestisit Özellikleri Ve Kullanım Miktarları Bakiminden İrdelenmesi. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, (368), 46-52
- Ateşşahin A., Yılmaz S., Karahan İ., Pirinççi İ., Taşdemir B.** (2005). The Effects of Vitamin E and Selenium on Cypermethrin-Induced Oxidative Stress in Rats. *Turk J Vet Anim Sci.* 29 (2005) 385-391
- Axelsson, L.** (2004). Lactic acid bacteria: classification and physiology. In: Salminen, S., Wright, A.V. and Ouwehand, A., Eds., *Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects*, 3rd Edition, Marcel Dekker, New York, 1-67.
- Aytaç N., Yüzügüllü D. A., Demirhindi H., Gönültaş T.** (2017). Pestisit Kullanımının Halk Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi.* 26(4):540-551
- Azizi A., Homayouni A.** (2009). Bacterial-Degradation of Pesticides Residue in Vegetables During Fermentation, *Asian Journal of Chemistry.* Vol. 21, No. 8, 6255-6264.
- Azizi, A. and Homayouni, A.** (2009). Bacterial- Degradation of pesticides residue in vegetables during fermentation. *Asian Journal of Chemistry*, 21(8), 6255-6264.
- Babayiğit M. A., Tekbaş Ö. F., Çetin H.** (2014). Zararlılarla Mücadelede Kullanılan Pestisitlerin Halk Sağlığına Etkileri ve Korumaya Yönelik Önlemler. *TAF Prev Med Bull* 13(5):405-412
- Badr A.M.** (2020). Organophosphate toxicity: updates of malathion potential toxic effects in mammals and potential treatments. *Environmental Science and Pollution Research.* s11356-020-08937-4
- Bakır B., Yıldız S.E., Erdağ D., Sözmen M., Asker H.** (2015). Malathion ve *Onosma nigricaula* (Boraginaceae)'nin Fare Böbrek Dokusunda Leptin Üzerine Etkilerinin İmmunohistokimyasal Olarak İncelenmesi. *Int J Basic Clin Med*, 3(2):60-5
- Bao Y., Zhang Y., Zhang Y., Liu Y., Wanga S., Dong X., Wang Y., Zhang H.** (2010). Screening of potential probiotic properties of *Lactobacillus fermentum* isolated from traditional dairy products. *Food Control* 21, 695–701
- Barrett K., & Jaward F.M.** (2012). A review of endosulfan, dichlorvos, diazinon, and diuron – pesticides used in Jamaica. *International Journal of Environmental Health Research.* 22:6, 481-499
- Batt C.A.,** (2014a). *Lactobacillus.* *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 2. Cornell University, Ithaca, NY, USA
- Batt C.A.,** (2014b). *Lactobacillus.* *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 1. Cornell University, Ithaca, NY, USA

- Bengoa A. A., Dardis C., Garrote G. L. & Abraham A. G.** (2021) Health-Promoting Properties of *Lacticaseibacillus paracasei*: A Focus on Kefir Isolates and Exopolysaccharide-Producing Strains. *Foods* 2021, 10, 2239
- Bhatt P., Huang Y., Zhang W., Sharma A., Chen S.** (2020). Enhanced Cypermethrin Degradation Kinetics and Metabolic Pathway in *Bacillus thuringiensis* Strain SG4, *Microorganisms* 2020, 8, 223;
- Bintsis T.**, (2018). *Lactic acid bacteria* as starter cultures : An update in their metabolism and genetics. *AIMS Microbiology*, 4(4): 665–684.
- Bo, L.Y., Zhang, Y. H., Zhao, X. H.,** (2011). Degradation kinetics of seven organophosphorus pesticides in milk during yoghurt processing. *Journal of Serbian Chemical Society*, 76 (3): 353-362.
- Bo, L.Y., Zhang, Y.H. & Zhao, X.H.** (2011). Degradation kinetics of seven organophosphorus pesticides in milk during yoghurt processing. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 76(3), 353-362.
- Bonmatin J.M., Moineau I., Charvet R., Colin M.E., Fleche C., Bengsch E. R.** (2005). Behaviour of Imidacloprid in fields. Toxicity for honey bees. Chapter 44. Part 5.
- Boxstael S. V., Habib I., Jacxsens L., Vocht M. D., Baert L., Perre E. V., d, Rajkovic A., Galvez F. L., Sampers L., Spanoghe P., Meulenaer B. D., Uyttendaele M.** (2013). Food safety issues in fresh produce: Bacterial pathogens, viruses and pesticide residues indicated as major concerns by stakeholders in the fresh produce chain. *Food Control* 32, 190-197
- Bozdemir M.** (2021). *Bozadan izole edilmiş Laktik Asit Bakterilerinin Bazı teknolojik ve fonksiyonel özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Bulmuş Ö., Sandal S., Şahin Z., Yıldız S., Yılmaz B.** (2021). Endosulfan, cypermethrin, 2,4-D ve trifluralin'in androjenik ve anti-androjenik etkilerinin hersherger metoduyla araştırılması. *Balikesir Medical Journal*, 5(2):109-116
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F.M., Farris, G.A., Madau, G., Emonti, G.** (1999) Pesticides in fermentative processes of wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3854-3857. 19. Akdoğan.
- Çağlar Y., Belge E., Mete Ö.E, Polat S.** (2013). Ultrastructural and Biochemical Evaluation of the Effect of Endosulfan on Mice Liver. *Cukurova Medical Journal*, 38 (2):274-284
- Calvin N.N., Onyedika N. C., Emmanuel G. C., Nkiruka I.B.** (2017). Biodegradation Of Endosulfan By Mixed Bacteria Culture Strains Of *Pseudomonas Aeruginosa* And *Staphylococcus Aureus*. *Science World Journal* Vol 12 (No 1)
- Camacho-Morales, R. L. and Sánchez, J. E.** (2016). Biotechnological use of Fungi for the degradation of recalcitrant agro-pesticides. In *Mushroom Biotechnology* (pp. 203-214). Academic Press.

- Çamur D., Vaizoğlu S. A., Güler Ç.** (2017). Are pesticide applicators in Turkey able to protect themselves?. *Cukurova Med J.* 42(2):254-263
- Caplice, E. & Fitzgerald, G. F.** (1999). Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 131-149.
- Carr F. J., Chill D. & Maida N.** (2002). The Lactic Acid Bacteria: A Literature Survey *Critical Reviews in Microbiology*. 28:4, 281-370,
- Carvalho F.P.** (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Enviromental science & Policy* 9 ( 2 0 0 6 ) 6 8 5 – 6 9 2.
- Çetinkaya S., Kocabay S., Yenidünya A. F.** (2020). An investigation on the probiotic properties of *Lactobacillus fermentum*. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 3(2):180-190.
- Chiocchetti G.M, Piedra J.C, Monedero V., Zúñiga M., Vélez D., Devesa V.** (2018). Use of lactic acid bacteria and yeasts to reduce exposure to chemical food contaminants and toxicity. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA-CSIC), C.
- Cho, K. M., Math, R. K., Islam, S. M. A., Lim, W. J., Hong, S. Y., Kim, J. M., and Yun, H. D.** (2009). Biodegradation of chlorpyrifos by lactic acid bacteria during kimchi fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1882-1889.
- Cho, K. M., Math, R. K., Islam, S. M. A., Lim, W. J., Hong, S. Y., Kim, J. M., Yun, M.G., Cho, J. J., Yun, H. D.** (2009). Biodegradation of chlorpyrifos by lactic acid bacteria during kimchi fermentation. *J. Agric. Food Chem.* 57, 1882-1889
- Çolak E.Ş., Canhilal R., Yüksel E.** (2018). Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadelede Rezidüel Pestisit Uygulamaları. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 1(1), 8-18
- Da Cuña, R. H., Rey Vázquez, G., Dorelle, L., Rodríguez, E. M., Guimarães Moreira, R. and Lo Nostro, F. L.** (2016). Mechanism of action of endosulfan as disruptor of gonadal steroidogenesis in the cichlid fish *Cichlasoma dimerus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part-C: Toxicology and Pharmacology*, 187, 74-80.
- Deka S. Mahanta R.** (2016). Malathion Toxicity On Fish. *International Journal of Current Research* Vol. 8, Issue, 12, pp.44120-44128.
- Demarigny Y.** (1999). *Encyclopedia of Food Microbiology*, Volume 2, pp 1166–1171
- Demirci Ö.** (2018). İmidakloprit ve Asetamiprit'in *Gammarus kischineffensis* (*Amphipoda:Crustacea*) Üzerine Akut Toksik Etkisinin Değerlendirilmesi. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 8(3): 85-92.
- Demirok T. N.** (2014). *Bebeklerden İzole Edilen Lactobacillus Spp. 'nin Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi*.(Doktora Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Denizli A., Şener G., Özgür E.** (2013) Pestisitler. *Bilim ve Teknik Dergisi*. s. 69-71

- Dere E., Bakır S., Atalay A.** (1999). Malathion'ün Fare Karaciğer Böbrek ve ince Bağırsak Alkalen Fosfataz Aktivitesi üzerine Etkisi. *Tr. J. of Zoology* 23, Ek Sayı 2, 709-713.
- Dereboylu A.E., Uğuz U., Tort N.Ş.** (2019). Cypermethrin Etken Maddeli Bir İnsektisit Cucumis sativus L. (Hıyar) Üzerine Morfolojik ve Fizyolojik Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1): 39-47, 2019
- Deveci H.A., Nur G., Kılıkçle P.A.** (2021). *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*. 6(3), 193-201
- Dinçer E., Kıvanç M., Karaca H.** (2009). Biyokoruyucu Olarak Laktik Asit Bakterileri Ve Bakteriyosinler. *Anadolu Üniversitesi Gıda Dergisi*, GD08059
- Doğan F.N., Karpuzcu M.E.** (2019). Türkiye’de tarım kaynaklı pestisit kirliliğinin durumu ve alternatif kontrol tedbirlerinin incelenmesi. *Pamukkale Univ. Müh Bilim Derg*, 25(6), 734-747.
- Doğan F.N., Karpuzcu M.E.** (2019). Türkiye’de tarım kaynaklı pestisit kirliliğinin durumu ve alternatif kontrol tedbirlerinin incelenmesi. *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, 25(6), 734-747.
- Dorđević T., & Pejčev R.D.** (2016). Food processing as a means for pesticide residue dissipation. *Pestic. Phytomed. (Belgrade)*, 31(3-4), 89–105
- Frias J., Villaluenga C. M., Peñas E.** (2017). Fermented Foods in Health and Disease Prevention. Section 2, Section 10. Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Geed S.R., Kureel M.K., Shukla A.K., Singh R.S., Rai B.N.** (2016). Biodegradation of malathion and evaluation of kinetic parameters using three bacterial species. *Resource-Efficient Technologies* (2016), doi: 10.1016/j.refit.2016.09.005
- Giraffa G., Chanishvili N., Widyastuti Y.** (2010). Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology. *Research in Microbiology*. 161,480-487
- Göksu M.Z.L., Manaşırılı M., Azgın C.** (2015). Lambda-Cyhalothrin Ve Cypermethrin İnsektisitleri'nin *Oreochromis niloticus* (L.,1754) Yavruları Üzerine Akut Toksik Etkisinin Araştırılması (Biyodene) Yunus Araştırma Bülteni (1): 23-26
- Goulson D.** (2013). An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides. *Journal of Applied Ecology*. 50, 977–987
- Gül Ü.D., Yavuz Ş.A.** (2018). Pestisitlerle Kirlenmiş ortamların Biyodegradasyonu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 11 (1): 07-17
- Gülay Ö.Y, Büyükoğlu T., Hatipoğlu F.Ş., Gülay M.Ş.** (2018). Endosülfan ve C Vitamini Uygulamalarının Erkek Yeni Zellanda Tavşanları Üzerindeki Etkisi. *Kocatepe Vet J*, 11(2): 165-172
- Gülgör G., Özçelik F.** (2014). Bakteriyosin Üreten Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Amaçlı Kullanımı. *Akademik Gıda* 12(1), 63-68
- Gülseren G.** (2012). *Boza Kaynaklı Laktik Asit Bakterilerinin Laktik Asit miktarlarının ve Staphylococcus Aureus Üzerine Antimikrobiyal*

- Güner U.** (2017) Yavru Sazanlarda (*Cyprinus carpio Linnaeus, 1758*)  $\alpha$  – Cypermethrin’in Akut Toksik Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 13(2), 173-178
- Güneş Y., Talınlı İ.** (2007). Pestisit endüstrisi zararlı atıklarının arıtılmasında inhibisyon. *İtü dergisi. su kirlenmesi kontrolü* Cilt:17, Sayı:2, 79-86
- Guo, L., Ye, L., Zhao, Q., Ma, Y., Yang, J. and Luo, Y.** (2014). Comparative study of MALDI-TOF MS and VITEK 2 in bacteria identification. *Journal of Thoracic Disease*, 6(5), 534.
- Gür Ö., Özdal M., Algur Ö. F.** (2014). Biodegradation of the synthetic pyrethroid insecticide Alfa-cypermethrin by *Stenotrophomonas maltophilia* OG2 *Turkish Journal of Biology*. 38: 684-689
- Gürkün, V., Halkman, A.K.,** (1990). Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği.
- Gürsoy O., Kınık Ö.** (2005). Laktobasiller ve Probiyotik Peynir Üretiminde Kullanım Potansiyelleri. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. Cilt:11.Sayı:3. S:361-371
- Harishankar, M. K., Sasikala, C. and Ramya, M.** (2013). Efficiency of the intestinal bacteria in the degradation of the toxic pesticide, chlorpyrifos. *Biotech*, 3(2), 137-142.
- Heperkan D.Z., Kayacan Z.Ç.** (2021). Tıp ve Mühendislik bakış açisiyle probiyotikler ve prebiyotikler. İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları. C&B Basımevi. 1.Baskı. İstanbul
- Hernandez M. L. O., Salinas E. S., Gonzales E. D., Goniez M. L. C.** (2013). Pesticide Biodegradation: Mechanisms, Genetics and Strategies to Enhance the Process. *Web of Science. Core Collection (BKCI), Chapter 10. s. 252-280; <http://dx.doi.org/10.5772/56098>*
- Hernández M.L.O, Salinas S.E., Godínez M.L.C., González. D.E., Carolina Y.E.Y., Ursino P.** (2013). Mechanisms And Strategies For Pesticide Biodegradation: Opportunity For Waste, Soils And Water Cleaning. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 29 (Número especial sobre plaguicidas) 85-104.
- Hernandez M.L.O., & Salinas E.S.,** (2010). Biodegradation Of The Organophosphate Pesticide Tetrachlorvinphos By Bacteria Isolated From Agricultural Soils In México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 26 (1) 27-38, 2010
- Hernandez O.R.M, Salinas S.E, Gonzales D.E., Godinez C.L.M.,** (2013). *Life of Science*, Chapter 10. 252-259
- Holzapfel W. H., Schillinger U.** (2001). Introduction to pre- and probiotics. *Food Research International* 35, 109–116.
- Huang Y., Xiao L., Li F., Xiao M., Lin D., Long X., Wu Z.** (2018). Microbial Degradation of Pesticide Residues and an Emphasis on the Degradation

of Cypermethrin and 3-phenoxy Benzoic Acid: A Review. *Molecules* 2018, 23, 2313.

- Hussein M H, Abdullah AM., Eladal EG, Badr El-Din NI.** (2016). Phycoremediation of Some Pesticides by Microchlorophyte Alga, *Chlorella Sp.* *Journal of Fertilizers & Pesticides* 7 (2) 1-5.
- Hutkins, R. W.** (2006). Microbiology and technology of fermented foods. *Blackwell Publishing*, Oxford, 473p, UK.
- Ijaz, A., Iqbal, A. & Saeed, S.** (2021). Lactobacillus fermentum strains with significant probiotic and antioxidant potential. *International Food Research Journal* 28(3): 627 – 637
- Indratin I., Kurnia A., Wahyuni S.** (2019). Degradation of Cypermethrin by Indigenous Bacteria from Contaminated Soil. *Makara Journal of Science*. Volume 23, Issue 4
- Islam, A., Math, R.K., Cho, K.M., Lim, W.J., Hong, S.Y., Kim, J.M., Yun, M.G., Cho, J.J., Yun, H.D.,** (2010). Organophosphorus hydrolase (OpdB) of *lactobacillus brevis* WCP902 from kimchi is able to degrade organophosphorus pesticides. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 58: 5380-5386.
- James A., Emmanuel D.** (2021). An Overview Of Endosulfan And The Aftermath Of Its Biohazardous Administration In Southern India. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. Volume 08, Issue 02
- Janssen M.P.M.** (2011). Endosulfan. A closer look at the arguments against a worldwide phase out. National Institute for Public Health and the Environment. RIVM Letter report 601356002.
- Jay P. V., Durgesh K. J., Sagar R.** (2014). Pesticide relevance and their microbial degradation a-state-of-art, *Rev Environ Sci Biotechnol*
- Jilani S., Khan M.A.** (2006). Biodegradation of Cypermethrin by *pseudomonas* in a batch activated sludge process. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 3 (4): 371-380
- John L., Foster R., Kwan B. H., Vancov T.** (2004). Microbial degradation of the organophosphate pesticide, Ethion. *FEMS Microbiology Letters* 240 (2004) 49–53
- Kafilzadeh F., Ebrahimnezhad M, Tahery Y.** (2015). Isolation and Identification of Endosulfan-Degrading Bacteria and Evaluation of Their Bioremediation in Kor River, Iran. *Osong Public Health Res Perspect* 6(1), 39-46
- Kagabu S.** (2011). Discovery of Imidacloprid and Further Developments from Strategic Molecular Designs. *J. Agric. Food Chem.* 59, 2887–2896
- Kahpçı E., Özdemir C., Öztaş H.** (2011). Çiftçilerin Pestisit Kullanımı İle İlgili Eğitim Ve Bilgi Düzeyi İle Çevresel Duyarlılıklarının Araştırılması. *Tıbbi Bilim Dergisi*. Cilt:4, Sayı:3, Sayfa:179-187
- Kaplan M.** (2009). Organik Gıdalar Neden Tercih Edilmeli. *Bilim ve Teknik* s.30-33
- Karaca H., Dinçer E., Kıvanç M.** (2010). *Akademik Gıda* 8 (1) (2010) 32-38

- Karahan A., Gül A., Kutlu M. A., Karaca İ.** (2018). Imidacloprid'in bal arılarının (*Apis mellifera anatoliaca* ve *Apis mellifera caucasica*) vücut fonksiyonları üzerine etkisinin araştırılması. *Tr. Doğa ve Fen Derg.* – Vol. 7 No. 1
- Karahan A., Kutlu M.A., Karaca İ.** (2018). Cypermethrin'in Bal Arısı (*Apis Mellifera*) ve Yaban Arısı (*Vespula Germanica*) Üzerine Etkileri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, Cilt:10, Sayı:1, Sayfa:1-8
- Karataş A., & Bahceci Z.** (2009). Cypermethrinin *Drosophila Melanogaster*'in Üçüncü İnstar Larvalarının Tükürük Bezi Politen Kromozomları Üzerine Etkisi. *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 01 97-106
- Kataoka R., & Takagi K.** (2013) Biodegradability and biodegradation pathways of endosulfan and endosulfan sulfate. *Appl Microbiol Biotechnol*, 97:3285–3292
- Katip A.** (2019). Bursa İli Tarımsal Pestisit Kullanımının Değerlendirilmesi. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*. 8 (1), 197-205.
- Kaur R., & Singh J.** (2021). Toxicity, Monitoring, and Biodegradation of Cypermethrin Insecticide: A Review. *Nature Environment and Pollution Technology An International Quarterly Scientific Journal*. Vol.20.No.5. pp. 1997-2005
- Kaur, R., Mavi, G.K., Raghav, S.** (2019). Pesticides Classification and its Impact on Environment. *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8(3): 1889-1897.
- Kaushik, G., Satya, S. and Naik, S. N.** (2009). Food processing a tool to pesticide residue dissipation–A review. *Food Research International*, 42(1), 26-40.
- Kavita R., & Geeta D.,** (2014). Bioremediation and Biodegradation of Pesticide from Contaminated Soil and Water - A Noval Approach, *Int.J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 3(10) 23-33
- Kayhan F.E.B., Koç N.D., Contuk G., Muşlu M.N., Sesal N.C.** (2009). Sıçan Böbrek Dokusunda Endosulfan ve Malathion' un Oluşturduğu Yapısal Değişiklikler. Çankaya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, *Journal of Arts and Sciences*, Sayı: 12
- Kaymak S., Serim A.T.** (2014). Pestisit Sektöründe Araştırma ve Geliştirme. *Meyve Bilimi Dergisi*, Vol 2(1), s.27-35
- Khaled A. O., Gamal H. I., Ahmad I. A., Abdul Rahman A. A.,** (2008), Biodegradation kinetics of dicofol by selected microorganisms, *Pesticide Biochemistry and Physiology* 91, 180–185
- Kharat A.S.** (2017). Microbial degradation of pesticide: A review. *African journal of microbiology research*. Vol. 11(24), pp. 992-1012,
- Klaenhammer, T. R. & Kulen, J. M.** (1999). Selection and design of properties. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 45-57.
- Koçak Y., Fındık A., Çiftçi A.** (2016). Probiyotikler: Genel Özellikleri ve Güvenilirlikleri. *Etlık Vet Mikrobiyol Derg*, 27 (2): 118-122

- Kong L., Zhu S., Zhu L., Xie H., Su K., Yan T., Wang J., Wang J., Wang F., Sun F.** (2013). Biodegradation of organochlorine pesticide endosulfan by bacterial strain *Alcaligenes faecalis* JBW4. *Journal of Environmental Sciences*, 25(11) 2257–2264
- Kulaksız Ç., Akgün A.** (2020). Meriç Nehri (Edirne) Boyunca Nehir Suyuyla Sulanan Çeltiklerde Pestisit Kalıntıları. *Akademik Gıda* 18(1), 36-44
- Kumar S., Kaushik G., Dar M.A, Nimesh S., Chuken U.J.L., Villarreal-Chiu J.F.** (2018). Microbial Degradation of Organophosphate Pesticides: A Review. *Pedosphere* 28(2): 190–208, 2018
- Kumral A. Y., Kumral N. A., Gürbüz O.,** (2020). Chlorpyrifos and deltamethrin degradation potentials of two *Lactobacillus plantarum* (Orla-Jensen, 1919) (*Lactobacillales: Lactobacillaceae*) strains. *Türk. entomol. derg.*, 2020, 44 (2): 165-176.
- Kumral A.Y., Kumral N.A., Kolcu A., Maden B., Atik B.** (2020). Simulation Study for the Degradation of Some Insecticides during Different Black Table Olive Processes. *ACS Omega* 2020, 5, 14164–14172
- Kurutaş B.E., Kılınc M.** (2003) Arşiv. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyokimya Anabilim Dalı, KAHRAMANMARAŞ
- Kurutaş E. B., Doran F., Çıralık H.** (2006). The Effect Of Endosulfan On Lactic Dehydrogenase Enzyme System In Liver Of Mus Musculus : A Histochemical Study. *Eur J Gen Med*, 3(4):148-151
- Foster L. J. R., B H Kwan, T Vancov.** (2004). Microbial degradation of the organophosphate pesticide, Ethion. *FEMS Microbiol Lett*, 240, 49-53.
- Lai, W.** (2017) Pesticide use and health outcomes: Evidence from agricultural water pollution in China. *J. Environ. Econ. Manag.*, 86, 93–120.
- Lale R., Akçelik M.** (2003). *Lactococcus lactis* Suşlarının Stres Koşullarına Dirençlilik Özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 2004, 10 (3) 329-335
- Lee K.Y., Tsai Y.C., Wang S.-Y., Chen Y.P. & Chen M.J.** (2021) Coculture Strategy for Developing *Lactobacillus paracasei* PS23 Fermented Milk with Anti-Colitis Effect. *Foods* 2021, 10, 2337.
- Li C., Ma Y., Mi Z., Hou R., Zhou T., Hai H., Kwok L., Sun Z., Chen Y., Zhang H.**(2018). Screening for *Lactobacillus plantarum* Strains That Possess Organophosphorus Pesticide-Degrading Activity and Metabolomic Analysis of Phorate Degradation. *Frontiers in Microbiology*. doi: 10.3389/fmicb.2018.02048
- Li C., Zhang G. F., Mao X., Wang J. Y., Duan C. Y., Wang Z. J.,& Liu L. B.** (2016). Growth and acid production of *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* ATCC 11842 in the fermentation of algal carcass. *American Dairy Science Association*. 99:4243–4250
- Li, C., Ma, Y., Mi, Z., Huo R., Zhou, T., Hai, H. Kwok, L., Sun, Z., Chen, Y. and Zhang H.** (2018). Screening for *Lactobacillus plantarum* strains that possess organophosphorus pesticide-degrading activity and metabolomic analysis of phorate degradation. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1-13.

- Lin W., Yu B., Jang S., Tsen H.** (2007). Different probiotic properties for *Lactobacillus fermentum* strains isolated from swine and poultry. *Anaerobe* 13 (2007) 107–113
- Liu W., Yu J., Sun Z., Song Y.,\*Wang X.,\* Wang H., Wuren T, Zha M., Bilige Menghe B., Heping Z.** (2016). Relationships between functional genes in *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* isolates and phenotypic characteristics associated with fermentation time and flavor production in yogurt elucidated using multilocus sequence typing. *American Dairy Science Association*. 99:89–103
- Maehata H., Arai S., Iwabuchi N. & Abe F.** (2021) Immuno-modulation by heat killed *Lactocaseibacillus paracasei* MCC1849 and its application to food products. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*. Volume 35: 1–9
- Martinez, J. and Leyhe, J.** (2004). Malathion analysis of risks to endangered and threatened Salmon and Steelhead. Environmental Field Branch Office of Pesticide Programs. US Environmental Protection Agency (EPA) Office.
- Mavhungu, J.** (2005). Isolation and identification of lactic acid bacteria from 'Ting'in the Northern Province of South Africa. Department of Microbiology and Plant Pathology, University of Pretoria.
- Megeed A.A., El Nakieb F.** (2008). Bioremediation of Dimethoate by effective microorganism in water. *Terrestrial and aquatic environmental toxicology*.2(1), 1-4
- Mikelsaar M. & Zilmer M.** (2009). *Lactobacillus fermentum* ME-3 an antimicrobial and antioxidative probiotic. *Microbial Ecology in Health and Disease*. 21: 1-27
- Mohimont L., Court-Marques D., Istace F., Jacobs M., Sebestyen I., Steinkellner H., Tiramani M.** (2010). *Toxicology Letters* 196S, S1–S36
- Musarurwa H., Chimuka L., Tavengwa N.T.** (2021). Sorptive extraction of pesticides from food and environmental samples using metal organic framework-based adsorbents. *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 32, e00141
- Nabizadehasl L.** (2018). *Prebiyotik, Probiyotik Ve Sinbiyotiklerin, Kisa Ve Uzun Dönemde Tokluk Ve Besin Tüketim Üzerine Etkisi.* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara
- Naghmouchi K., Belguesmia Y., Bendali F., Spano G., Seal B. S. & Drider D.** (2019). *Lactobacillus fermentum*: a bacterial species with potential for food preservation and biomedical applications. *Food Science and Nutrition*. 1040-8398 (Print) 1549-7852 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/bfsn20>
- Nancy George N., Chauhan P.S, Sondhi S., Saini S., Puri N., Gupta N.** (2014). Biodegradation and Analytical Methods for Detection of Organophosphorous Pesticide: Chlorpyrifos. *International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*. 20(2) (2014), pp. 79-94

- Norris, J. R., Berkeley, R. C. W., Logan, N. A. And O'Donnell, A. G.** (1981). The genera *Bacillus* and *Sporolactobacillus*. In *The Prokaryotes* vol II, pp 1711–1742. Starr M P, Stolp H, Tr uper H G, Ballows A and Schlegel H G, eds. Berlin: Springer Verlag.
- Nwamaioha N. O., & Salam A. I.** (2018). A selective medium for the enumeration and differentiation of *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*. *American Dairy Science Association*. 101:4953–4961
- İstanbulu Y., Yılmaz M., Ayanoğlu E., Demir S.,  etin V., Tosunoğlu H.** (2022) Investigation of the effects of lactic acid bacteria isolated from Mihalic cheese on the degradation of some pesticides from different groups. *Journal of Food and Feed Science – Technology*. 27: 68-77
- Okuklu B.** (2014). *Isolation, Characterization, and Screening Probiotic Properties of Artisanal Yoghurt Starter Strains From Urla Region.* (Doktora Tezi). İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gıda M hendisliği, İzmir.
-  ren A.,  zbolat K., Diğrak M.** (2009). Kahramanmaraş Yoresinde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Pestisitlerin Toprak Mikroorganizmaları  zerine Etkisi. *KS  Doğa Bil. Derg.*, 12(1),
-  zcan M.,  nal İ., Yonar M. E., Şeker E.** (2021). İmidacloprid'e Maruz Bırakılan Sazan (*Cyprinus carpio*) Yavrularının Bazı Biyokimyasal  zelliklerindeki Değişimler. *Acta Aquatica Turcica*, 17(3), 440-444
- Özel E., Tiryaki O.** (2019). Determination of imidacloprid and indoxacarb residues in apple and it's processed products. *Plant Protection Bulletin*, 59 (2) : 23-32
- Parte S. G., Mohekar A. D. & Kharat A. S.** (2017). Microbial degradation of pesticide: A review. *African Journal of Microbiology Research*. 11(24), 992- 1012.
- Patočka J., Wu Q., França T. C. C., Ramalho T. C., Pita R., and Kučab K.,** (2016). Clinical Aspects Of The Poisoning By The Pesticide Endosulfan, *Quim. Nova*, Vol. 39, No. 8, 987-994.
- Pazır F., Turan F.** (2017). Meyve Ve Sebzelerde Karşılaşılabilen Bazı Pestisit Kalıntılarının Uzaklaştırılmasında Kullanılan  eşitli Yöntemler. *Journal of food and health Science*.3(3):109-116
- Pimental, D.** (1983). Effects of pesticides on the environment. *10 th International Congress on Plant Protection*. Crydon, Vol.2, pp. 685-691.
- Pinto G.D.A., Castro I.M, Miguel M.A.L. Koblitz M.G.B.** (2019). Lactic acid bacteria - Promising technology for organophosphate degradation in food: A pilot study. *LWT - Food Science and Technology*.110, 353-359
- Pkanekar P., Bhadbhade B., Deshpande N. M., Sarnaik S.S** (2004). Biodegradation of organophosphorus pesticide . *Proc. Indian natn. Sci acad.* B70. No.1 pp.57-70
- Porto, A. L. M., Melgar, G. Z., Kasemodel, M. C. and Nitschke, M.** (2011). Biodegradation of pesticides. *Pesticides in the Modern World– Pesticides Use and Management, Stoytcheva M. (Ed.)/Tech*, 1, 407-438.

- Ramos C. L., Thorsen L., Schwan R. F.,\*, Jespersen L.** (2013). Strain-specific probiotics properties of *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus brevis* isolates from Brazilian food products. *Food Microbiology* 36, 22-29
- Rand, G. M., Carriger, J. F., Gardinali, P. R. and Castro, J.** (2010). Endosulfan and its metabolite, endosulfan sulfate, in freshwater ecosystems of South Florida: a probabilistic aquatic ecological risk assessment. *Ecotoxicology*, 19(5), 879-900.
- Rehman U.M, Mir M.U.R, Ahmad S.B., Shakeel S., Shah M.Y., & Bhat S.A** (2016) Endosulfan, A Global Pesticide: A Review Of Its Toxicity On Various Aspects of Fish Biology. *International Journal of General Medicine and Pharmacy (IJGMP)*. Vol. 5, Issue 6, 17-26
- Rizzello C. G., & Angelis, M. D.** (2016). *Lactobacillus spp.: Lactobacillus delbrueckii* Group. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd Edition, 2011, Pages 119–124.
- Rortais A., Arnold G., Dorne J. L., More S. J., Sperandio G. Streissl F., Szentes C., Verdonck F.** (2017). Risk assessment of pesticides and other stressors in bees: Principles, data gaps and perspectives from the European Food Safety Authority. *Science of the Total Environment* 587–588, 524–537
- Sabourmoghaddam N., Zakaria M. P, Omar D.** (2014). Evidence for the microbial degradation of imidacloprid in soils of Cameron Highlands. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2014.03.002>
- Samarzija D., Havranek J. L., Neven A.** (2015). Taxonomy, physiology and growth of *Lactococcus lactis*: A review. *Mljekarstvo* 51 (1) 35-48
- Sarıkaya R.** (2009). Investigation of Acute Toxicity of Alpha-Cypermethrin on Adult Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 9: 85-89
- Sarlak Z., Darani K. K., Rouhi M., Garavand F., Mohammadi R., Sobhiyeh M.R.** (2021). Bioremediation of organophosphorus pesticides in contaminated foodstuffs using probiotics. *Food Control* 126 (2021) 108006
- Sarlak, Z., Kianoush K.D., Milad R., Garavand F., Mohammadi R., Sobhiyeh M.R.,** (2021). Bioremediation of organophosphorus pesticides in contaminated foodstuffs using probiotics, *Food Control*, 126, 1-3.
- Sathishkumar P., Mohan K., Ganesan A.R., Govarathanan M., Yusoff A.R.M., Gu F.L.** (2021). Persistence, toxicological effect and ecological issues of endosulfan – A review. *Journal of hazardous Materials*, 416, 125779
- Satish G. P., Ashokrao D. M. & Arun S. K.** (2017). Microbial degradation of pesticide: A review. *African Journal of Microbiology Research*, Vol. 11(24), pp. 992-1012
- Sayım F.** (2017). Acute Toxic Effects of Malathion on the 21st Stage Larvae of the Marsh Frog. *Turk J Zool* 32 (2008) 99-106.

- Şenöz, B.** (2007). *Buğday, Makarna ve Bisküvide Organik Fosforlu Pestisit Kalıntıları ve Bazı Metabolitleri Üzerine Depolama ve İşleme Tekniklerinin Etkisi*. (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Serdar, C.M., Gibson, D.T., Munnecke, D.M., Lancaster, J.H.,** (1982). Plasmid involvement in parathion hydrolysis by *Pseudomonas diminuta*. *Applied and Environmental Microbiology*, 44: 246-249.
- Sethunathan, N., Yoshida, T.** (1973) A Flavobacterium sp. that degrades diazinon and parathion. *Canadian Journal Microbiology*, 19: 873-875.
- Sharma, A., Kumar, V., Singh, R., Thukral, A. K., and Bhardwaj, R.** (2016b). Effect of seed pre-soaking with 24-epibrassinolide on growth and photosynthetic parameters of *Brassica juncea L.* in imidacloprid soil. *Ecotoxicol. Env. Saf.* 133, 195–201.
- Sharpe, M. E.** (1979). Identification of the Lactic Acid Bacteria. In: F.A. Skinner and D.W. Lovelock, Editors. *Identification Methods for Microbiologists*, Academic Press, London, pp: 244–259.
- Shenashen M. A., Emran M. Y., Sabagh A., Selim M. M., Elmarakbi A., Safty S. A.** (2021). Progress in sensory devices of pesticides, pathogens, coronavirus, and chemical additives and hazards in food assessment: Food safety concerns. *Progress in Materials Science*, <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2021.100866>
- Sierra-Diaz, E. Celis-de la Rosa, A.J., Lozano-Kasten, F., Trasande, L., Peregrina-Lucano, A.A., Sandoval-Pinto, E., Gonzalez-Chavez, H.,** (2019). Urinary pesticide levels in children and adolescents residing in two agricultural communities in Mexico. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, E562.
- Singh, B.K., Walker, A., Morgan, A.W., Wright, D.j.** (2003). Effects of soil pH on the biodegradation on chlorpyrifos and isolation of a chlorpyrifos-degrading bacterium. *Applied Environmental Microbiology*, 69: 5198-5206
- Singh, B. K., Walker, A., Morgan, A. W. and Wright, D. J.** (2003). Effects of soil pH on the biodegradation on chlorpyrifos and isolation of a chlorpyrifosdegrading bacterium. *Applied Environmental Microbiology*, 69, 5198-5206.
- Singh, B. K., Walker, A., Morgan, A. W. and Wright, D. J.** (2003). Effects of soil pH on the biodegradation on chlorpyrifos and isolation of a chlorpyrifos degrading bacterium. *Applied Environmental Microbiology*, 69, 5198-5206.
- Singh, B.K., Kuhad, R.C., Singh, A., Lal, R.** (1999). Biochemical and molecular basis of pesticide degradation by microorganisms. *Critical Reviews in Biotechnology*, 19(3): 197-225.
- Skouras, P. J., Darras, A. I., Mprokaki, M., Demopoulos, V., Margaritopoulos, J. T., Delis, C. and Stathas, G. J.** (2021). Toxicity, sublethal and low dose effects of imidacloprid and deltamethrin on the a phidophagous

- predator *Ceratomegilla undecimnotata* (Coleoptera: *Coccinellidae*). *Insects*, 12(8), 696.
- Somara, S., Siddavattam, D.** (1995). Plasmid mediated organophosphate pesticide degradation by *Flavobacterium balustinum*. *Biochemistry Molecular Biology International*, 36: 627-631.
- Sömer V. F., Akpınar D., Kılıç G. B.** (2012). *Lactobacillus Casei*'nin Sağlık Üzerine Etkileri Ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Gıda*. 37 (3): 165-172
- Song A.A., Lionel L. A., Swee H. E. L., & Raha A. R.** (2017). A review on *Lactococcus lactis*: from food to factory. *Microb Cell Fact* (2017) 16:55
- Soyöz M., Özçelik N.** (2003). Zirai mücadelede kullanılan pestisitlerin sitogenetik etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2003:10- (1) / 6 – 9
- Sparling, D. W. and Fellers, G.** (2007). Comparative toxicity of chlorpyrifos, diazinon, malathion and their oxon derivatives to larval *Rana* boyli. *Environmental Pollution*, 147(3), 535-9.
- Stoytcheva M.** (2010). Pesticides-Formulations, Effects, Fate. Chapter 1. Published by InTech. Janeza Trdine 9, 51000 Rijeka, Croatia
- Tazdait D., Abdi N., Grib H., Louncı H., Pauss A., Mameri N.** (2013). Comparison of different models of substrate inhibition in aerobic batch biodegradation of malathion. *Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences*. 37: 221 – 230
- Teixeira P.** (2014). LACTOBACILLUS | *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*. *Encyclopedia of Food Microbiology* (Second Edition).Relx Group.
- Temiz, A.,** (2008). Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri. Hatiboğlu Yayınları:96 Yükseköğretim Dizisi 29:90-93, Ankara.
- Thompson D. A., Lehmlera H. J., Kolpinc D. W., Hladik M. L, Vargoe J. D., Schilling K. E., LeFevre G.H., Peeples T. L., Poch M. C., LaDuca L. E., Cwiertny D. M., William F. R.** (2019). A critical review on the potential impacts of neonicotinoid insecticide use: current knowledge of environmental fate, toxicity and implications for human health *Journal of Environmental Science: Processes & Impacts*. EM-CRV-12-000586.R1
- Timur S., Önal S., Karabay N.Ü., Sayım F., Zihnioğlu F.** (2002). In vivo Effects of Malathion on Glutathione-S-Transferase and Acetylcholinesterase Activities in Various Tissues of Neonatal Rats. *Turk J Zool* 27, 247-252
- Tiryaki O.** (2016). Türkiye’de yapılan pestisit kalıntı analiz ve çalışmaları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 32(1):72-82
- Tiryaki O., Canhilal R., Horuz R.** (2009). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 26(2): 154-169
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S.,** (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 154-169.
- Tokatlı M.** (2013). *Ankara Çubuk Yöresi Turşularından İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanmaları, Teknolojik Ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Starter Olarak Kullanılma*

*Olanaklarının Değerlendirilmesi.* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi.  
Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara

- Tomlin, C.D.S.** (2003). *The Pesticide manual: A world compendium of pesticides.* British Crop Protection Council, UK.
- Tözün M., Akar G.** (2022). Türkiye’de Gıda Numunelerinde Pestisit Kalıntıları Üzerine 2010 Yılı Sonrası Ulusal Literatürün İncelenmesi. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi.*7(1):177-91.
- Trinder, M., McDowell, T. W. Daisley, B. A., Ali, S.N., Leong, H. S., Sumarah, M. W. and Reida G.** (2016). Probiotic *Lactobacillus rhamnosus* reduces organophosphate pesticide absorption and toxicity to *Drosophila melanogaster*, *Applied and Environmental Microbiology*, 82(20), 6204-6213.
- Tsygankova V.Y., Lukyanovaa O.N., Boyarova M.D., Gumovskiya A.N., Donetsa M.M., Lyakha V.A., Korchagina V.P., Prikhodkoa Y.V.** (2019). Organochlorine pesticides in commercial Pacific salmon in the Russian Far Eastern seas: Food safety and human health risk assessment. *Marine Pollution Bulletin* 140, 503–508
- Tu Y.G., Yen H.T., Chang M.C., Chen Y.H., Yen C.Y., Guo C.M, Lu H.T, Wu S.C., Chen M.I., Cheng C.H., Huang L.W., Chen C.C., Eddleton M., Chang S.S.** (2021). Characteristics and psychopathology of 1,086 patients who self-poisoned using pesticides in Taiwan (2012–2019): A comparison across pesticide groups. *Journal of Affective Disorders* 300, 17–26
- Tuğyan K., Tuğyan N., Erbil G., Buldan Z.** (2005). Ultrastructural examination of the effects of malathion on kidney: An experimental study. *Türkiye Ekopatoloji Dergisi*, 11 (2): 51-57
- TÜİK,** (2019) Türkiye’de Pestisit Kullanım Verileri. [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001)
- Tulumoğlu Ş., Kaya H. İ., Şimşek Ö.** (2014). Probiotic characteristics of *Lactobacillus fermentum* strains isolated from tulum cheese. *Anaerobe*. doi: 10.1016/j.anaerobe.2014.09.015.
- Turabi, M.S.** (2007). Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre Ve Sergisi, 50-61s, 25-26 Ekim 2007, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası ve TMMOB Kimya Mühendisleri Odası
- Turabi, M.S.,** (2007). Bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması. Tarım İlaçları Kongre Ve Sergisi, 50-61s, 25-26 Ekim 2007, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası ve TMMOB Kimya Mühendisleri Odası. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği.2016. (Anonim)
- Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği.**2016.
- Türkyılmaz M., Küçükçongar S.** (2021). Endosülfan ve Metabolitlerinin Su Örneklerinde Vorteks Destekli Sıvı-Sıvı Mikro Ekstraksiyon ve Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi Kullanılarak Analizi. *BEU Journal of Science*. 10 (4), 1404-1415

- Uslu H., Atila G., Ersan Y., Özden Z.** (2016). İsrail Sazanı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Balıklarına Uygulanan Cypermethrin'in Oksidatif Stres Parametreleri Üzerine Etkileri. *GÜFBED/GUSTIJ*, 6 (1): 41-46
- Uymaz B.** (2010). Probiyotikler ve Kullanım Alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* Cilt 16, Sayı 1, 2010, Sayfa 95-104
- Uzun F.G., & Kalender Y.** (2011). Protective Effect of Vitamins C and E on Malathion- Induced Nephrotoxicity in Male Rats. *Gazi University Journal of Science*. 24(2):193-201 (2011)
- Velde-Koerts T., Rietveld A., Boon P. E.** (2021). Use of food consumption data of food balance sheets and national food consumption surveys in deterministic long-term dietary exposure assessments of pesticides. *Food and Chemical Toxicology* 151, 112104.
- Verdenelli M. C., Ghelfi F., Silvi S. Orpianesi C., Cecchini C. Cresci A.** (2009) *Eur J Nutr* (2009) 48:355–363
- Vinderola G., Ouwehand A.C., Salminen S., Wright A.** (2019). Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects. Fifth Edition. Chapter 11. Crc Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton. New York
- Wang, W., Yang, L. L., Luo, S. M., Ma, J. Y., Zhao, Y., Shen, W. and Yin, S.** (2018). Toxic effects and possible mechanisms following malathion exposure in porcine granulosa cells, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 64, 172-180.
- Weber J., Halsall C.J., Muir D., Teixeira C., Small J., Solomon K., Hermanson M., Hung H., Bidleman T.** (2010). Endosulfan, a global pesticide: A review of its fate in the environment and occurrence in the Arctic. *Science of the Total Environment* 408 (2010) 2966–2984
- Winter C.K., A Jara E.** (2015). Pesticide food safety standards as companions to tolerances and maximum residue limits. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(11): 2358–2364
- Wood, B. J. B., and Holzapfel, W. H.,** (1992). The genera of lactic acid bacteria. (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Yang, C., Liu, N., Guo, X., Qiao, C.,** (2006) Cloning of mpd gene from a chlorpyrifosdegradin bacterium and use of this strain in bioremediation of contaminated soil. *FEMS Microbiol Letters*, 265: 118-125.
- Ye X., Dong F., Lei X.,** (2018). Microbial Resources and Ecology - Microbial Degradation of Pesticides, *Natural Resources Conservation and Research*. School of Environment and Planning
- Ye, X., Dong, F. and Lei, X.** (2018). Microbial resources and ecology-microbial degradation of pesticides. *Natural Resources Conservation and Research*, 23(9), 22-28.
- Yerlikaya O.** (2014). Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. *Fermented milk beverages*, *Mljekarstvo* 64 (4), 268-279

- Yetismeyen, A.**, (1995). “Et Teknolojisi, 1214”, A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, Ankara, 229
- Yılmaz Ş.N., Çömlekoğlu U., Coşkun B., Ballı E., Özge A.** (2008). Effects of Cypermethrin on Isolated Frog Sciatic Nerve: An Ultrastructural Study. *Turk J Med Sci*, 38 (2): 121-125
- Yoloğlu E.** (2019). Alterations in Some Biochemical Responses of Freshwater Mussels in Acute Imidacloprid Exposure. *Adiyaman University Journal of Science*. 9 (2), 213-229
- Yörük G. N., Güner A.** (2011). Laktik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılması ve Weissella Türlerinin Gıda Mikrobiyolojisinde Önemi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 6(2): 163-176
- Yörük G. N., Güner A.**, (2011). Laktik Asit Bakterilerinin Sınıflandırılması ve Weissella Türlerinin Gıda Mikrobiyolojisinde Önemi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 6(2): 163-176
- Yuan S., Li C., Yu H., Xie Y., Guo Y.**, (2021). Screening of lactic acid bacteria for degrading organophosphorus pesticides and their potential protective effects against pesticide toxicity. *LWT - Food Science and Technology* 147 (2021) 111672
- Yuan S., Li C., Yu H., Xie Y., Guo Y., Yao W.**, (2021). Screening of lactic acid bacteria for degrading organophosphorus pesticides and their potential protective effects against pesticide toxicity. *Food Science and Thecnology*, 140,
- Yuan S., Li C., Yu H., Xie Y., Guo Y., Yao W.** (2021). Selective uptake determines the variation in degradation of organophosphorus pesticides by *Lactobacillus plantarum*. *Food Chemistry* 360 (2021) 130106
- Zeng X.Q., Pan•D.D., Zhou P. D.** (2010). Functional Characteristics of *Lactobacillus fermentum* F1. *Curr Microbiol* (2011) 62:27–31
- Zhang M., Zeiss M. R, Geng S.**, (2015). Agricultural pesticide use and food safety: California’s model. *Journal of Integrative Agriculture*. 14(11): 2340–2357
- Zhang Y. H., Xu D., Liu J., Zhao X. H.** (2014). Enhanced degradation of five organophosphorus pesticides in skimmed milk by lactic acid bacteria and its potential relationship with phosphatase production. *Food Chemistry* 164 (2014) 173–178.
- Zhang, R., Cui, Z., Jiang, J., He, J., Gu, X., Li, S.**, (2005). Diversity of organophosphorus pesticide-degrading bacteria in a polluted soil and conversation of their organophosphorus hydrolase genes. *Canadaian Journal of Microbiology*, 51: 337- 343.
- Zhang, R., Cui, Z., Jiang, J., He, J., Gu, X., Li, S.**, (2005). Diversity of organophosphorus pesticide-degrading bacteria in a polluted soil and conversation of their organophosphorus hydrolase genes. *Canadaian Journal of Microbiology*, 51: 337- 343.
- Zhang, Y. H., Xu, D., Zhao, X. H., Song, Y., Liu, Y. L. and Li, H. N.** (2016). Biodegradation of two organophosphorus pesticides in whole corn

silage as affected by the cultured *Lactobacillus plantarum*. *3 Biotech*, 6(1), 73.

**Zhang, Z., Hong, Q., Xu, J., Zhang, X., Li, S.,** (2006). Isolation of fenitrothion-degrading strain Burkholderia sp. FDS-1 and cloning of mpd gene. *Biodegradation*, 17:275-283.

**Zhao, H., Li, X. & Wang, X.** (2011). Heavy metal contents of road-deposited sediment along the urban–rural gradient around Beijing and its potential contribution to runoff pollution. *Environmental Science & Technology*, 45(17), 7120-7127.

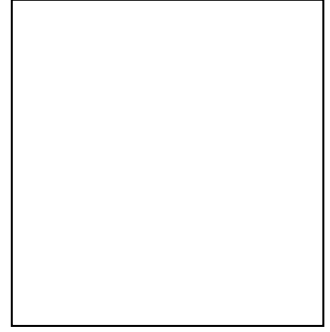
**Zhaoa Y., Hongc K., Zhaoa J., Zhanga H., Zhaia Q., Chena W.** (2019). *Lactobacillus fermentum* and its potential immunomodulatory properties. *Journal of Functional Foods* 56 (2019) 21–32

**Url-1** [https://isappsience.org/new-names-for-important-probiotic-lactobacillus-species/?fbclid=IwAR1ZD7HoiKthkTfRdCiAwrjxZ0htHdw\\_FhR7MaloKJWVcEDsMVWSToZzquw>](https://isappsience.org/new-names-for-important-probiotic-lactobacillus-species/?fbclid=IwAR1ZD7HoiKthkTfRdCiAwrjxZ0htHdw_FhR7MaloKJWVcEDsMVWSToZzquw>), erişim tarihi 29.02.2022.

**Url-2** [https://isappsience.org/new-names-for-important-probiotic-lactobacillusspecies/?fbclid=IwAR1ZD7HoiKthkTfRdCiAwrjxZ0htHdw\\_FhR7MaloKJWVcEDsMVWSToZzquw>](https://isappsience.org/new-names-for-important-probiotic-lactobacillusspecies/?fbclid=IwAR1ZD7HoiKthkTfRdCiAwrjxZ0htHdw_FhR7MaloKJWVcEDsMVWSToZzquw>), erişim tarihi 10.02.2022.

**Url-3** <https://www.optibacprobiotics.com/professionals/probiotics-database/lactobacillus/lactobacillus-paracasei>>, erişim tarihi 10.02.2022.

**Url-4** <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFA79D6F5E6C1B43FF546964A517F1BA6F>, erişim tarihi 10.03.2022



## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad** : Yıldray İSTANBULLU

**Doğum Tarihi ve Yeri** :

**E-posta** :

### ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2002, Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2011, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2004-2006, Bilecik Tarım İl Müdürlüğü, Gıda Kontrolörü
- 2006-2016, Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Araştırmacı
- 2016- , Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü, Enstitü Müdürü

## **TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:**

- Investigation of the effects of lactic acid bacteria isolated from Mihalic cheese on the degradation of some pesticides from different groups, *Journal of Food and Feed Science - Technology* 27: 68-77 (2022/1)

## **DİĞER ESERLER, SUNUMLAR VE PATENTLER:**

- Elik, A., Yanik, D.K., Istanbulu, Y., Guzelsoy, N., Yavuz, A., Gogus, F. Strategies to Reduce Post-Harvest Losses for Fruits and Vegetables. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5: 29-39.
- Akgün, B., Güzelsoy N., Yavuz, A., Istanbulu Y., Budaklıer, A. 2019. Alternative Techniques for Fruit and Vegetable Waste Valorization in Turkey. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 22: 45-53.
- Istanbulu Y., Güzelsoy N.A., Yavuz A., Martinez-Sanmartin A., Gögüs F., Budaklıer A., Schleining G., Chrysanthopoulou F., Lordachescu G. 2019. Best Innovative Approach to Minimize Post Harvest Losses within Food Chain for VET [POSTHARVEST]. 9TH Food Technology International Symposium, 14-15 May Murcia SPAIN.
- Güzelsoy N.A., Istanbulu Y., Yavuz A., Akgun B. 2019. Vocational Education and Training Materials to Minimize Postharvest Losses within Food Chain. 1st International / 11th National Food Engineering Congress , 7-9 November Antalya, TURKEY.
- Yavuz A., Istanbulu Y., Güzelsoy N.A., Çavuş F., Çöplü N., Işık Ö., Budaklıer A. 2019. Training Materials For Bakery Sector. 1st International / 11th National Food Engineering Congress , 7-9 November, Antalya, TURKEY.
- Akgun B., Güzelsoy N.A., Istanbulu Y., Yavuz A., Isık O. 2019 Post-harvest Food Losses: Causes and Solutions. 9TH Food Technology International Symposium, 14-15 May Murcia SPAIN.
- Yavuz A., Istanbulu Y., Güzelsoy N.A., Çavuş F., Çöplü N., Işık Ö., Akgun B. 2019. Enhancing Youth (18-26) Employibility in Bakery Sector. 9TH Food Technology International Symposium, 14-15 May Murcia SPAIN.