T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YONCA (*Medicago sativa L.*) KÜLTİVASYONUNUN PESTİSİT UYGULANMIŞ TOPRAKLARIN BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

İsmail BATANSU

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
2. 1 Pestisitler ve Özellikleri 3
2. 2 Pestisitlerin Sınıflandırılması 3
2. 3 Pestisitlerin Tarihçesi 4
2.4 Ülkemizde Pestisit Kullanımı 4
2.5 Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri 5
2.5.1 Pestisitlerin insanlar üzerine etkileri 6
2.5.2 Pestisitlerin toprak üzerine etkileri 6
2.5.3 Pestisitlerin su üzerine etkileri 7
2.5.4 Pestisitlerin hava üzerine etkileri 7
2.6 Pestisitlerin Arındırılmasında Remediasyon Yöntemi 8
3. MATERYAL ve YÖNTEM 11
3.1. Materyal 11
3.2. Yöntem 11
3.2.1. Bazı bitki parametreleri 12
3.2.2. Bazı toprak parametreleri 16
3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi 18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 19
4.1. Bitki Gelişimi ve Biyokimyasal Parametreler 19
4.2 Toprak Parametreleri 21
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 31
5.1. Sonuç 31
5.2. Öneriler 32
KAYNAKÇA 33
ÖZGEÇMİŞ ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YONCA (*Medicago sativa L.*) KÜLTİVASYONUNUN PESTİSİT UYGULANMIŞ TOPRAKLARIN BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

İsmail BATANSU

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Sema KARATAŞ DİKİLİTAŞ
Yıl: 2023, Sayfa:38

Bu çalışmada tarımsal alanda kullanılan pestisitler yonca (*Medicago sativa* L.) bitkisi bulunan (B) ve bitkisiz saksı topraklarına (T) farklı dozlarda; pestisit yok (P0), tavsiye edilen pestisit dozu (P1), tavsiye edilen pestisit dozunun 3 katı (P2), tavsiye edilen pestisit dozunun 9 katı (P3) olarak uygulanmıştır. Pestisit uygulamalarının 15, 30 ve 45. günü tüm saksılardan toprak örnekleri alınarak bazı toprak enzimleri (üreaz, dehidrogenaz (DHG), toprak katalaz), ve toprak pH, elektriksel iletkenlik (EC) belirlenmiştir. Hasat edilen yonca bitkisinin gelişimi (yeşil aksam yaş ağırlık (YA), kuru ağırlık (KA), ve biyokimyasal tepkileri (klorofil-a (Chl-a), klorofil-b (Chl-b), prolin, katalaz (CAT), ve peroksidaz (POX) antioksidan enzim) belirlenmiştir. Artan pestisit dozlarının yonca bitkisine etkisi istatistiksel olarak önemligörülmüştür ($P \leq 0.05$). Yonca bitkisinin YA, KA, Chl-a ve Chl-b içerikleri pestisit dozu arttıkça azalırken, prolin içeriği, POX ve CAT antioksidan enzim aktivitesi kontrole göre artmıştır. Tavsiye edilen dozun 9 katı uygulamasında CAT antioksidan enzim aktivitesinde ise azalma olduğu görülmüştür.Pestisit dozlarının artışının bitkili ve bitkisiz topraklarda üreaz, DHG, toprak katalaz, pH ve EC içeriklerinde etkisi önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Yoncalı topraklardaki üreaz, DHG enzim içerikleri bitkisiz topraklara kıyasla artmış, toprak katalaz, pH ve EC değerleri ise azalmıştır. Bu durum yonca bitkisinin pestisite maruz kalmış toprak üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermiştir. Yoncanın, toprakların biyokimyasal kalitesini arttırdığı ve böylece Fitoremediasyon yönteminde iyileştirici bitki olarak kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Fitoremediasyon, Toprak Enzimleri, Pestisit kirliliği, Yonca

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CLOVER (*Medicago sativa L.*) CULTIVATION ON THE BIOCHEMICAL PROPERTIES OF PESTICIDE APPLIED SOILS

İsmail BATANSU

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Deparment of Soil Science

Supervisor: Doç. Dr. Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ
Year: 2023, Page:38

In this study, pesticides used in agricultural fields were applied in different doses to alfalfa (*Medicago sativa* L.) plant (B) and plantless potted soil (T); no pesticide (P0), suggested pesticide dose (P1), the suggested pesticide dose 3 times (P2), the suggested pesticide dose 9 times (P3). Soil samples were taken from all pots on the 15th, 30th and 45th days of pesticide application, and some soil enzymes (urease, dehydrogenase (DHG), soil catalase) and soil pH, electrical conductivity (EC) were determined. Development of harvested alfalfa plant (fresh wet weight (YA), dry weight (KA), and biochemical responses (chlorophyll-a (Chl-a), chlorophyll-b (Chl-b), proline, catalase (CAT), and peroxidase (POX) antioxidant the effect of increasing pesticide doses on alfalfa plant was found to be statistically significant ($P \leq 0.05$). While YA, KA, Chl-a and Chl-b contents of alfalfa plant decreased with increasing pesticide dose, proline content, POX and CAT antioxidant enzyme activity increased compared to control. It was observed that there was a decrease in CAT antioxidant enzyme activity in the application of 9 times the suggested dose.The effect of increasing pesticide doses on urease, DHG, soil catalase, pH and EC contents in planted and plantless soils was found to be significant ($P \leq 0.05$). Urease and DHG enzyme contents in clover soils increased compared to plantless soils, while soil catalase, pH and EC values decreased. This showed that the alfalfa plant positively affected the soil exposed to pesticides. It has been revealed that alfalfa increases the biochemical quality of the soils and thus can be used as a healing plant in the phytoremediation method.

KEYWORDS: Phytoremediation, Soil Enzymes, Pesticide Pollution, Alfalfa

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda ilk günden son güne kadar bilgi birikim ve tecrübeleri ile her zaman yanımda olan yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli tez danışmanım Doç. Dr. Sema KARAKAŞ DİKİLİTAŞ'a teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmanın kurulumunda ve analiz aşamasında bilgi birikim ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ' a teşekkür ederim. Kıymetli jüri üyelerim Prof. Dr. Sibel DERVİŞ ve Prof. Dr. Ahmet ALMACA'ya verdikleri katkılar için teşekkür ederim Tez çalışmamın kurulumundaki yardımları dolayısı ile Araş. Gör. Ali SARIOĞLU'na teşekkür ederim. Tez çalışmamın kurulumundan tez aşamasına kadar olan her aşamada ihtiyaç duyduğum her an desteklerini esirgemeyen Araş. Gör. Ferhat UĞURLAR'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Emrah RAMAZANOĞLU'na, Elektrik Elektronik Mühendisi Serbülend Muhammet ÇELİK, Ziraat Yüksek Mühendisi Rahime ALTINTAS ve Gıda Yüksek Mühendisi Sümeyra GÜMÜŞ' e teşekkür ederim. Yüksek lisans eğitimine başladığım ilk günden son güne kadar desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli eşim Rukiye BATANSU' ya, tüm eğitim ve öğretim hayatımda maddi ve manevi her konuda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Ülkemizde pestisitlerin yıllara göre kullanım durumu 5
Şekil 2.2. Pestisitlerin doğadaki döngüsü..... 6
Şekil 3.1. Farklı pestisit ortamında yetiştirilen bitkisinin gelişiminden bir görünüm 13
Şekil 3.2. Klorofil analizinden bir görüntü..... 14
Şekil 3.3. Prolin analizinden bir görüntü..... 15
Şekil 3.4. Toprak analizlerinden görüntü 17
Şekil 4.1. Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak üreaz aktivitesine etkisi..... 21
Şekil 4.2. Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak DHG aktivitesine etkisi..... 23
Şekil 4.3. Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak Katalaz aktivitesine etkisi .. 25
Şekil 4.4. Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak pH değerlerine etkisi 27
Şekil 4.5. Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak EC değerlerine etkisi..... 29

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Hedef türlerine ve kimyasal yapılarına göre pestisitlerin sınıflandırılması……..... 3
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri 11
Çizelge 3.2. Uygulamada kullanılan pestisitler 11
Çizelge 3.3. Farklı dozdaki pestisitler ve uygulamaları 12
Çizelge 4.1. Yonca bitkisinin farklı pestisit dozlarındaki gelişim ve biyokimyasal analiz sonuçları..19
Çizelge 4.2. Üreaz enzim içerikleri varyans analizi 22
Çizelge 4.3. DHG enzim içerikleri varyans analizi 24
Çizelge 4.4. Toprak Katalaz varyans analizi 26
Çizelge 4.5. Toprak pH varyans analizi 28
Çizelge 4.6. Toprak EC varyans analizi 30

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde birim
℃	Santigrant derece
cm	Santimetre
EC	Elektiriksel iletkenlik
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
nm	Nanaometre
ppm	Parts per million

1. GİRİŞ

Toprak, kayaların ve organik maddelerin farklı ayrışma ürünlerinde meydana gelen ve yapısında su, hava gibi birçok canlıları da bulunduran önemli bir maddedir (Ergene, 1993).

Toprak kalitesi; çevresel özellikleri muhafaza eden, biyolojik yaşam faaliyetini arttıran ve bunların süre gelmesini sağlayan, ekosistem üzerinde tarımsal faaliyetleri yerine getiren bir toprak niteliği olarak adlandırılmaktadır (Canbolat, 2006). Günümüzde artan nüfus ve kentleşmenin artışına bağlı olarak tarım alanları gün geçtikçe azalmaktadır. Bu yüzden toprak kalitesini korumak gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Son zamanlarda artan nüfus oranına bağlı olarak gıda ihtiyacını karşılamak için birim alandan daha fazla verim almak ve ürün kalitesini arttırmak için tarımsal faaliyetlerde pestisit kullanımı oldukça yaygınlaşmaktadır.

Toprak sadece bitkilerin değil çeşitli mikroorganizmalarında yaşadığı ortamdır. Mikroorganizmaların türü, miktarı faaliyetleri organik maddelerin miktarına, toprak pH' sına, nemine, sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir (Ünal ve Rasheed., 1972). En fazla mikroorganizma toprağın yüzeyine yakın bölümünde bulunurken derinlere indikçe azalmaktadır (Çolak, 1995). Toprakta biyokimyasal reaksiyonlar mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Mikroorganizmalar salgıladıkları enzimler vasıtası ile organik maddede bulunan lignin, protein, seliloz, nişasta ve fosfat esterleri gibi bileşikleri bitkilerin yararlanabileceği foruma dönüştürmektedir (Hoffmann, 1986; Jonashon ve ark., 1996). Üreaz, fosfataz ekstra selüler enzimler olup toprakların organik madde minerilizasyonunda görev alıp, toprakların verimliliğinde önemli rol oluşturmaktadır (Burns, 1978). Topraktaki mikroorganizmaların miktarı ile verim arasında önemli bir ilişki vardır. Bu ilişkinin temelinde organik maddenin ayrıştırılması ve besin kaynağı olarak kullanılması, toprağın fiziksel yapısı, kimyasal reaksiyonlar, iklim koşulları gelmektedir (Cheng ve Mulla 1999).

Pestisitlerin tarımsal yararlarının yanı sıra canlılar için tehlikeli olan bu bileşikler doğaya yayılarak çevre kirliliği sorunlarını meydana getirmektedir. Bu nedenle pestisitler başlıca çevre kirliliği yapan bir kirletici olarak bilinmektedir (Yazgan, 1997). Tarımda kullanılan pestisitler toprağa düştüğü için toprakta bulunan faydalı mikroorganizmaların sayısını, çeşitliliğini, biyolojik görevlerini olumsuz yönde etkilerler (Aktar ve ark., 2009; Meena ve ark., 2016).

Pestisit ile kirlenmiş toprakların arındırılması için birçok yöntem bulunmasına karşın düşük maliyet ve doğa dostu bir yöntem olan fitoremediasyon yöntemi en çok tercih edilen yöntemlerden biri haline gelmektedir.

Fitoremediasyon; toprakta biriken pestisit ve ağır metallerin ayrıştırılması için bitki ve bitki bünyesinde bulunan mikroorganizmaların kullanımı sonucu ekolojik bir iyileştirme metodu olarak ifade edilmektedir (Çoban ve ark., 2010; Gratao, ve ark., 2005). Fitoremediasyon metodunda çevresel kirleticileri içeren, dokusunda maksimum seviyede tutan birçok yöntem vasıtası ile etkisiz hale getirebilen kümülatif bitkiler kullanılmaktadır (Terzi ve Yıldız, 2011).

Bazı bitkiler kökleri aracılığı ile topraktan kirleticileri bünyesine alarak kirleticinin kimyasal yapılarında değişime neden olmaktadır. Bu kirleticilerin bir bölümünü transpirasyon ile atmosfere, geri kalan bölümü ise herhangi bir değişikliğe uğramadan bitkide depolanmakta ve ancak bitkinin hasadı ile ortamdan uzaklaştırılmaktadır (Seven ve ark. 2018). Kirleticileri yapısında depolayan bitkiler kurutma, yakma veya kompost haline dönüştürülerek yok edilir veya uygun koşullarda depolanır (Orman ve ark., 2011).

Bu çalışmada; farklı dozlarda pestisit uygulanan toprakların bazı biyokimyasal içerikleri zamansal olarak incelenerek, yoncanın gelişimi, biyokimyasal tepkileri ve bu bitkinin fitoremediasyon yönteminde iyileştirici bitki olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2. 1 Pestisitler ve Özellikleri

Pestisitler; çeşitli tarımsal ürünlerin, üretimi, bir yerden başka bir yere aktarılması ve muhafaza edilmesi esnasında kalite özelliklerinde meydana gelebilecek zararlıların uzaklaştırılması, imha edilmesi, ve azaltılması amacı ile kullanılan kimyasal bileşikler grubu olarak adlandırılmaktadır (Matsumara, 1985; Fenik ve ark., 2011). Pestisitler tarımsal verim kayıplarının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır (Aktar ve ark., 2008; Strassemeyer ve ark., 2017).

2. 2 Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler hedef zararlı türü, kimyasal yapısı, etki biçimlerine göre sınıflandırılırlar En yaygın olarak kullanılan sınıflandırılma yöntemi hedef organizmalara göre sınıflandırmadır (Afify ve ark. 2010). Benzer kimyasal yapısındaki pestisitler kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması daha uygundur (Chau ve Afghan, 1982). Hedef türlere ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması Çizelge 2. 1.' de verilmiştir.

Çizelge 2.1.. Hedef türlerine ve kimyasal yapılarına göre pestisitlerin sınıflandırılması (Öncüer, 1995).

Hedef Türlerine Göre	Kimyasal Yapılarına Göre
▪ Fungusit (fungusları öldüren) ▪ İnsektisit (böcek öldüren) ▪ Herbisit (otları öldüren) ▪ Akarisit (akarları öldüren) ▪ Nemasit (nematodları öldüren) ▪ Mollussitit (yumuşakçaları öldüren) ▪ Afisit (yaprak bitlerini öldüren) ▪ Avisit (kuşları öldüren) ▪ Rodentisit (kemirgenleri öldüren), ▪ Bakterisit (bakterileri öldüren) ▪ Algisit (algleri öldüren)	▪ Organoklorürlü pestisitler (DDT, BHC) ▪ Organofosforlu pestisitler (paration, klorprifoz) ▪ Karbamatlı pestisitler: metomil, Karbaril) ▪ Herbisit asitler (2,4-D, 2,4,5-T) ▪ S-triazinler (atrazin, simazin) ▪ Üre herbisitler (dinuron, linuron) ▪ Piretiroidler (Deltametrin, Sipermetrin) ▪ Diğerleri (organo-civa ve kalay bileşikleri).

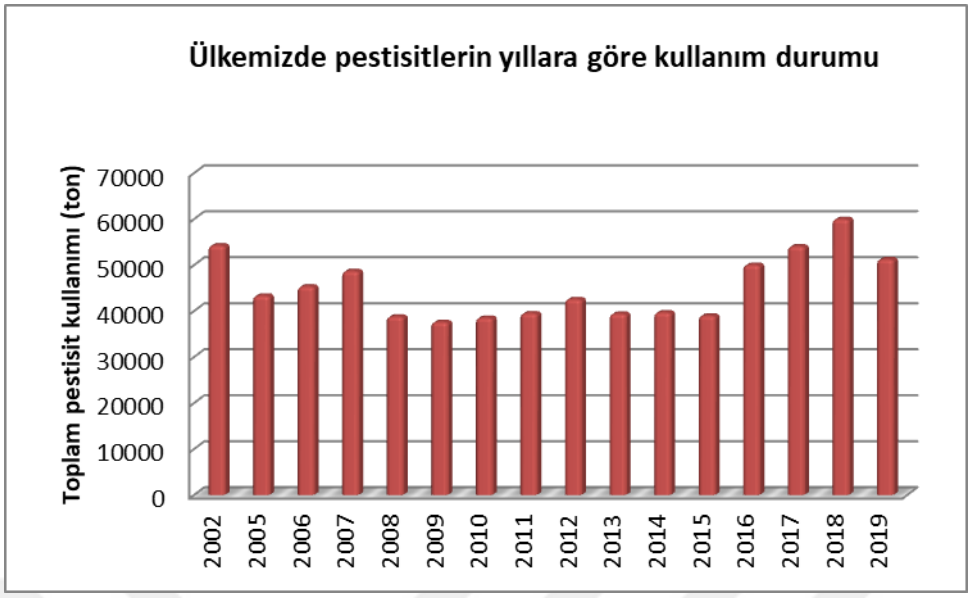
2. 3 Pestisitlerin Tarihçesi

Pestisit kullanımı üç dönemde incelenmektedir. Birinci dönem; 1870'lerden önce çeşitli doğal birleşikler kullanılarak zararlılar kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. İnsekrisitler ilk olarak yaklaşık MÖ 2500 yıllarında sümerler tarafından kullanılmıştır (Unsworth., 2010). İkinci dönem 1870-1945 yılları arasında inorganik sentetik malzemeleri kullanılmıştır. 1800'lerin sonunda İsveç'te meyve ve patateslerde mantar zararlısına karşı bakır ve kükürt bileşiklerini kullanmışlardır (Sheail, 1991). O zamandan günümüze kadar mantar zararlısını önlemek amacı ile bakır sülfat, kireç arsenik içerikli birçok inorganik kimyasallar pestisit olarak kullanılmaktadır (Bernardes ve ark., 2015). Üçüncü dönemde 1945 'ten sonra başlayıp, Diklorodifeniltrikloroetan (DDT), - Heksaklorosikloheksan (BHC), aldrin, dieldrin, endrin, klordan, parathion, kaptan ve 2,4-D'nin etkilerinin keşfi ile sentetik pestisitlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu pestisitlerin çoğunun dezavantajları, yüksek uygulama oranlarına sahip olup oldukça yüksek toksisitelilerdir (Unsworth., 2010; Zhang ve ark., 2017).

2.4 Ülkemizde Pestisit Kullanımı

Ülkemizde 2017 yılı toplam pestisit kullanımı 54.098 tondur. Pestisitlerin kullanım miktarları incelendiğindiğinde %44'unu fungusitler %23,5 ile herbisitler, %22,8 ile insektisitler, %4,9 ile akarisitler, %0,5 ile rodentisitler %12,4 ile diğerleri oluşturmaktadır. En fazla pestisit kullanan 5 ilimiz toplam kullanımın %10,1 Antalya, %9 Adana, %9'u Manisa, %5,7 Aydın ve %5,7'si Mersin'dir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019).

Ülkemizde 2020 verilerine göre tarım ilaçlarının toplam kullanımı 2019 yılına oranla %4,6 artarak 53.672 tona yükselmiştir. 2020 yılı verilerine göre gruplar bazında en çok kullanılan grup fungusitler olarak görülmektedir. Ülkemizde toplam pestisitlerin yıllara göre kullanımı aşağıdaki Şekil 2.1. de gösterilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021).

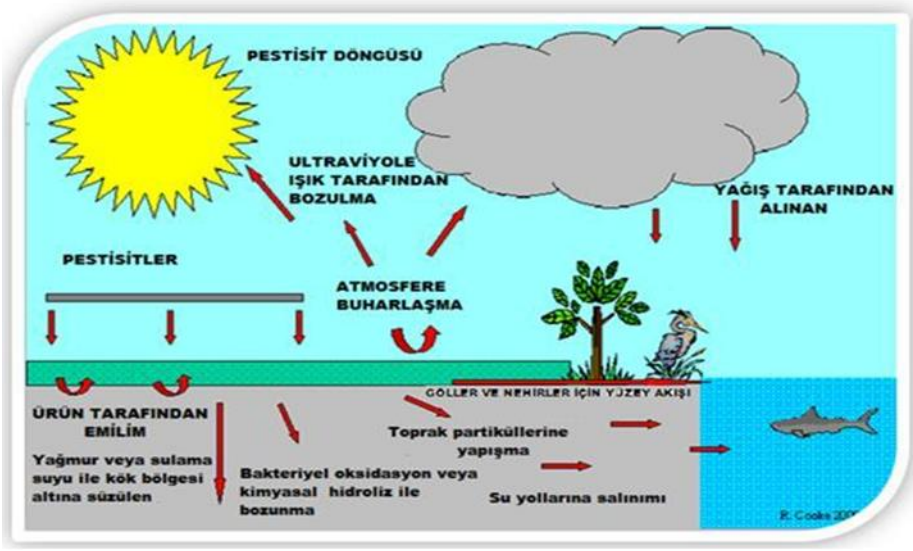


Şekil 2.1. Ülkemizde pestisitlerin yıllara göre kullanım durumu.

2.5 Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri

Pestisitlerin yaygın kullanımı sonucunda toprak, su ve hava, aynı zamanda çevre üzerinde yaşayan diğer canlılar (insan bitki ve hayvan) olumsuz etkilenmektedir. Herhangi bir bölgedeki pestisit birikimi uygulanan pestisit yoğunluğundan ve etki oranından kaynaklanmaktadır. Uygulanan pestisitler çevreye yağmur, rüzgâr yolu ile taşınıp zarar verebilmektedir (Moreno ve ark., 2006; Hajslova ve ark., 2003).

Bir pestisitin çevredeki hareketini fiziksel özellikleri kimyasal yapısı uygulama şekli ve miktarı iklim koşulları gibi faktörler etkilemektedir (Şekil 2.2). Tarımsal ürünlerin hastalık, zararlı, yabancı otlardan korumak için pestisitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak çevre olumsuz etkilenmektedir.



Şekil 2.2. Pestisitlerin doğadaki döngüsü (Tiryaki ve Potur., 2017).

2.5.1 Pestisitlerin insanlar üzerine etkileri

Pestisitlerin tarımsal yönden faydaları olmakla birlikte, uygunsuz ve kontrolsüz kullanımlarından kaynaklı kalıntılar önemli riskler oluşturmaktadır. Örneğin yüksek oranda toksik olan ve yaygın olarak kullanılan organofosfat pestisitleri insanlar üzerinde kalıcı sinir sistemi hasarlarına neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle bu pestisit 1970 'li yıllardan itibaren dünyada kullanımı yasaklanmıştır. Ancak etkileri halen devam etmektedir. Hava su toprak ve balıklar üzerindeki kalıntısı nedeni ile insanların bu maddeleri dolaylı yollar ile tüketmesi sonucu bu kimyasal insan vücudunda birikmiştir (Çelik ve ark., 2017).

2.5.2 Pestisitlerin toprak üzerine etkileri

Pestisitler doğrudan toprağa, bitki üzerine, tohum ilaçlaması olarak uygulanırlar. Bitkiye uygulanan pestisitin büyük bir kısmı toprağa düşer. Kalıcılığı yüksek olan pestisit önemli sakıncalar ortaya çıkar. Toprak pestisite karşı filtre ve tampon görevi yaparak zararlı maddeleri fiziko-kimyasal ve biyolojik vasıtalar ile engeller (Yıldırım, 2008).

Çeşitli yollar ile toprağa geçen pestisitler güneşin etkisi ile fotokimyasal bozunmaya, mikroorganizmaların etkisi ile biyolojik bozunmaya, toprak (kil ve organik madde) tarafından yüzeyden tutunarak, yüzeyden ayrılarak veya kimyasal bozulmaya uğramaktadır. Toprağın kil tipi ve miktarı, organik madde kapsamı, toprak pH'sı toprakta bulunan mikroorganizma türleri ve miktarı pestisitin bozulmasını etkileyen önemli faktörlerdir. Toprağa karışan pestisitler su vasıtası ile toprağın derinliklerine sızmakta veya buharlaşarak havaya karışabilmektedir (Altınbaş, 2004.).

2.5.3 Pestisitlerin su üzerine etkileri

Sularda pestisit kirliliği birçok sebebi bulunmaktadır. Bunlar arazi kullanımı coğrafi konum, mevsimsel değişiklikler pestisit kullanım yöntemi olarak sıralanabilir. Örneğin tarımsal faaliyetlerinin yapıldığı alanlarda su kaynaklarının en çok herbisit ile, şehir merkezlerinde bulunan su kaynaklarının ise daha çok insektisit ile kirlendiği görülmektedir. Pestisitler tarımsal alanlarda park ve bahçelerde yaygın olarak kullanıldıklarında kalıntıları yağmur suları ile birlikte dereler akarsular ile su kaynaklarına taşınmaktadır. Böylece pestisitler su kaynaklarımızı kirletmektedir (Kılınç ve Bulat, 2021).

2.5.4 Pestisitlerin hava üzerine etkileri

Pestisitler uygulandığı alanlarda bitki üzerinde ve toprak yüzeyine tutunurken bir kısımda evaporasyon ve dağılma nedeniyle havaya karışır. Rüzgarlar ile taşınan bu pestisitler kar, yağmur gibi doğa faaliyetleri sonucu yeryüzüne tekrar inmekte ve böylece hedef dışı organizmalara ulaşarak kalıntı veya toksisiteye neden olabilmektedir (Sofuoğlu, 2009; Öğüt ve Seçilmiş, 2009).

Hava yolu ile pestisit parçacıkları uzak bölgelere taşınabilmektedir. Havanın bu özelliğinden dolayı uygulanan pestisitler yaşam alanlarına park ve bahçelere su kaynaklarına ormanlara bitkilere ulaşarak toksik etki yapabilmektedir. Bu nedenle pestisitlerin havadan ilaçlanması tavsiye edilmemektedir. (Öden, 2009).

2.6 Pestisitlerin Arındırılmasında Remediasyon Yöntemi

Bulunduğu ortamdan pestisitin uzaklaştırılması, yok edilmesi veya stabilize edilmesi için çeşitli remediasyon teknolojileri (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) kullanılmaktadır. Fiziksel ve kimyasal yöntemlerin maliyetinin yüksek olması kirleticiyi ortamdan tamamen arındırmaması, uygulamalarda fazla enerji pahalı ekipmana gereksinim duyması nedeni ile dezavantajları bulunmaktadır (Yılmazer, 2006).

Biyolojik remediasyon ile çeşitli bitkiler, algler, bakteriler, mantarlar gibi canlı organizmalar kullanılarak uzun vadeli ve düşük maliyetli ortamın arındırılması sağlanmaktadır. Son zamanlarda kirleticilerin (ağır metaller, pestisitler, tuzlar vb.) giderilmesinde uygulanan biyolojik yöntemlerin en önemlilerinden birisi de Fitoremediasyon (bitkilerle iyileştirme) yöntemidir. Bu yöntemde ortamdaki kirleticilerin uzaklaştırılmasında bitkiler (halofit, hiperakümülatör) kullanılmaktadır (Rittmann ve McCarty, 2001, Karakaş ve ark., 2021).

Rissato ve ark., (2015)' de yaptıkları araştırmada toprağa uyguladıkları 15 farklı pestisiti (test edilen kirletici maddeler heksaklorosikloheksan (HCH), DDT, heptaklor, aldrin ve diğerleriydi) *Ricinus communis* bitkisi ile arındırmayı çalışmışlardır. Bu bitkinin yüksek oranda kirleticileri tutuğu, ortamı %25- %70 oranında temizlediğini bildirmişlerdir.

Romeh (2009), yapmış olduğu çalışmada su ve toprak ortamındaki imidacloprid insektisitini (10 $\mu g\ gm^{-1}$) *Plantago majör* (sinirli ot) bitkisini kullanılarak arındırmaya çalışmıştır. Su ortamındaki çalışmada imidacloprid insektisitinin bitkinin kök, yaprak ve meyvelerinde önemli derecede biriktiğini belirtmiştir. Bitkili ortamda yarılanma ömrü 4.8 gün iken bitkisiz ortamda 8.4 gün olduğunu ifade etmiştir. Fitotransformasyon yolu ile arındırıldığını belirtmiştir.

Ören ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmada bazı fungisit ve insektisitlerin toplam canlı bakteri, aktinomiset, maya-küf üzerine etkisini araştırmışlardır. Safomyl

fungusiti uygulanan toprakta, maya-küf sayısının arttığını, Decis insektisi uygulanan toprakta, toplam bakteri sayısında azalma görüldüğünü belirtmişlerdir. Tefralin herbisit uygulanan toprakda toplam maya-küf ve canlı bakteride azalma tespit etmişlerdir.

Al-Qurainy ve Abdel-Megeed (2009), dört farklı bitki (*Amaranthus caudate, Lactuca sativa, Nasturtium officinale ve Phaseolus vulgaris)* kullanarak pestisit (dimethoate ve malathion) kalıntılarını incelemişlerdir. Bu bitkilerin dimethoate ve malathion kalıntılarını hızlı bir şekilde bozunuma uğratığını ve fitoremediasyon tekniğinde kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2020)'de yaptıkları çalışmada chloprifos ve glyphosat pestisitleri önerilen doz ve önerilen dozun iki katı olmak üzere ikişer farklı dozda toprağa uygulamışlardır. Deneme sonucunda mikroorganizma sayılarında chlorpyrifosun önerilen dozunda artış olduğunu, chlorpyrifosun önerilen dozun iki katı uygulamasında ise kontrole göre fark olmadığını ifade etmişlerdir. Katalaz enzim aktivitesi chlorpyrifosun iki kat uygulamasında önemli düzeyde artığını, üreaz enzimi aktivitesi chlorpyrifos ve glyphosate uygulamalarının her iki dozlarında istatistiksel fark görülmediğini belirtmişlerdir.

Küçük ve ark. (2016)'da yaptıkları çalışmada invitro koşullarında uyguladığı fungusitlerin (karbendazim, mankozeb ve tebukonazol) toprak solunumu, toprağın mikrobiyal sayısı, üreaz ve katalaz enzim aktivitelerine etkileri 40 günlük inkübasyon ile belirlenmiştir. Karbendazim uygulamasının beşinci gününden sonra katalaz enzim aktivitelerinde düşüş olduğunu belirlemişlerdir. En düşük katalaz aktivitesi yirmi beşinci ve otuzuncu inkübasyon süresinde tespit etmişlerdir. Üreaz enzim aktivitesi inkübasyonun yirmi beşinci Gününden itibaren arttığı belirlenmiştir.

Koç ve Yardım (2019), yılında yaptıkları çalışmada buğday agro-ekosisteminde kullanılan pestisitler ve odun sirkesinin toprak pH ve EC değerlerine etkilerini araştırmışlardır. Pestisit ve odun sirkesi çeşidi ile dozunun fark etmeksizin sadece muamele öncesi sonrası ve hasat sonu zamanının etkili olduğunu

belirtmişlerdir. Kullanılan pestisit ve odun sirkesinin organik bir ürün olması dolayısı ile doğada çabuk parçalanması veya iklim koşullarının toprak pH ve EC değerlerini etkilediklerini belirtmişlerdir. Bitki koruma amaçlı kullanılan pestisitlerin (önerilen doz) ve farklı doz odun sirkesinin toprak pH ve EC değerlerinde istatistiksel olarak olumlu veya olumsuz etkisinin görülmediğini belirtmişlerdir. Buna karşın Namlı ve ark. (2014) sera denemesinde uyguladıkları odun sirkesinin toprak pH ve EC değerlerini kontrole göre değiştirdiğini ifade etmişlerdir.

Cui ve Yang (2011), yılında yaptıkları çalışmada toprağa uygulanan napropamid pestisitinin yonca bitkisi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Napropamid'in yonca bitkisinin kök gelişimini önemli ölçüde engellediği tespit edilmiştir. Yoncanın kuru ağırlığı da napropamide uygulamasından etkilenmiştir. Bitki klorofil içeriği kontrole oranla napropamid uygulamalarında düşük olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde sera koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada bitkisel metaryal olarak yonca *(Medicago sativa L.)*, çeşit olarak Nimet kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprak Harran Üniversitesi Osmanbey kampüsünden temin edilmiştir. Alınan topraklar temiz bir ortamda kurutulup elenerek denemeye hazır hale getirilmiştir. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.1.' de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özellikleri	EC (dS m^{-1})	pH	Bünye	Kireç (%)	Organik madde (%)
	1.17	7.73	Killi	23.43	0.74

Pestisit uygulamalarıda insektisit, herbisit ve fungusit kullanılmıştır. Pestisitlerin ticari ismleri, hedef türleri, etken maddeleri, tavsiye edilen dozları Çizelge 3. 2.' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Uygulamada kullanılan pestisitler

Ticari İsim	Hederf Türü	Etken Maddesi	Tavsiye Edilen Doz
Kung-fu 5 EC	İnsektisit	50 g/l Lambda-cyhalothrin	50 ml/da
Kaptan	Fungusit	%50 CAPTAN	300 g/100 L Su
Korfaram ec	Herbisit	452.42 g/L 2.4-D EHE (300 GAE) + 6.25 g/L Florasulam	50 ml/da

3.2. Yöntem

Tesadüf parselleri deneme desenine göre saksılar 4 tekerrürlü olarak tasarlanmıştır. Her bir saksıya 5 kg hava kurusu toprak ilave edilmiştir. Daha sonra ilgili saksılara 50 adet yonca tohumu ekilmiştir. Ekimden 30 gün sonra farlı

dozlardaki pestisitler sulama suyu ile her bir saksıya uygulanmıştır. Farklı dozdaki pestisitler ve uygulamalar: kontrol; (pestisit yok) bitkili saksı (BP0), bitki olmayan saksı (TP0), tavsiye edilen doz; bitkili saksı (BP1) ve bitki olmayan saksı (TP1), tavsiye edilen doz 3 katı; bitkili saksı (BP2) ve bitki olmayan saksı (TP2), ve doz tavsiye edilen dozun 9 katı; bitkili saksı (BP3) ve bitki olmayan saksı (TP3) olarak belirtilmiştir. Uygulama şeması aşağıda Çizelge 3.3. verilmiştir. Pestisit uygulamalarının 15. günü, 30. günü ve 45. günü saksılardan toprak örnekleri alınmıştır. Pestisit uygulamalarının 45. günü bitkilerin hasadı yapılmıştır. Hasat edilen bitkilerde (bitki yeşil aksam yaş ağırlık, bitki kuru ağırlık, klorofil-a, klorofil-b, prolin, katalaz ve peroksidaz antioksidan enzimleri) ve topraklarda (üreaz, dehidrogenaz, katalaz, pH ve EC) analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Farklı dozdaki pestisitler ve uygulamaları

Kontrol (Pestisit yok)	Tavsiye edilen doz	Tavsiye edilen dozun 3 katı	Tavsiye edilen dozun 9 katı
Pestisit yok Bitki var (BP0)	Pestisit + Bitki var (BP1)	Pestisit + Bitki var (BP2)	Pestisit + Bitki var (BP3)
Pestisit yok + Bitki yok (TP0)	Pestisit + Bitki yok (TP1)	Pestisit + Bitki yok (TP2)	Pestisit + Bitki yok (TP3)

3.2.1. Bazı bitki parametreleri

Hasat sonrası bitkilerde; yeşil aksam yaş ağırlık (YA), kuru ağırlık (KA), klorofil-a (Chl-a), klorofil-b (Chl-b), prolin, katalaz (CAT), ve peroksidaz (POX) antioksidan enzim analizleri yapılmıştır.

Hasat edilen yonca bitkisinin gelişim parametrelerinden yaş ağırlık (YA) hasattan hemen sonra hassas terazide ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlıkları (KA) 70 ^{o}C etüvde 72 saat bekletildikten sonra hassas terazide ağırlıkları alınarak belirlenmiştir (Şekil 3. 1.).



Şekil 3.1. Farklı pestisit ortamında yetiştirilen yonca bitkisinin gelişiminden bir görünüm

Bitkide Klorofil İçeriği (Chl-a ve Chl-b) Arnon (1949) yönteminde birkaç küçük değişiklik yapılarak belirlenmiştir (Karakaş ve ark., 2021). Taze bitki yaprağı (0.5 g) %80 aseton/su karışımından 10 ml alınarak homojenize edilmiştir (Şekil 3. 2.). Karışım Watman 42 nolu filtre kağıdından geçirilmiş ve UV microplate spektrofotometrede (Epoch, SN:1611187, USA) Chl-a 663, Chl-645'de absorbanları okutulmuştur. Sonuçlar mg g^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.2. Klorofil analizinden bir görüntü

Bitkilerin prolin içeriğinin belirlenmesi Bates ve ark. (1973)'nın yönteminde ufak birkaç değişiklik yapılarak (Karakaş ve ark., 2021) belirlenmiştir. Taze bitki yaprakları (0.5 g) %3 lük 10 ml sulfosalisilik asit içerisinde homojenize edilmiştir. Ekstrakt filtre kağıdından (Whatman 42) geçirilmiştir. Sonra 2ml ekstrak üzerine 2 ml asit-ninhidrin çözeltisi eklenmiş ve 100 °C'de 60 dakika kaynatılmıştır. Hızlıca buz içerisinde soğutulan reaksiyon karışımına 5 ml tolin eklenerek ve 20 sn vortex ile karıştırılıp 20 dakika bekletilerek 2 faz oluşması sağlanmıştır. Üst faz alınarak absorbans değerleri UV microplate spektrofotometrede (Epoch, SN:1611187, ABD) 515 nm saf toluen kontrolüne karşı okuması yapılmıştır (Şekil 3. 3.). Prolin sonuçları µmol g^{-1} taze ağırlık olarak belirlenmiştir. Sonuçlar aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\mu mol \text{ prolin } g^{-1} \text{ taze ağ} = \frac{\left[(\mu g \text{ prolin } ml^{-1} \text{ x toluen hacmi (ml)}/(115.5\ \mu g\ \mu mol^{-1})\right]}{(g \text{ örnek}/5)} \quad (3.1)$$



Şekil 3.3. Prolin analizinden bir görüntü

Bitkilerin peroksidaz enzim aktivitesinin (EC.1.11.1.7) belirlenmesinde Cvikorová ve ark. (1994) tarafından belirlenen yöntemde birkaç küçük değişiklikler yapılarak belirlenmiştir (Karakas ve ark., 2021). Taze yapraklar (0.5 g) 50 mmol L^{-1} Na-fosfat tampon çözeltisi içinde homojenize edilmiş ve reaksiyon karışımı (10 µl homojenat, 13 mM guaiacol, 5 mmol L^{-1} H_2O_2 ve 50 mmol L^{-1} Na-fosfat ve pH 6.5) 470 nm de 1 dakika ara ile üç kez UV mikroplate spektrofotometrede (Epoch, SN: 1611187, ABD) ölçülmüş ve sonuçlar ünite mg^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

Bitkilerin katalaz enzim aktivitesinin belirlenmesinde Aebi (1984) tarafından bildirilen prosedürde birkaç küçük değişiklikler yapılarak belirlenmiştir (Karakas ve ark., 2021). Reaksiyon karışımının (50 µl homojenat, 50 mmol L^{-1} Na-fosfat, 10 mmol L^{-1} H_2O_2 ve 4 mmol L^{-1} Na_2EDTA) 240 nm'deki absorbans değişimi 30 sn süre ile ölçülmüştür. Sonuçlar ünite mg^{-1} taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.2. Bazı toprak parametreleri

Deneme süresinde belirli aralıklar ile alınan (15. gün, 30. gün, 45. gün) toprak numunelerinde üreaz, dehidrogenaz, katalaz, pH ve EC belirlenmiştir (Şekil 3. 5.).

Üreaz enzim aktivitesinin belirlenmesinde Tabatabai ve Bremner (1972) tarafından bildirilen yöntem kullanılmıştır. Toprak örneği (2 g) test tüplerine aktarılmıştır. Üzerine sitrat tampon çözeltisi (2 ml) ve %10' luk üre ilave edilmiştir. Ağzı kapatılan deney tüpleri 37 $^{\circ}$C 1 saat inkube edilmiştir. Aynı koşullarda topraksız kontrol (kör örnek) İnkubasyon sonunda test tüplerine 4 ml sodyum fenolat ve 3 ml sodyum hipokloride (NaOCI) ilave edilerek santrifüj (15 dk 3500 rpm) edildikten sonra UV mikroplate spektrofotometrede (Epoch, SN: 1611187, ABD) absorbans değerleri okutulmuştur. Sonuçlar µg N g^{-1} kuru toprak h^{-1} olarak ifade edilmiştir.

Toprak Dehidrogenaz (DHG) enziminin ana prensibi havasız koşullar altında canlı hücrelerin çözeltideki triphenly tetrazolium chloride (TTC) ile temasa geçerek TTC'yi triphenly formazan (TPF) dönüştürlmesi esasına dayanmaktadır. Toprak dehidrogenaz enzim aktivitesinin belirlenmesinde Tabatabai (1982) yöntemi kullanılmıştır. Toprak örnekleri (2 g) cam tüplere konularak üzerine 1 ml %3 TTC ve 2.5 ml glikoz ilave edilmiştir. Daha sonra tüplerin kapakları kapatılarak 25 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Kontrol tüpleri ise aynı koşullarda topraksız olarak hazırlanmıştır. İnkubasyon sonunda tüplere bir miktar metanol eklenerek filtre edilmiş ve son hacim methanol ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra 485 nm'de UV mikroplate spektrofotometrede (Epoch, SN: 1611187, ABD) absorbans okumaları yapılmıştır. Topraktaki TPF'nin miktarı µL hidrojene çevrilerek sonuçlar µg TPF g^{-1} kuru toprak h^{-1} olarak ifade edilmiştir.

Toprak Katalaz enzim aktivitesi Karaca ve ark. (1998) yöntemine göre Scheibler kalsimetre aleti ile volumetrik olarak ölçülmüştür. Toprak örneği (5 g) üzerine 10 ml fosfat bufer çözeltisi eklenerek 10 dk bekletilmiştir. Küçük tüplere 3 ml %30'luk hidrojen peroksit ilave edilerek topraklara dökülmeyecek şekilde kalsimetre kavanozlarına yerleştirilmiştir. Daha sonra kavanozların ağızları

kapatılarak hidrojen peroksitin toprağa dökülmesi sağlanmış ve 3 dk çalkalanarak oksijen çıkışı ml olarak belirlenmiştir. Sonuçlar katalaz aktivitesi ml O_2 g^{-1} kuru toprak olarak belirlenmiştir.

Toprak pH' sının belirlenmesinde Richards (1954) yöntemi kullanulmıştır. Alınan toprak örnekleri oda sıcaklığında kurutularak 2 mm' lik elekten geçirilmiştir. Daha sonra 20 g toprak örneği alınıp üzerine 50 ml saf su ilave edilmiştir (1:2.5 oranı). Bir saat bekletilen karışım pH metre ile ölçümü yapılmıştır.

Toprakta elektriksel iletkenlik (EC)' nin belirlenmesi Richards (1954) yöntemine göre belirlenmiştir. 1:2.5 oranında hazırlanan toprak saf su karışımı EC metre ile ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Toprak analizlerinden bir görüntü

3.2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar SPSS (version 22.0) ile ANOVA varyans analizleri Duncan testi kullanılarak $P \leq 0.05$ önem düzeyinde sorgulanmış ve değerlerin ortalamaları ve standart hata değerleri (±) belirlenmiştir. Sonuçlar grafikler ve tablo halinde verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Bitki Gelişimi ve Biyokimyasal Parametreler

Farklı pestisit dozlarında yetiştirilen yonca bitkisinin YA, KA, Chl-a, Chl-b, prolin, POX ve CAT antioxsidan enzim içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4. 1 Yonca bitkisinin farklı pestisit dozlarındaki gelişim ve biyokimyasal analiz sonuçları

Uygulamalar	BP0	BP1	BP2	BP3	P≤0.05
YA (g saksı$^{-1}$)	16.26±0.48a	10.69±0.40b	6.17±0.38c	4.43±0.04d	0.00
KA (g saksı$^{-1}$)	3.25±0.10a	2.49±0.10b	1.64±0.10c	0.88±0.01d	0.00
Chl-a (mg g^{-1})	0.75±0.05a	0.49±0.03b	0.23±0.05c	0.19±0.02c	0.00
Chl-b (mg g^{-1})	0.45±0.03a	0.32±0.03b	0.18±0.04c	0.18±0.01c	0.00
Prolin (µmol g^{-1} taze ağ.)	2.45±0.70c	6.39±0.99c	20.28±2.29b	31.56±2.06a	0.00
POX (ünite mg^{-1} taze ağ.)	0.66±0.08b	1.02±0.22b	2.57±0.43a	2.94±0.18a	0.00
CAT (ünite mg^{-1} taze ağ.)	0.34±0.08c	1.43±0.10a	0.87±0.17b	0.16±0.01c	0.00

Uygulamalar P≤0.05 önem düzeyinde sorgulanarak ortalamalar, standart hata (±), a, b, c, d, harfleri ile belirtilmiştir.

Yonca bitkisinin gelişim ve biyokimyasal özellikleri üzerine farklı pestisit dozlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.05, Çizelge 4.1.). Sonuçlar incelendiğinde farklı pestisit doz uygulamalarında tavsiye edilen doz ve üzerindeki uygulanan pestisit dozlarının bitki gelişiminde azalmalara neden olmuştur. BP0 uygulamasında en yüksek YA (16.26 g), BP3 uygulamasında ise en düşük YA (4.43) g olarak belirlenmiştir. Çizelgede belirtilen bitki KA incelendiğinde BP0 uygulamasında (3.25) g en yüksek, BP3 uygulamasında ise en düşük KA (0.88 g) belirlenmiştir.

Pestisit farklı doz uygulamalarının yonca bitkisi klorofil (Chl-a ve Chl-b) içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.05, Çizelge 4.1.).

Bulunan sonuçlar incelendiğinde tavsiye edilen doz ve üzerindeki pestisit uygulamalarının yonca bitkisi klorofil (Chl-a ve Chl-b) içeriğinde azalmalara neden olmuştur. En yüksek Chl-a; BP0 uygulamasında (0.75 mg g^{-1}), en düşük Chl-a ise BP3 uygulamasında (0.19 mg g^{-1}) olarak belirlenmiştir. En yüksek Chl-b; BP0 uygulamasında (0.45 mg g^{-1}), en düşük Chl-b ise BP3 uygulamasında (0.18 mg g^{-1}) olarak belirlenmiştir. Bitkiler abiyotik stres koşullarında (tuz, ağır metal, sıcaklık vb.) klorofil miktarının azalmasına neden olur. Bitkilerde toprak kirliliği (ağır metal pestisit vb.) koşullarında yetiştirilen bitkilerde klorofil sentezi olumsuz etkilenerek klorofil içeriklerinde azalmalar görülür. Cui ve Yang (2011)'de yaptıkları çalışmada farklı yonca bitki türlerine uyguladıkları napropamid herbisitinin bitki gelişim ve klorofil içeriğini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar çalışmamızda tespit edilmiştir.

Yonca bitkisinin artan pestisit uygulamalarında prolin içeriğinin arttığı görülmüştür. BP0 kontrol grubunda bitki prolin içeriği 2.45 µmol g^{-1} taze ağ belirlenmiştir. BP3 tavsiye edilen dozun 9 katı uygulamalarında prolin miktarı 31.56 µmol g^{-1} taze ağ. Belirlenip kontrol grubuna göre 13 kat artış göstermiştir. Bitki stres koşullarında prolin içeriğinin arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Yavaş ve ark., 2020). Bizim sonuçlarımıza göre prolin birikimi artan pestisit dozlarında kontrole oranla artmıştır. Benzer bulgular gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Kaya (2019)'da yaptığı çalışmada 3 farklı dozda uyguladığı Metaflumizone insektisitinin bitki prolin içeriğini araştırmış bizim çalışmamız ile benzer olarak pestisit dozları arttıkça bitki prolin içeriğinin arttığını tespit etmiştir.

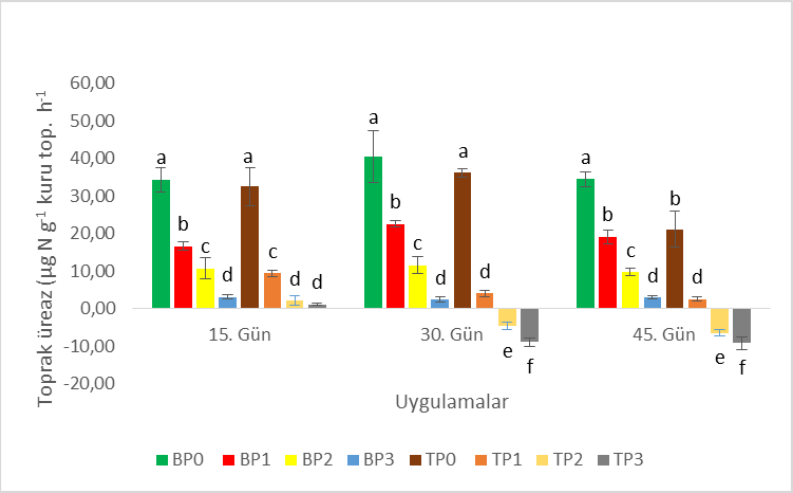
Abiyotik stres koşulları bitkilerde reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimine neden olup, bitki hücrelerinin zarar görmesine neden olmaktadır. Bitkiler antioksidan enzimleri üreterek ROS birikimini yok etmeye ve stres koşullarında hayatta kalmaya çalışırlar (Dikilitaş ve ark., 2021). Bizim sonuçlarımıza göre yonca bitkisi artan pestisit dozlarında POX antioksidan enzim içeriklerinde BP0 (kontrol) oranla BP2 ve BP3'de artış belirlenmiştir. CAT antioksidan enzim içerikleri BP0 uygulamalarına oranla BP1 ve BP2 de artmış ancak BP3 de uygulamasında azalmıştır. Tavsiye edilen

dozun 9 katı uygulamalarında CAT antioksidan enziminin aktivasyonunu olumsuz etkilemiştir (Çizelge 4.1.).

Farklı pestisitlere maruz kalan bitkilerde enzim aktivitelerinin arttığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Zhang ve ark., 2014; Whang ve Zhang, 2017). Benzer sonuçlar Whang ve Zhang (2017) klorpirifosa insektisitine maruz kalan buğdayda belirlenmiştir. Yine Bertrand ve ark. (2017)' de yapmış oldukları araştırmada klorpirifosa insektisitine maruz kalan küçük su yosunu bitkisinin insektisit stresine karşı antioksidan enzim aktivitesinin arttığını söylemişlerdir.

4.2 Toprak Parametreleri

Pestisit uygulamalarının 15. günü, 30. günü ve 45. günü alınan toprak örneklerinde Üreaz, dehidrogenaz (DHG), toprak CAT, pH ve EC belirlenmiştir. Toprak üreaz enzim içerikleri Şekil 4.1.'de, varyans analizi Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Farklı pestisit dozlarının yonca bitkisi olan ve olmayan toprakların 15, 30 ve 45. gün toprak üreaz enzimi içerikleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Üreaz enzimi içerikleri en yüksek (BP0) ve (TP0) uygulamalarında, en düşük ise bitkisiz toprak uygulamalarındaki TP2 ve TP3 uygulamalarında görülmüştür. Bitki yetiştirilen topraklardaki üreaz enzim içeriği tüm uygulamalarda ve tüm zamansal örneklemelerde bitkisiz olan topraklardan daha yüksek olduğu görülmüştür.



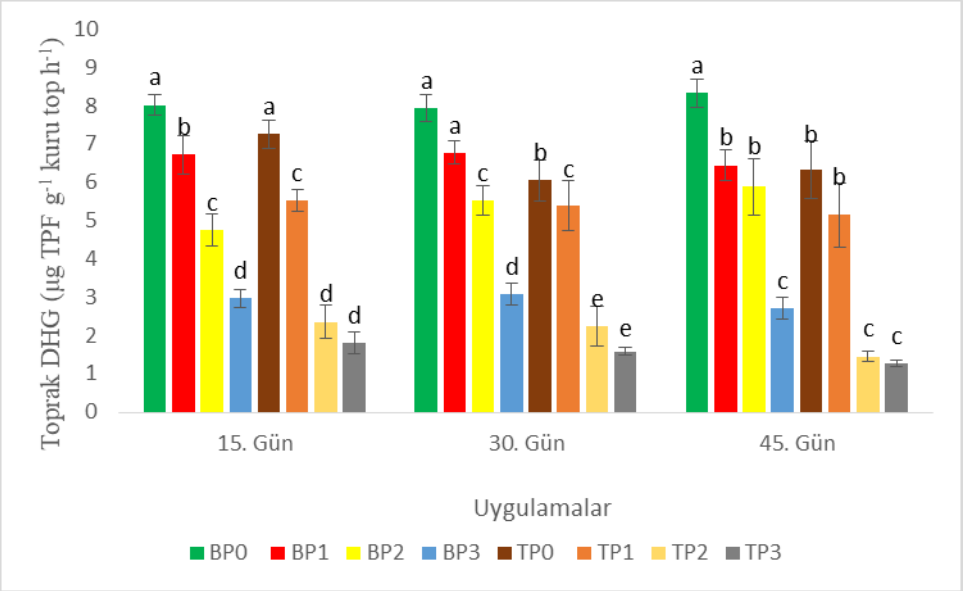
Şekil 4.1 Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak üreaz aktivitesine etkisi

Çizelge 4. 2. Üreaz enzim içerikleri varyans analizi

Günler	Uygulamalar	Tekerür (n)	Ortalama±St. Hata	Önem Düzeyi (P≤0,05)
15	BP0	4	34.25±3.27a	0.00
	BP1	4	16.56±1.11b	
	BP2	4	10.65±2.91c	
	BP3	4	3.00±0.61d	
	TP0	4	32.37±5.10a	
	TP1	4	9.38±1.35c	
	TP2	4	2.05±0.83d	
	TP3	4	1.06±0.19e	
30.	BP0	4	40.3±6.87a	0.00
	BP1	4	22.50±0.90b	
	BP2	4	11.47±2.31c	
	BP3	4	2.35±0.63d	
	TP0	4	36.05±1.17a	
	TP1	4	3.97±0.79c	
	TP2	4	-4.74±1.04d	
	TP3	4	-9.01±0.93e	
45	BP0	4	34.32±2.06a	0.00
	BP1	4	19,03±1.90b	
	BP2	4	9,61±1.03c	
	BP3	4	2,85±0.45d	
	TP0	4	21,09±4.89b	
	TP1	4	2,48±0.64d	
	TP2	4	-6,51±0.90e	
	TP3	4	-9,29±1.62e	

Uygulamalar P≤0.05 önem düzeyinde kendi gününde sorgulanarak ortalamalar, standart hata (±), a, b, c, d, e harfleri ile belirtilmiştir.

Farklı dozda uygulanan pestisitler toprak DHG içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 15. gün, 30. gün ve 45. gün alınan toprak örneklerindeki DHG en yüksek BP0, en düşük ise TP2 ve TP3 uygulamalarında görülmüştür. Bitkili olan toprakların DHG'si bitkisiz topraklarınkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2., Çizelge 4. 3.).



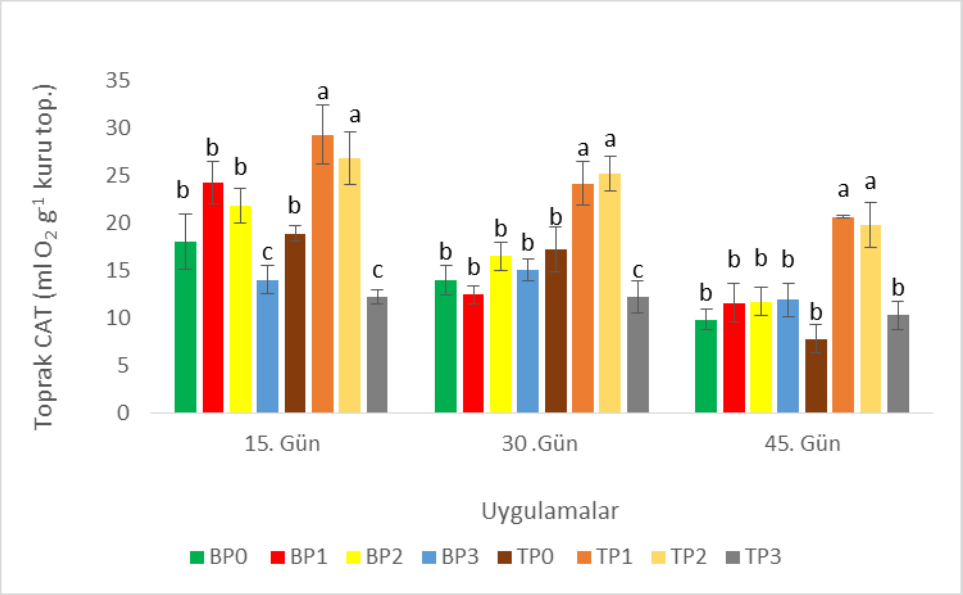
Şekil 4.2 Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak DHG aktivitesine etkisi

Çizelge 4. 3. DHG enzim içerikleri varyans analizi

Günler	Uygulamalar	Tekerür (n)	Ortalama±St. Hata	Önem Düzeyi (P≤0,05)
15	BP0	4	8.03±0.28a	0.00
	BP1	4	6.73±0.50b	
	BP2	4	4.76±0.42c	
	BP3	4	2.98±0.24d	
	TP0	4	7.27±0.36a	
	TP1	4	5.54±0.29c	
	TP2	4	2.36±0.43d	
	TP3	4	1.81±0.27d	
30	BP0	4	7.94±0.36a	0.00
	BP1	4	6.78±0.30a	
	BP2	4	5.53±0.39c	
	BP3	4	3.08±0.29d	
	TP0	4	6.07±0.53b	
	TP1	4	5.40±0.65c	
	TP2	4	2.25±0.52e	
	TP3	4	1.59±0.10e	
45	BP0	4	8.34±0.37a	0.00
	BP1	4	6.45±0.39b	
	BP2	4	5.89±0.74b	
	BP3	4	2.72±0.29c	
	TP0	4	6.33±0.75b	
	TP1	4	5.16±0.83b	
	TP2	4	1.46±0.12c	
	TP3	4	1.27±0.08c	

Uygulamalar P≤0.05 önem düzeyinde kendi gününde sorgulanarak ortalamalar, standart hata (±), a, b, c, d, e harfleri ile belirtilmiştir.

Farklı dozlarda uygulanan pestisitler toprak katalaz enzim aktivitesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P≤0.05, Şekil 4.3., Çizelge 4. 4.) 15. gün, 30. gün ve 45. gün alınan toprak örnekleri incelendiğinde tüm zamanlarda katalaz enzim aktivitesinin en yüksek değeri TP1 ve TP2 uygulamalarında görülmüştür. Yine tüm zamanlarda katalaz enzim aktivitesi en düşük TP3 uygulamasında görülmüştür. Tavsiye edilen dozun 9 katı pestisit uygulaması toprak katalaz enzim aktivitesinde azalmalara neden olmuştur.



Şekil 4.3 Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak Katalaz aktivitesine etkisi

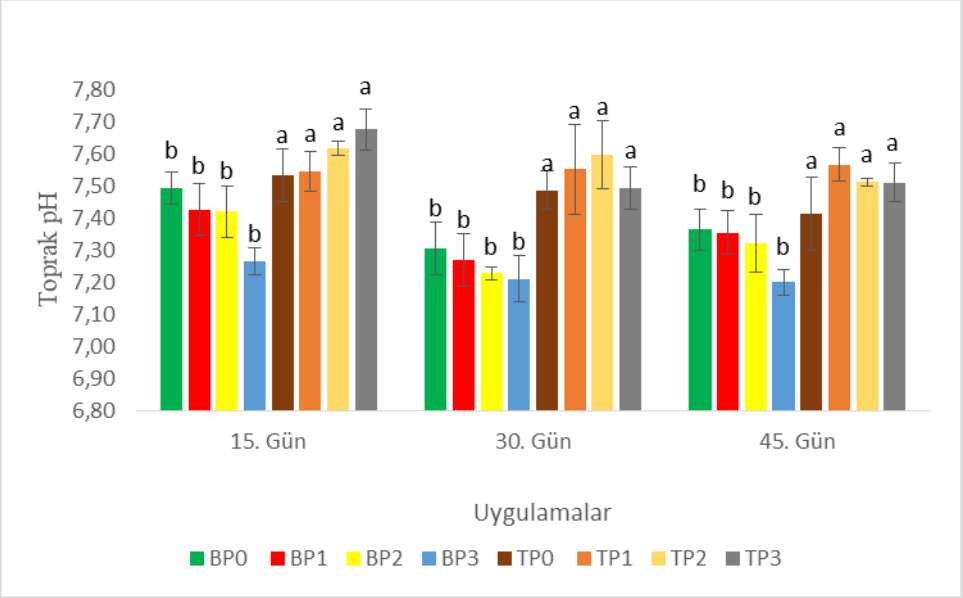
Toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, bitki örtüsü, bitki gelişim aşamaları, gübreleme, toprak pH' sı ve abiyotik stres koşulları toprak enzim aktivitelerini etkilemektedir (Karakaş ve Ark., 2021). Bizim çalışmamızda da farklı pestisit dozlarında yetiştirilen yonca bitkisi ve zamansal değişim toprakların üreaz, DHG ve toprak CAT enzim aktiviteleri üzerine etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. 4.. Toprak Katalaz varyans analizi

Günler	Uygulamalar	Tekerür (n)	Ortalama±St. Hata	Önem Düzeyi (P≤0,05)
15	BP0	4	18.11±2.91b	0.00
	BP1	4	24.26±2.24b	
	BP2	4	21.87±1.83b	
	BP3	4	14.06±1.45c	
	TP0	4	18.93±0.86b	
	TP1	4	29.32±3.09a	
	TP2	4	26.83±2.77a	
	TP3	4	12.26±0.73c	
30	BP0	4	14.06±1.56b	0.00
	BP1	4	12.48±0.92b	
	BP2	4	16.53±1.50b	
	BP3	4	15.03±1.16b	
	TP0	4	17.26±2.36b	
	TP1	4	24.19±2.34a	
	TP2	4	25.23±1.83a	
	TP3	4	12.26±1.67c	
45	BP0	4	9.84±1.11b	0.00
	BP1	4	11.62±2.02b	
	BP2	4	11.73±1.51b	
	BP3	4	11.91±1.80b	
	TP0	4	7.80±1.50b	
	TP1	4	20.69±0.09a	
	TP2	4	19.83±2.37a	
	TP3	4	10.33±1.50b	

Uygulamalar P≤0.05 önem düzeyinde kendi gününde sorgulanarak ortalamalar, standart hata (±), a, b, c harfleri ile belirtilmiştir.

Farklı pestisit uygulamalarının toprak pH üzerine etkisi incelendiğinde 15. Gün, 30. gün ve 45. günde alınan toprak pH'larının istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.4., Çizelge 4.5.). Yonca bitkisi bulunan toprakların pH'sı bitkisiz topraklardan daha düşük olduğu görülmüştür. Yonca bitkisinin kök salgıları nedeni ile ortamın pH' sının değiştiği öngörülmektedir.



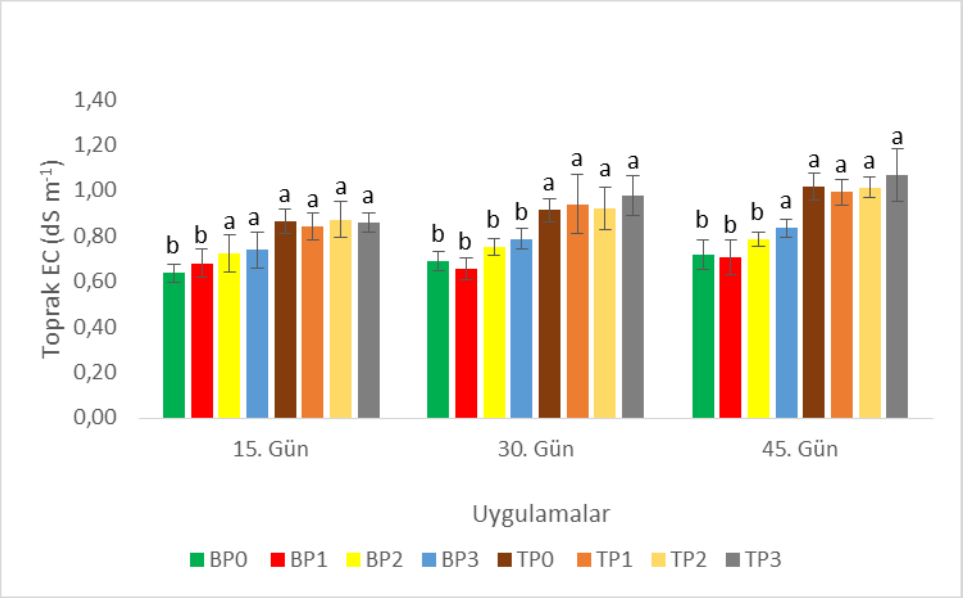
Şekil 4.4 Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak pH değerlerine etkisi

Çizelge 4. 5. Toprak pH varyans analizi

Günler	Uygulamalar	Tekerür (n)	Ortalama±St. Hata	Önem Düzeyi (P≤0,05)
15	BP0	4	7.50±0.05b	0.011
	BP1	4	7.43±0.08b	
	BP2	4	7.42±0.08b	
	BP3	4	7.27±0.04b	
	TP0	4	7.53±0.08a	
	TP1	4	7.55±0.06a	
	TP2	4	7.62±0.02a	
	TP3	4	7.68±0.06a	
30	BP0	4	7.31±0.08b	0.011
	BP1	4	7.27±0.08b	
	BP2	4	7.23±0.02b	
	BP3	4	7.21±0.07b	
	TP0	4	7.49±0.06a	
	TP1	4	7.55±0.14a	
	TP2	4	7.60±0.11a	
	TP3	4	7.49±0.06a	
45	BP0	4	7.36±0.06b	0.027
	BP1	4	7.35±0.07b	
	BP2	4	7.32±0.09b	
	BP3	4	7.20±0.04b	
	TP0	4	7.41±0.11a	
	TP1	4	7.57±0.05a	
	TP2	4	7.51±0.01a	
	TP3	4	7.51±0.06a	

Uygulamalar P≤0,05 önem düzeyinde kendi gününde sorgulanarak ortalamalar, standart hata (±), a, b harfleri ile belirtilmiştir.

Toprak EC içerikleri farklı doz pestisit uygulamalarında en düşük yonca bitkisi yetiştirilen saksı topraklarında görülmüştür (Şekil 4.5., Çizelge 4. 6.). Yonca bitkisi toprak iyonlarını bünyesine alarak toprak EC sinin düşük çıkmasına neden olabilmektedir



Şekil 4.5. Farklı pestisit dozlarının ve zamansal değişiminin toprak EC değerlerine etkisi

Çizelge 4. 6. Toprak EC varyans analizi

Günler	Uygulamalar	Tekerür (n)	Ortalama±St. Hata	Önem Düzeyi (P≤0,05)
15	BP0	4	0.64±0.04b	0.113
	BP1	4	0.68±0.06b	
	BP2	4	0.73±0.08a	
	BP3	4	0.74±0.08a	
	TP0	4	0.87±0.05a	
	TP1	4	0.84±0.06a	
	TP2	4	0.87±0.08a	
	TP3	4	0.86±0.04a	
30	BP0	4	0.69±0.04b	0.009
	BP1	4	0.65±0.04b	
	BP2	4	0.75±0.04b	
	BP3	4	0.79±0.04b	
	TP0	4	0.91±0.05a	
	TP1	4	0.94±0.13a	
	TP2	4	0.92±0.09a	
	TP3	4	0.98±0.08a	
45	BP0	4	0.72±0.06b	0.002
	BP1	4	0.71±0.07b	
	BP2	4	0.79±0.03b	
	BP3	4	0.84±0.04a	
	TP0	4	1.02±0.06a	
	TP1	4	0.99±0.06a	
	TP2	4	1.01±0.05a	
	TP3	4	1.07±0.11a	

Uygulamalar P≤0.05 önem düzeyinde kendi gününde sorgulanarak ortalamalar, standart hata (±), a, b harfleri ile belirtilmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Artan nüfus sebebi ile insanların gıda ihtiyacı sağlayabilmek için birim alandan yüksek verimli tarımsal ürünler elde etmek gerekmektedir. Ancak tarımsal ürünlere zarar veren hastalık, zararlı ve yabancı ot ile mücadele etmek de gerekmektedir. Bu etmenlerle mücadele edilmediği durumlarda üretimde yüksek kayıplar yaşanabilmektedir. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde tarımsal üretimde pestisitler kullanılmaktadır. Pestisitlerin uygun olmayan dozlarda kullanımı sonucu toprakta, suda ve bitki üzerinde kalıntılara neden olmaktadır.

Bu çalışmada pestisitlerin toprak ve bitki üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneme sonucunda Pestisit doz uygulamalarında tavsiye edilen doz ve üzerindeki pestisit dozlarının bitki gelişimi ve biyokimyasal parametrelerinde (YA, KA, Chl-a, Chl-b, Prolin, POX, CAT) önemli etkisi olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda bitkili ve bitkisiz toprağa uygulanan farklı dozdaki pestisitlerin toprak enzimleri, EC ve pH değerleri üzerine zamansal etkilerinin önemli olduğu görülmüştür. Toprak üreaz enzim aktivitesi incelendiğinde 15. gün alınan örneklerde istatistiksel bir fark görülmemiş olup 30. gün ve 45. gün alınan örneklerde en düşük üreaz enzim aktivitesinin TP2 ve TP3 uygulamalarında belirlenmiştir.

Artan pestisit miktarına bağlı olarak DHG enzim aktivitelerinde azalmalar görülmüştür. En düşük DHG miktarı TP2 ve TP3 de belirlenmiştir.

Tüm zamanlarda toprak katalaz enzim aktivitesinin en yüksek bitkisiz TP1 ve TP2 uygulamalarında olduğu görülmüştür. Tavsiye edilen dozun 9 katı pestisit uygulamalarında toprak katalaz enzim aktivitelerinde azalmalara neden olmuştur.

Tüm zamanlarda farklı doz pestisit uygulamalarında bitkili toprakların bitkisiz topraklara göre toprak pH ve EC değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda pestisite maruz kalmış topraklarda yetiştirilen yonca bitkisi gelişimi, biyokimyasal tepkileri ve toprakların enzim içeriklerinde oldukça önemli olmuştur. Böylece bu bitkinin toprakların Fitoremediasyon yönteminde iyileştirici bitki olarak kullanılabilirliği saptanmıştır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada pestisitlerin toprak üzerindeki olumsuz etkisi açıkça görülmüştür. Tarımsal faaliyete bulunan kişilerin pestisitleri tavsiye edilen dozlarda ve kontrollü kullanılması sağlanmalıdır. Pestisit ile kirletilmiş toprakların düşük maliyetli ve çevre dostu olan fitoremediasyon yöntemi ile arındırılabilmektedir. Yonca bitkisi iyileştirici bitki olarak fitoremediasyoda önerilebilmektedir. Bu bitkinin toprağa karıştırılarak organik maddenin, mikroorganizma faaliyetlerinin ve bunun sonucu olarak toprakta gerçekleşen mineralizasyonun toprak verimliliğinin artışına katkısının olabileceği düşünülmelidir. Ayrıca Fitoremediasyonda kullanılan bitkilerin canlıların sağlığı açısından tüketilmemesine özen gösterilmelidir.

KAYNAKÇA

AEBİ, H., 1984. Catalase in Švitro. – Methods in Enzymology 105: 121-126.

AFİFY, A., MOHAMED, M.A., EL-GAMMAL, H.A, and ATTALLAH, E.R., 2010b. Multiresidue Method of Analysis for Determination of 150 Pesticides in Grapes Using Quick and Easy Method (QuEChERS) and LC-MS/MS Determination. J Food Agric Environ, 8:602–606

AKTAR, W., PARAMASİVAM, M., SENGUPTA, D., PURKAİT, S., GANGULY, M. and BANERJEE, S., 2008. Impact Assessment of Pesticide Residues in Fish of Ganga River around Kolkata in West Bengal. Environ. Monit. Assess, 157, 97–104.

AKTAR, W., SENGUPTA, D. and CHOWDHURY, A., 2009. Impact of Pesticides Use in Agriculture: Their Benefits and Hazards. Interdisc Toxicology, 2 (1): 1-12.

AL-QURAİNY, F. and ABDEL-MEGEED, A., 2009. Phytoremediation and Detoxification of Two Organophosphorous Pesticides Residues in Riyadh Area. World Appl Sci J, 6(7), 987-998.

ALTINBAŞ, Ü., ÇENGEL, M., UYSAL, H., OKUR, B., OKUR, N., KURUCU, Y. ve DELİBACAK, S., 2004. Toprak Bilimi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:557, İzmir, 355s.

ARNON, D. I., 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts, Polyphenol Oxidase in Beta vulgaris L. – Plant Physiology 24: 1-15.

BATES, LS., WALDREN, RP. and TEARE, ID., 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. Plant Soil 39:205–207. https:// doi.org/10.1007/BF00018060

BERNARDES, M.F.F., PAZİN, M., PEREİRA, L.C. and DORTA, D.J., 201. Impact of Pesticides on Environmental and Human Health. In Toxicology Studies—Cells, Drugs and Environment; IntechOpen: London, UK, pp. 195–233.

BERTRAND, L., MARİNO, D.J., MONFERRaN, M.V. and AME, M.V., 2017. "Can a Low Concentration of an Organophosphate Insecticide Cause Negative Effects on an Aquatic macrophyte Exposure of Potamogeton Pusillus at Environmentally Relevant Chlorpyrifos Concentrations", Environmental and Experimental Botany, 138, 139–147.

BOUYOUCOS, G.D., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. Agronomy Journal, 43: 434-438.

BURNS, R.G., 1978, Soil Enzymes. Academic Press. 149-190. London.

CANBOLAT, M., 2006. Toprak Kalite Yönetimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basılmamış Ders Notu.

CHAU, A. S. Y. and AFGHAN, B.K.,1982. Analysis of Pesticides in Water, Vol I,II,III, CRC Pres Inc., Boca Raton, Florida.

CHENG, H. H. and MULLA, D. J., 1999. The soil environment. Bioremediation of contaminated soils, 37, 1-13.

CUİ, L. E. and YANG, H., 2011. Accumulation and Residue of Napropamide in Alfalfa (Medicago sativa) and Soil Involved in Toxic Response. Journal of Hazardous Materials, 190(1-3), 81-86.

CVİKROVA, M., HRUBCOVA, M., VAGNER, M., MACHACKOVA, I. and

EDER, J., 1994. Phenolic Acids and Peroxidase Activity in Alfalfa (Medicago sativa) Embryogenic Cultures After Ethephon Treatment. Plant. Physiol., 91, 226–233.

CVİKROVA, M.H., 1994. Phenolic Acids and Peroxidase Activity in Alfalfa (Medicago sativa) Embryogenic Cultures After Ethephon Treatment. Physiol. plant, 9: 226-233.

ÇELİK, S., GÖKDENİZ, M. ve AKBABA, M., Human Health Effects of Pesticide Residues. The Turkish Journal Of Occupational/Environmental Medicine and Safety, 2(1 (2)), 12-12.

ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI, 2019., https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834 Erişim tarihi: 2.10.2019.

ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI., 2021, https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr. Erişim tarihi: 12.12.2022

ÇOBAN, A., DEMİR, G. ve TÜRKDOĞAN, F. İ. 2010. Çevre Biyoteknolojisi Temelinde Genetik Yapısı Değiştirilmiş(Transgenik) Bitkilerle Arıtım, KSÜ Müh. Bil. Dergisi 13(1), 45-52.

ÇOLAK, A.K., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi. Yayın No: 98

DİKİLİTAŞ, M., ŞİMŞEK, E. ve KARAKAŞ DİKİLİTAŞ, S., 2021. Hamed Abdel Latef Arafat Abdel. Organic Solutes, Oxidative Stress, and Antioxidant Enzymes Under Abiotic Stressors, Bölüm adı:(Abiotic Stresses and Their Interactions with Each Other on Plant Growth, Development and Defense Mechanisms), CRC Press, Editör:Arafat Abdel Hamed Abdel Latef, Basım sayısı:1, ISBN:978 - 1 -032 - 04052 -3, İngilizce(Bilimsel Kitap).

ERGENE, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları, Atatürk Üniv. Yay. No:586, Zir. Fak. Yay. No:267, Ders Kitapları Serisi No:42.

FENİK, J., TANKİEWİCZ, M. and BİZİUK, M., 2011. Properties and Determination of Pesticides in Fruits and Vegetables. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 30(6), 814-826.

GRATAO, P.L., PRASAD, M.N.V., CARDOSO, P.F., LEA, P.J. and AZEVEDO, R.A. 2005. Phytoremediation, Green Technology For The Cleanup of Toxic Metals in the Enviroment. Bras. J. Plant Physiol., 17(1), 39-48.

HAJSLOVA, J. and ZROSTLIKOVA, J., 2003. Matrix Effects in (ultra) Trace Analysis of Pesticide Residues in Food and Biotic Matrices. Journal of Chromatography A, 1000(1-2), 181-197.

HOFFMANN, 1986. Bodenenzyme als Charakteristika Bioloischen Aktivitat undvon Stoffumsatzen in B.den. II. Seminar: Die Anwendung Enzymatischer und Mikrobiologischer Methoden in der Bodenanalyse. 5-6 Juni, Linz.

JONASSON, S., MICHELSEN, A. and SCHMIDT, I.K., 1996. Microbial biomass C, N and P in two arctic soils and responses to addition of NPK fertilizer and sugar: Implications for plant nutrient uptake. Oecologia 106, 507-515.

KARACA, A., KIZILKAYA, R., HORUZ, H. ve ARCAK, S., 1998. Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Biyokimyasal Aktivite Özellikleri ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4(5), 813-822.

KARAKAS S., DİKİLİTAŞ M., ve BOLAT I., 2021. The Use of Halophytic Companion Plant (Portulaca oleracea L.) on Some Growth, Fruit, and

Biochemical Parameters of Strawberry Plants under Salt Stress. Horticulturae, 7, 4, 10.3390/horticulturae7040063.

KARAKAS, S., 2013. Development of Tomato Growing in Soil Differing in Salt Levels and Effects of Companion Plants on Same Physiological Parameters and Soil Remediation. Ph.D. Thesis. University of Harran, Sanlıurfa, Turkey.

KAYA, A., 2019. Eş Zamanlı Uygulanan İnsektisit ve Tuz Streslerinin Biber Bitkisinde (Capsicum annuum L.) Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(3), 1601-1612.

KILINÇ, B., ve BULAT, F. N., 2021. Pestisitin Taze ve İşlenmiş Su Ürünlerinin Kalitesine ve İnsan Sağlığına Etkileri. Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences, 7(2), 84-94.

KOÇ, İ. ve YARDIM, E. N., 2019. Pestisitlerin ve Odun Sirkesinin Bazı Mikrobiyal ve Fiziko-Kimyasal Toprak Parametrelerine Etkilerinin Araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(6), 896-904.

KÜÇÜK, Ç., YEŞİLORMAN, D. ve CEVHERİ, C., 2016. Effect of Some Fungicides on Soil Biological Activities in Laboratory Conditions. Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 187-201.

MATSUMARA, F., 1985, Toxicology of İnsecticides: Plenum Pres., New York, USA, 598

MEENA, H., MEENA, R.S., RAJPUT, B.S. and KUMAR, S., 2016. Response of Bio-Regulators to Morphology and Vield of Clusterbean [Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taub.] under Different Sowing Environments. Journal of Applied and Natural Science, 8: 715-718.

MORENO, J. F., LİEBANAS, F. A., FRENİCH, A. G., and VİDAL, J. M., 2006. Evaluation of different sample treatments for determining pesticide residues in fat vegetable matrices like avocado by low-pressure gas chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A, 1111*(1), 97-105.

NAMLI, A., AKÇA, M. O., TURGAY, E. B. and SOBA, M. R., 2014. Odun Sirkesinin Tarımsal Kullanım Potansiyelinin Araştırılması. Toprak Su Dergisi, 3(1), 44-52.

NELSON, R.E., 1982. Carbonate And Gypsum. in. A.L. Page, R.H. Miller And D.R. Keeney (Ed.), Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical And Microbiological Properties 2nd Edition. Agronomy Series No: 9. Am. Soc. of Agronomy And Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA. 181-196p.

ORMAN, Ş., KALKAN, H., ve KAPLAN, M. 2011. Kirlenmiş Arazilerin Islah Edilmesinde Fitoremediasyon Tekniği, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4), 102-107.

ÖDEN, S., 2009. Pestisitler ve Pestisitlerin Çevre Etkileri (Online). www.tutuneksper.org.tr/yayin/bulten/bulten77/pestisitler.htm (31 Aralık 2009).

ÖĞÜT, S. ve SEÇİLMİŞ, H., 2009. Tarım İlaçlarının (Pestisitler) Olası Çevre Etkileri. International Davraz Congress on Social and Economic Issues Shaping the World's Future: New Global Dialogue, Isparta.

ÖREN, A., ÖZBOLAT, K. ve DIĞRAK, M., 2009. Kahramanmaraş Yöresinde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Pestisitlerin Toprak Mikroorganizmaları Üzerine Etkisi. KSÜ Doğa Bil. Derg., 12-1, 23-28.

RİCHARDS, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Aaline and Alkali Soils. – US Salinity Lab., US Department of Agriculture Handbook 60, California, USA.

RİSSATO, S. R., GALHİANE, M. S., FERNANDES, J. R., GERENUTTİ, M., GOMES, H. M., RİBEİRO, R. and ALMEİDA, M. V. D., 2015. Evaluation of Ricinus Communis L. for the Phytoremediation of Polluted Soil with Organochlorine Pesticides. BioMed Research International.

RİTTMAN, B. E. and MCCARTY, P. L., 2001. "Environmental Biotechnology: Principles and Applications", McGraw-Hill International Editions, 695-725.

ROMEH, A. A., 2009. Phytoremediation of Water and Soil Contaminated with Imidacloprid Pesticide by Plantago major L., International Journal of Phytoremediation, 12:2, 188-199.

SEVEN T., CAN, B., DARENDE, B.N. ve OCAK, S., 2018. Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi. Sayı 1(2): 91-103.

SHEAİL, J., 1991. The regulation of Pesticides Use: An Historical Perspective. In Innovation and Environmental Risks; Belhaven Press: London, UK, pp. 38–46.

SOFUOĞLU, S.C., 2009. Hava ve Sudaki Kirleticilere Maruziyet ve İnsan Sağlığı Riskleri-İzmir İli Deneyimi. 7. Uluslararası Katılımlı Türk Toksikoloji Derneği Kongresi, Ankara.

SOİL CONSERVATİON SERVİCE, 1972. Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. Soil Survey Invest. Rep. No. 1. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.

STRASSEMEYER, J., DAEHMLOW, D., DOMİNİC, A., LORENZ, S. and GOLLA, B., 2017. SYNOPS-WEB, An Online Tool for Environmental Risk Assessment to Evaluate Pesticide Strategies on Field Level. Crop. Prot., 97, 28–44.

TABATABAI, M.A., 1982. Soil Enzymes, Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemicial and Microbiological Properties. Agronomy Monograph No:9 (2nd ed.) ASA-SSSA. Madison, Wisconsin. USA, p. 903-943.

TABATABAİ, M. A. and BREMNER J. M., 1972. Assay of Urease Activity in Soils. Soil Biology and Biochemistry 4 (4): 479–87. doi: 10.1016/0038-0717(72)90064-8.

TERZİ H. and YILDIZ M., 2011. Ağır Metaller ve Fitoremediasyon: Fizyolojik ve Moleküler mekanizmalar. AKÜFEBİD 11(1), 1-22.

TİRYAKİ, O., ve POTUR, T., 2017. Topraktan Pestisitlerin Arındırılmasında Önemli Bir Araç: Fitoremediasyon. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, *33*(1), 59-68.

TÜRKMEN, C., ÖZKAN, N., ÖZÇELİK, Y., ÖZÇELİK, D. ve TİRYAKİ, O., 2020. Toprağa Uygulanan Pestisitlerin (Chlorpyrifos, Glyphosate) Toprak Solucanı Davranışlarına ve Bazı Toprak Biyolojik Özelliklerine Etkisi . Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi , 7 (2) , 301-307 . DOI: 10.30910/turkjans.725770

UNSWORTH, J., 2010. History of Pesticide Use. IUPAC-International Union of Pure and Applied Chemistry, Mai. Available online:http://agrochemicals.iupac.org/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=3&sobi2Id=31 (accessed on 10 May 2010).

ÜNAL, H. ve RASHEED, M.A., 1972. Ankara Topraklarında Enzim Aktiviteleri ve Bunların Önemli Toprak özellikleri ile _liskileri. I. Üreaz, Sakkaraz ve B-Glikozidaz Aktiviteleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yıllıgı 21. Fasikül 3-4. 592-606.

WALKEY, A., 1947. A Critical Examination of a Rapid Method for Determining

Organic Carbon in Soils-Effect of Variations in Digestion Conditions and of Inorganic Constituents. Soil Science, 63(4): 251-264.

WANG, C. and ZHANG, Q., 2017. "Exogenous Salicylic Acid Alleviates the Toxicity of Chlorpyrifos in Wheat Plants (Triticum aestivum)", Ecotoxicology and Environmental Safety, 137, 218–224.

YAVAŞ, İ., ÇINAR, V. M. ve AYDIN, Ü. N. A. Y., 2020. Bitkilerde Abiyotik Stres Koşullarında Selenyum Metabolizması ve Fizyolojik etkileri. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (18), 840-849.

YAZGAN, M.S., 1997, Türkiye′de Pestisit Kirliliği, Türkiye′de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II, Gebze, 571-577.

YILDIRIM, E., 2008. Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve Kullanılan İlaçlar. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:219, Erzurum, 350 s.

YILMAZER, P., 2006. "Sulu ortamlardan Ağır Metallerin Mikroorganizmalar Yoluyla Giderimi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1.

ZHANG, J.J., LU, Y.C., ZHANG, J.J., TAN, L.R. and YANG, H., 2014. "Accumulation and Toxicological Response of Atrazine in Rice Crops", Ecotoxicology and Environmental Safety, 102, 105–112.

ZHANG, Q., XİA, Z., WU, M., WANG, L. and YANG, H., 2017. Human Health Risk Assessment of DDTs and HCHs through Dietary Exposure in Nanjing, China. Chemosphere, 177, 211–216.