

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GÖLCÜK OVASI TARIM TOPRAKLARINDA ATRAZİN VE
METRİBÜZİN HERBİSİTLERİNİN TAŞINIM VE TUTUNUM
DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

ASLIHAN AYVA

KOCAELİ 2023

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GÖLCÜK OVASI TARIM TOPRAKLARINDA ATRAZİN VE
METRİBÜZİN HERBİSİTLERİNİN TAŞINIM VE TUTUNUM
DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

ASLIHAN AYVA

Doç. Dr. Nihat Hakan AKYOL
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Prof. Dr. İsmail ÖZBAY
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Prof. Dr. Nadir DİZGE
Jüri Üyesi, Mersin Üniversitesi

.....

Tez Savunma Tarihi 16/06/2023

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğim ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı, beyan ederim.

Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler KOU BAP tarafından FYL-2020-2212 no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Aslıhan AYVA

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır. Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

İmza

Aslıhan AYVA

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma Koü Jeoloji Mühendisliği ve Kocaeli Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi BAP (Proje No: 2022/2212) olanaklarıyla gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın her adımında bana yol gösteren, değerli tecrübelerini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Nihat Hakan AKYOL'a teşekkürü borç bilirim.

Tez savunmamda jüri olarak bulunarak değerli vakitlerini ayıran Prof. Dr. İsmail ÖZBAY ve sayın Prof . Dr. Nadir DİZGE hocalarıma değerli görüşleri için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca varlıklarıyla beni yüreklendiren ve yanımda olan, destekleyen değerli ailem Zehra AYVA, Alaattin AYVA'ya teşekkür ederim.

Haziran – 2023

Aslıhan AYVA

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
TABLolar DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Konum ve Ulaşım	2
1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	3
1.2.1. Aslanbey Formasyonu (Na)	5
1.2.2. Alüvyon (Qal)	8
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1. Pestisitler	9
2.1.1. Pestisitlerin Tanımı	9
2.2. Pestisitlerin İnsan Sağlığına Etkileri	10
2.3. Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri	11
2.4. Pestisitlerin Sınıflandırılması	12
2.5. Herbisitler	13
2.6. Türkiye’de Herbisit Kullanımı	14
2.7. Atrazin	14
2.8. Metribüzin	15
2.9. Önceki Çalışmalar	15
3. MATERYAL VE METOD	20
3.1. Toprak	20
3.2. Çözeltiler	20
3.3. Kolon Deneyleri	21
3.4. Analitik Ölçümler	22
3.5. Veri Analizleri	22
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	24
KAYNAKLAR	26
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	31
ÖZGEÇMİŞ	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yer bulduru haritası.....	3
Şekil 1.2. Bölgenin jeoloji haritası	6
Şekil 1.3. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	6
Şekil 2.1. Türkiye’deki pestisit türlerinin kullanım miktarları (ton).....	12
Şekil 2.2. Atrazinin kimyasal yapısı.....	14
Şekil 2.3. Metribuzin’in kimyasal yapısı.....	15
Şekil 3.1. Kolon deney düzeneği	21
Şekil 4.1. PFBA, atrazin ve metribüzin kolon deneyleri breakthrough grafikleri.....	24



TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri.....	20
Tablo 4.1. Kolon deney koşulları ve sonuçları.....	24



SİMGELER VE KISALTMALAR

SiO ₂	: Silisyum Dioksit
CaCO ₃	: Kalsiyum Karbonat
Al ₂ O ₃	: Alüminyum Oksit
Fe ₂ O ₃	: Demir Oksit
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
MgO	: Magnezyum Oksit
M	: Molar
µm	: Mikrometre
C	: Konsantrasyon
C ₀	: Başlangıç Konsantrasyonu
PV	: Gözenek Hacmi
M ₀	: 0. Moment
R	: Gecikme Katsayısı
Kd.	: Denge Sabiti

Kısaltmalar

PFBA	: Pentaflorobenzoik Asit
TOM	: Toplam Organik Madde
HOC	: Hidrofobik Organik Kimyasallar
UV-VIS	: Ultraviyole ve Görünür Işık

GÖLCÜK OVASI TARIM TOPRAKLARINDA ATRAZİN VE METRİBÜZİN HERBİSİTLERİNİN TAŞINIM VE TUTUNUM DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

ÖZET

Pestisitler, ürünlere zarar veren organizmaları kontrol etmek, önlemek veya ortadan kaldırmak için tarımda yaygın olarak kullanılan kimyasal maddelerdir. Ülkemizde ulusal pestisit kullanımı yaklaşık 30 bin ton iken, küresel olarak bu rakam 3 milyon tona ulaşmıştır. Pestisitlerin mahsul verimini artırma açısından faydalı olduğu kanıtlanmış olsa da, aşırı ve gelişigüzel kullanımları toprak sağlığı, gıda güvenliği, su kalitesi, hava kirliliği ve etkilenen bölgelerdeki hayvan ve insan nüfusunun refahı için önemli riskler oluşturmaktadır. Küresel pestisit tüketiminde en büyük payı %47 ile herbisitler alırken, bunu %29 ile insektisitler ve %19 ile fungusitler takip etmektedir. Herbisitler arasında, her ikisi de triazin ailesine ait olan metribuzin ve atrazin, zararlıları kontrol etmek ve tarımsal verimliliği artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu herbisitlerin kullanımı, içme suyu kaynakları da dahil olmak üzere su kaynaklarının potansiyel kirlenmesi ve olumsuz ekolojik etkileri konusunda endişelere yol açmaktadır. Yaygın kullanımları ve çevrede kalıcılıkları nedeniyle, bu bileşiklerin davranış ve taşınım mekanizmalarının araştırılması çok önemlidir. Bu konunun önemine rağmen, özellikle Kocaeli bölgesinde atrazin ve metribuzin herbisitlerinin alım ve taşınım davranışlarını ele alan çalışmaların eksikliği söz konusudur. Bu nedenle, bu çalışmanın temel amacı Gölcük ovasını çevreleyen farklı tarım topraklarında atrazin ve metribuzin herbisitlerinin alım ve taşınım davranışını değerlendirmektir. Bu araştırma kapsamında bir dizi kolon deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın bulguları, bu herbisitlerle kirlenmiş olabilecek alanların yönetimi, risk değerlendirmesi, ıslahı ve düzenlenmesi için önemli çıkarımlara sahiptir. Potansiyel çevresel etkilerini azaltmak ve sürdürülebilir tarımsal uygulamalar sağlamak için atrazin ve metribuzinin akıbetini ve taşınımını tam olarak anlamak çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Atrazin, Herbisit, Metribüzin, Taşınım, Tutunma.

INVESTIGATION OF THE TRANSPORT AND ATTACHMENT BEHAVIORS OF ATRAZINE AND METRIBUZINE HERBICIDES IN AGRICULTURAL SOILS OF THE GÖLCÜK PLAIN

ABSTRACT

Pesticides are widely used chemical substances in agriculture to control, prevent, or eliminate organisms that cause harm to crops. While the national pesticide usage in our country is approximately 30 thousand tons, globally, it has reached a staggering 3 million tons. Although pesticides have proven beneficial in terms of improving crop yields, their excessive and indiscriminate use poses significant risks to soil health, food safety, water quality, air pollution, as well as the well-being of animals and human populations in affected regions. In terms of global pesticide consumption, herbicides constitute the largest portion with 47%, followed by insecticides at 29%, and fungicides at 19%. Among herbicides, metribuzin and atrazine, both belonging to the triazine family, are widely utilized to control pests and enhance agricultural productivity. However, the utilization of these herbicides raises concerns about potential contamination of water bodies, including drinking water sources, and their adverse ecological impacts. Due to their extensive usage and persistence in the environment, it is crucial to investigate the behavior and transport mechanisms of these compounds. Despite the importance of this issue, there is a lack of studies, particularly in the Kocaeli region, addressing the uptake and transport behavior of atrazine and metribuzin herbicides. Therefore, the primary objective of this study was to assess the uptake and transport behavior of atrazine and metribuzin herbicides in different types of agricultural soils surrounding the Gölcük plain. A series of column experiments were conducted within the scope of this research. The findings of this study hold significant implications for the management, risk assessment, reclamation, and regulation of areas that may be contaminated with these herbicides. It is crucial to thoroughly understand the fate and transport of atrazine and metribuzin in order to mitigate their potential environmental impacts and ensure sustainable agricultural practices.

Keywords: Atrazine, Herbicide, Metribuzine, Transport, Sorption.

1. GİRİŞ

Son otuz yılda, pestisitler toprak ve yeraltı suyu kirliliği üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle önemli bir çevresel sorun olarak ortaya çıkmıştır (Williams ve diğ., 1988; Koleli ve diğ., 2006). Bu bileşiklerin fiziksel çevre içindeki hareketi hız, desorpsiyon, sorpsiyon ve alıkonma gibi faktörlerden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Bu süreçlerin anlaşılması ve etkili bir şekilde yönetilmesi, tarımsal uygulamaların başarısı için çok önemlidir. Yaygın olarak kullanılan triazin herbisitler arasında metribuzin ve atrazin, yabancı ot kontrolünde ve mahsul veriminin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, bu herbisitlerin kullanımı toprak ve içme suyu kirliliğine yol açabilir. Yaygın kullanımları ve kalıcılıkları göz önüne alındığında, bu bileşiklerin davranış ve taşınım özelliklerinin kapsamlı bir şekilde araştırılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle Kocaeli bölgesinde bu konuyla ilgili literatürün azlığı dikkat çekmektedir. Bu nedenle, bu alanda araştırma yapmak, bu bilgi boşluğunu doldurmak ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik etmek için çok önemlidir.

Herbisitler, tarımsal uygulamalarda, inşaat projelerinde ve ulaşım altyapısında, ürünlere tehdit oluşturan yabancı ot büyümesini kontrol etmek veya ortadan kaldırmak için yaygın olarak kullanılan bir pestisit türüdür. Küresel eğilimlere benzer şekilde, ülkemizde de kullanımları yaygındır. Herbisitler arasında atrazin yaklaşık 60 ülkede yaygın olarak gözlemlenmiş ve belgelenmiştir. Atrazin grubuna ait olan bu herbisit, tarımsal verimi artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ohio, Mississippi ve Missouri nehirleri boyunca çeşitli yerlerden toplanan örneklerin yaklaşık %30'unda izin verilen sınırı (MCL= 3µg/L) aşan seviyeleri gösteren çalışmalarla birlikte, yeraltı sularında yüksek atrazin konsantrasyonlarının varlığına ilişkin endişeler dile getirilmiştir (Kempf ve Brusseau, 2009).

Amerika Birleşik Devletleri'nde 2009 yılından bu yana atrazin kullanımının yasaklanmasına rağmen, kimyasal olmayan statüsü ve belirtilen sonlandırma tarihi göz ardı edilerek Türkiye'de kullanımı devam etmektedir. Türkiye'de atrazinin yabancı hardal, mısır, semizotu, horozibiği, sirke, yonca ve diğer yerli olmayan bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılmasına izin verilmektedir. Diğer bölgelerdeki kısıtlı statüsü göz önünde bulundurulduğunda, atrazinin Türkiye'de kullanılmaya devam edilmesi ve

potansiyel çevre ve sağlık etkilerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Tutunma ve geri-bırakma davranışı genelde mineral fazların varlığı, fiziksel ortamın organik madde içeriği, ortamın nitelikleri ve bazen ortamın konsantrasyonuna ve pH'sına bağlı olmaktadır. (Cheng ve Reinhard ,2006 ;Koleli ve diğ. ,2006 ;Russo ve diğ. ,2010).

Türkiye'de, özellikle Mersin ve Antalya bölgelerinde, tarımsal alanlarda bileşiklerin taşınımını ve tutulmasını incelemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Akyol, 2015; Akyol ve diğ., 2015; Özbay ve diğ., 2018). Bu çalışmalar, şu anda pestisit kullanımı yasak olan atrazin herbisitinin Mersin ve Antalya'daki çeşitli tarım alanlarındaki hareketini ve alımını araştırmaya odaklanmıştır (Akyol, 2015; Akyol ve diğ., 2015). Ayrıca, Antalya bölgesindeki sekiz tarım alanında glifosat ve 2,4-D'nin taşınımını da kesme deneyleri ile incelenmiştir (Ozbay ve diğ., 2018).

Gölcük ovası, Kocaeli bölgesinde önemli bir yeraltı suyu potansiyeline sahiptir ve 6,5x106 m³/yıl rezerve sahiptir (Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, 2018). Bu nedenle, bölgede kullanılan herbisitlerin, özellikle atrazin ve metribuzinin, Gölcük ovası içerisindeki farklı tarım topraklarında tutunma ve taşınma davranışlarının araştırılması ve yeraltı suyu kaynaklarına etkisinin incelenmesi oldukça önemlidir. Sonuç olarak; kolon ve bir seri kesikli deney yapılacaktır. Kolon ve kesikli deneyler, bazı taşınım değişkenlerini (kinetik olarak sınırlı tutma, doğrusal/doğrusal olmayan tutma ve geri saçılma) bulmayı amaçlamaktadır.

1.1. Konum ve Ulaşım

Bu çalışma için seçilen araştırma alanı, Kocaeli iline bağlı Gölcük ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. İzmit Körfezi'nin güney kıyılarını kapsamakta ve Samanlı Dağları'nın kuzey kenarlarına doğru uzanmaktadır. İlçe toplam 228 km²'lik bir alanı kaplamaktadır. Sınırları doğuda Başiskele İlçe Belediyesi, batıda Karamürsel İlçe Belediyesi ve güneyde Bursa İli İznik İlçesi ile tanımlanmaktadır. Kuzeyinde İzmit Körfezi yer almaktadır. Gölcük ilçesinin coğrafi koordinatları yaklaşık olarak 40.7177 enlem ve 29.8193 boylamdır. Gölcük kentini çevreleyen körfezin varlığı, deniz

komutanlığı ve güvenliği açısından avantajlı koşullar sunmaktadır. Araştırma alanını gösteren konum haritası Şekil 1.1'de görülebilir.



Şekil 1.1. Yer bulduru haritası

1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Armutlu Yarımadası'nın kuzeybatısında yer alan Gölcük bölgesi ve çevresindeki alanlar, Armutlu Yarımadası'na özgü jeolojik özellikler sergilemektedir.

Armutlu Yarımadası'nın kaya stratigrafisi iki ana kategoride sınıflandırılabilir. Birinci kategori, bölgenin temelini oluşturan düşük ila nispeten yüksek dereceli metamorfik kayalardan oluşur. İkinci kategori ise Kretase-Pliyosen dönemine tarihlenen metamorfik olmayan volkanik, volkanosedimanter ve sedimanter kayalardan oluşmaktadır. Bu kayalar, metamorfik kayalar içinde bulunan Senomaniyen-Turoniyen yaşlı kireçtaşlarından farklıdır (Akartuna, 1968).

Metamorfik grup içerisinde Pamukova metamorfikleri olarak bilinen bir metamorfik blok bulunmaktadır. Bu blok ağırlıklı olarak amfibolit ve metagranitlerden oluşur ve bölgenin güney kesiminde, özellikle Pamukova bölgesinde kuvarsit ve granit kırıntıları içerir. Metamorfik gruba ait diğer kayalar Sapanca Gölü ile İznik arasındaki bölgede ve yarımada'nın batı kesimlerinde bulunur. İznik metamorfikleri olarak adlandırılan bu alanlar, yoğun ayrışma ve düşük dereceli metamorfizma sergiler. İznik metamorfikleri volkanik tuf ve felsik volkanik birimler içeren bir karbonat seviyesi ile başlar. Bu birimin üzerinde, öncelikle volkanik-piroklastik kayaların yanı sıra çeşitli intrüzyif kayalardan oluşan benekli renkli bir tabaka bulunur. Bu tabakanın üzerinde ise metavolkanik kayalardan oluşan, mermer blokları ve ara tabakaları içeren uyumsuz bir birim yer almaktadır (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

Düşük dereceli metamorfik birimler içerisinde geniş mermer yüzeyleri üzerinde ince bir kumtaşı tabakası ile başlayan kireçtaşları, metamorfik grubun ilk üyesini temsil etmektedir. Erken Üst Kretase (Senomaniyen-Turoniyen) dönemine tarihlenen bu formasyona daha genç birimlerin altında rastlanmamaktadır (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

Bu grubun ikinci birimi Senoniyen yaşlı makrofosilli kireçtaşlarından oluşur. Üst Kretase döneminin en yaygın formasyonu Bakacak Formasyonu olarak bilinen Maastrichtiyen yaşlı şeyl dizisidir. Bu formasyon, metamorfik grubun en üst metavolkaniklerini veya gölsel kayalarını kapsar ve gölsel kayalar içinde taban konglomerası ile uyumsuz olan geniş ofiyolit mostraları eşlik eder. Bu formasyonun alt seviyelerinde, özellikle bölgenin güney kesiminde, ofiyolit blokları çok seyrek ve seyrek Üst Jura ve Kretase kireçtaşı blokları ile serpiştirilmiştir. Bu birimlerin üzerinde, güneyde kalın bir Paleosen-Eosen yaşlı fliş dizisi (İncebel fm) ve kuzeyde daha önemli bir Eosen yaşlı andezitik volkanik intrüzyon (Sarısu fm) bulunmaktadır (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

Pliyosen yaşlı çökellerden oluşan Arslanbey Formasyonu adanın kuzey sınırları boyunca gözlenmektedir. Kum, silt, kil ve alüvyon içeren Kuvaterner alüvyonları Armutlu Yarımadası'nın kuzey kesiminde İzmit Körfezi kıyısı boyunca ve yarımada içindeki vadilerde bulunabilir (Göncüoğlu ve diğ., 1986).

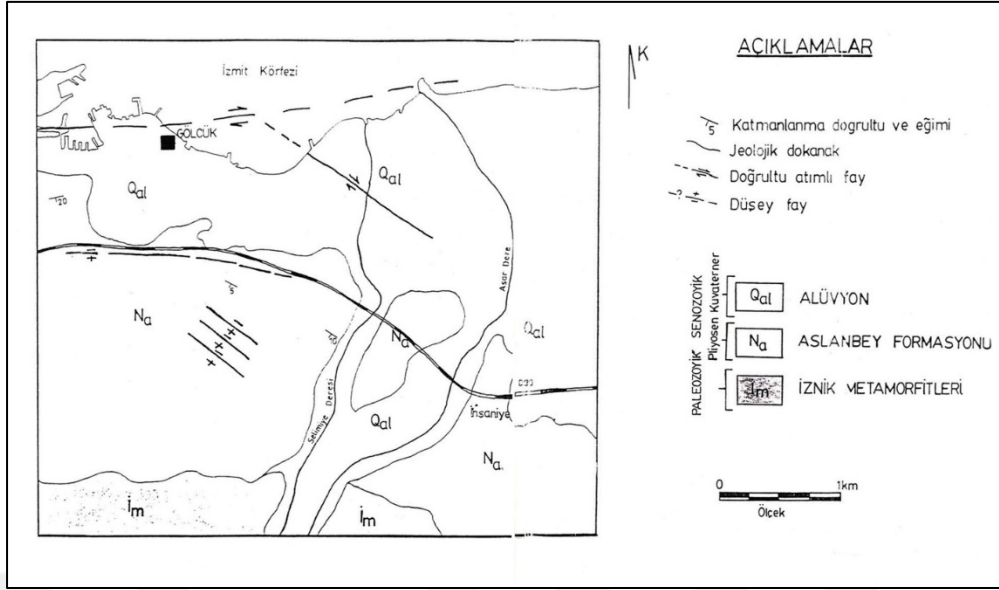
1.2.1. Aslanbey Formasyonu (Na)

Yalova ve Kılınç'ta yaygın olarak gözlenen Kılınç Formasyonu'nu örten uyumsuz birimin keşfi ilk olarak 1867 yılında Tchihatcheff P. tarafından belgelenmiştir. Tchihatcheff (1867-69), İznik Gölü'nden Karamürsel ilçesine kadar uzanan bu birimlerin varlığını vurgulamış ve olası karasal yapılarını öne sürmüştür. Daha sonra farklı dönemlerde çeşitli yerli ve yabancı bilim insanları tarafından yapılan araştırmalarda, birimin yaşı ve alt-üst ilişkisi konusunda farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Bölgede 1962-64 yılları arasında doktora çalışması yapan Akartuna, M. (1968), fosil bulgularına dayanarak formasyona Ponsiyen-Pliyosen yaşı atfetmiştir. Son yıllarda MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) tarafından yapılan çalışmalarda ve bölgedeki diğer çeşitli araştırmalarda formasyon Aslanbey Formasyonu olarak anılmaktadır (Kuzey Gölcük bölgesi jeolojik-jeoteknik etüt raporu, 2000).

Formasyonun belirgin mostraları, Gölcük ilçesinden geçen D-130 karayolunun doğu-batı yönünde, Gözlemen Tepe'de, 1 Mart Şehitliği'nde, Anafartalar Caddesi'nde ve saha içindeki çeşitli yüksek alanlarda görülebilir (Kuzey Gölcük bölgesi jeolojik-jeoteknik etüt raporu, 2000).

Birim esas olarak kumtaşı, silttaşı, kiltası ve kayalardan oluşmaktadır. Genellikle kil bağlayıcıyla gevşek bir şekilde konsolide edilmiştir. Bazı katmanlar düzenli ve ince yataklanma gösterirken, diğerleri düzensiz ve belirsiz katmanlanma gösterir. Ayrışma ve parçalanma, toprak benzeri davranışına ve görünümüne katkıda bulunur (Kuzey Gölcük alanı için jeolojik-jeoteknik etüt raporu, 2000).

Aslanbey Formasyonu, sağ yanal doğrultu atımlı bir fay olan Kuzey Anadolu Fay Zonu içerisinde yer almaktadır. Doğuda Kararova'dan başlayıp Erzincan, Tokat, Ilgaz, Gerede ve Bolu'dan geçerek Mudurnu vadisine kadar uzanır. Buradan Geyve ve İznik üzerinden Gemlik Körfezi'ne devam ederek Kuzey Anadolu Fayı'nın güney kolunu oluşturur. Bu bölgede ayrı kollara ayrılan fayın ana kuzey kolu, Arifiye, Sapanca, İznik Körfezi ve Gölcük üzerinden Gelibolu Yarımadası ve Saros Körfezi'ne uzanır. Kuzey Anadolu Fayı'nın toplam uzunluğu yaklaşık 1400 kilometredir ve günümüzde de aktiftir. Bu fay, ilişkili çarpma-kayma hatları ile birlikte, çalışma alanı içinde de gözlemlenebilir (Kuzey Gölcük bölgesi jeolojik-jeoteknik etüt raporu, 2000).



Şekil 1.2. Bölgenin jeoloji haritası (Kuzey Gölçük Bölgesinin Jeolojik - Jeoteknik Etüdü, 2000)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	SİMGE	SÜTUN KESİTİ	KALINLIK(m)
SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN	ALÜVYON	Kil-silt-kum-çakıl	Q _{al}		1-10
		PLİYOSEN	ASLANBEY	Kiltaşı - kumtaşı - çakıltaşı	N _{al}		700
	TERSİYER	MİYOSEN	KLİLİNÇ FM	Kiltaşı - kumtaşı - kireçtaşı - çakıltaşı	M _k		120-150
		EOSEN	SARISU VOLKANİT-LERİ	Aglomera - tuf - andezit - bazalt	E _s		200-250
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	Bakacak Fm	Kumtaşı - silttaşı - çakıltaşı	K _{th}		100-150
			Kocakır Kç	Kireçtaşı - mermer	K _k		120-150
	KRETASE (AYIRILAN-MAMİS)	Pamuk ova Metamorfitleri	İzmit Metamorfitleri	Metasilttaşı - metakumtaşı - kuvarsit - metabazalt			3

Şekil 1.3. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Göncüoğlu ve Erendil, 1990 'dan alınmıştır)

Kumtasıbej litolojisi, ince ila orta tane boyutuna sahip açık kahverengi bir renk ile karakterize edilir. Değişken derecelerde sıkışma ve gevşek düzenleme sergiler. Doku, tutarlı bir şekilde sürekli olmasa da, ağırlıklı olarak ince ila orta düzeydedir. Sistematik süreksizlikler gözlenmemiştir. Hidrojeolojik açıdan bakıldığında, orta ila orta derecede geçirgen özellikler gösterir.

Formasyon içindeki silttaşı yeşil-kahverengi bir renk gösterir ve minimum ayrışma belirgindir. Ayrışmış bölümler açık kahverengiden koyu yeşile kadar değişen bir renk sergiler. Kaya serttir, ancak ayrışmış alanlarda daha az serttir. Tabakalanma görülmez ve sistematik süreksizlikler gözlenmez. Hidrojeolojik olarak geçirimsizdir.

Kiltaşı açık yeşil-sarımsı-kahverengi bir renk ile karakterize edilir. Hafif çimentoludur ve birçok durumda silttaşı benzeri bir görünüm sergileyerek arazide kolayca tanınmasını sağlar. Hidrojeolojik olarak geçirimsizdir.

Formasyon içindeki çakıllar kırmızı-kahverengiden açık yeşile kadar çeşitli renkler sergiler. Tane boyutu orta ila iridir. Kil bağlayıcı malzeme olarak görev yapar. Çakıllar esas olarak volkanik kaynaklardan kaynaklanır, ara sıra karbonat malzemeler de görülür. Çakıllar iyi derecelenme ancak zayıf uzama özellikleri göstermektedir. Kaya orta derecede serttir ve sürekli olmasa da belirgin bir ince ila orta yataklanma gösterir. Sistematik süreksizlikler gözlenmemiştir. Hidrojeolojik açıdan bakıldığında orta derecede geçirgenlik sergilemektedir.

Aslanbey Formasyonu'nun yukarıda bahsedilen litolojileri birbirlerini yanal ve dikey olarak kesmektedir. Ayrışma ve parçalanma nedeniyle bu litolojiler arazide ve açılan sondaj kuyularında genellikle kil-kum-çakıl karışımları şeklinde gözlenmektedir. Bununla birlikte, çalışma alanı içindeki dağılım, litolojilerin ayrı ayrı haritalanmasına izin vermemektedir.

Formasyonun kesin kalınlığı verilememekle birlikte, sondaj ve saha gözlemleri çalışma alanı içinde 100 metreyi aşan bir kalınlığa işaret etmektedir. Aslanbey Formasyonu'nun Sapanca Gölü'nden Yalova'ya kadar uzanan geniş bir alanı kapsadığı ve bu bölgede yapılan çalışmaların minimum 700 metre kalınlık bildirdiği unutulmamalıdır.

1.2.2. Alüvyon (Qal)

Bölgedeki alüvyon, özellikle proje alanının doğu sınırını oluşturan Selimiye (Kazıklı) Deresi ve ilişkili drenaj hatları tarafından daha eski jeolojik birimlerin daha alçak alanlara taşınması ve birikmesi sonucu oluşmuştur.

Alüvyonun geometrisini, dağılımını ve değişimlerini analiz etmek için jeolojik haritalama çalışmalarına dayalı olarak stratejik sondaj kuyuları açılmış ve toplanan veriler dikkatle değerlendirilmiştir.

Alüvyon esas olarak kil, silt, ince kum, organik kil-silt ve az miktarda çakıldan oluşmaktadır. Bu litolojiler yeraltı suyuna doymuş alüvyon, plaj, kıyı, lagün ve deniz bataklığı ortamlarından (kil-silt-kum) gelen sedimanları temsil etmektedir. Bazı bölümlerde, az sayıda kaya parçası içerirler. Bu çökellerden seçilen örneklerde kesin yaş tayini yapılabilecek örnekler rastlanmamış olsa da, İTÜ Sedimantoloji ve Paleontoloji Bölümü tarafından bataklık çökellerini temsil ettikleri belirlenmiştir. Özellikle, alanın kuzeydoğu kesiminde, Kongre Sarayı alanından başlayarak doğuya doğru uzanan sondaj kuyuları, yüksekliği 1-15 metre arasında değişen köşk seviyesini net bir şekilde tanımlamıştır.

Sahadan elde edilen sondaj verileri dikkate alındığında, alüvyonun toplam kalınlığı 1 ila 50 metre arasında değişmektedir. Ayrıca, alüvyon kalınlığının sahanın doğu kısımlarına doğru, özellikle de Kavaklı'nın kıyı kesiminde arttığı gözlemlenmiştir. Bu alandaki silt kalınlığı doğuya doğru artmaya devam etmektedir (Kuzey Gölcük bölgesi jeolojik - jeoteknik etüt raporu, 2000).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pestisitler

2.1.1. Pestisitlerin Tanımı

Pestisitler, zararlı veya istenmeyen her türlü organizmaya karşı bu zararlıları yok etmek, uzaklaştırmak, kontrol altına almak için kullanılan biyolojik veya kimyasal maddelerdir (Polat, 2019).

Tarımsal uygulamalarda, bitkisel üretimin hem miktarını hem de kalitesini artırmak için kimyasal mücadele yöntemlerinin kullanımı yaygın olarak benimsenmektedir. Bu yöntem, istenen hedeflere ulaşmada ve gerekli gereklilikleri yerine getirmede etkinliği ile tanınmaktadır. Kimyasal mücadelede tercih edilen kimyasallar olan pestisitler, istenmeyen organizmaların, yabancı otların ve zararlıların kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır (Akman ve ark., 2004). Kimyasal mücadele yöntemi çeşitli avantajlar sunmasının yanı sıra tarımsal hedeflerin karşılanmasına da önemli katkılar sağlamaktadır.

Pestisitler sadece tarımsal ortamlarda değil, aynı zamanda depolanan ürünlerin korunmasında, orman zararlılarına karşı korunmada, su kanallarının yabancı otlar tarafından tıkanmasının önlenmesinde ve demiryolu taşımacılığında yabancı ot kaynaklı engellerin azaltılmasında da önemli bir rol oynamaktadır (Uluocak, 2000; Rajendran ve diğ., 2005). Bu çeşitli alanlardaki yaygın kullanımları, çok yönlü uygulamalarını ve belirli zorlukları ele almadaki etkinliklerini göstermektedir.

Bitkisel üretimde pestisit kullanımı, potansiyel ürün kayıplarının önlenmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır ve bu kayıpların yılda ortalama %35 oranında azaldığı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, zararlı organizmaların pestisitlere karşı savunmasızlığının artması, ürün kalitesinin bozulması ve insan ve hayvanlarda potansiyel zehirlenme riskleri gibi olumsuz sonuçlardan kaçınmak için pestisitlerin uygulanmasında dikkatli olunması esastır (Gürcan, 2001). Bu nedenle, doğru ve sorumlu pestisit yönetimi uygulamaları, etkili haşere kontrolü ile potansiyel olumsuz sonuçları en aza indirme arasında bir denge kurmak için gereklidir.

Kontrolsüz ve bilinçsiz pestisit kullanımından dolayı oluşan çevre kirliliği, insan ve diğer canlılarda gözlenen sağlık problemleri zamanla artmaktadır. Ürün verimini artırması, ekonomik olması, hızlı sonuç vermesi ve kısa sürede tekrarlanabilir olması açısından beklenen etkiyi sağlayan pestisitler, fayda sağlamasının yanında bilinçsizce kullanım şartları sebebiyle canlılara ve doğaya zarar vermektedir. Pestisitler kullanılırken asıl amaç ve beklenen durum; zararlı organizmalara karşı zehir etkisi oluştururken, insanlara ve memeli hayvanlara karşı zehirli olmaması veya daha az zarar vermesidir. Ancak çoğu pestisit bu beklentiyi karşılayacak özelliklere sahip değildir. İnsanlara, memeli hayvanlara ve istenmeyen organizmalara aynı derecede zehir etkisi gösteren pestisit türü oldukça fazladır. Bazı pestisit türleri uygulandığı bitki, toprak ve su alanlarında uzun yıllar kaldıklarından dolayı canlıların vücuduna ulaşarak zehir etkisi yaratmaktadır (Güney, 1992).

Pestisitlerin tarımsal alanlarda uygulanması, bu kimyasallar su, toprak ve hava yoluyla yayılabildiğinden, insanlar ve hayvanlar da dahil olmak üzere çeşitli organizmaları etkileme potansiyeline sahiptir. Pestisitlerin hareketi iklim, tarımsal koşullar ve uygulama yöntemleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Yıldırım, 2008). Pestisit kullanımını etkin bir şekilde yönetmek ve çevre ve canlı organizmalar üzerindeki olası olumsuz etkileri en aza indirmek için bu faktörleri göz önünde bulundurmak çok önemlidir.

Pestisitlerin toprakta bulunması, bu kimyasalların çeşitli reaksiyonlara girerek kirletici hale gelmesiyle toprağın kirlenmesine yol açabilir. Pestisitler yağmur, kar suyu ve sel gibi süreçlerle kirlenmiş topraktan göllere, nehirlere ve nihayetinde deniz sularına taşınarak bu bölgelerde kirliliğe neden olabilir (Yazgan, 1997). Pestisit kirliliğinin yollarını ve potansiyel sonuçlarını anlamak, çevresel etkiyi hafifletmek ve su kaynaklarını korumak için etkili önlemler uygulamak için gereklidir.

Pestisit kalıntıları araştırılıp, tespit edilmektedir. Bu çalışmalar ile insan sağlığı ve çevre koruması açısından pestisitlerin kullanım şekli, kullanım miktarı vb. belirlenerek güvenli kullanım koşulları belirlenmektedir (Führ, 1982).

2.2. Pestisitlerin İnsan Sağlığına Etkileri

Pestisitlerin canlıların hayati ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kullanılması her ne kadar fayda sağlasa da bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımlarının başta insan ve diğer canlıların

sağlığı, çevre kirliliği gibi olumsuz etkileri de gözardı edilmemelidir. Pestisitlerin uygulanmasında tecrübeli ve bilgili kişilerin görev alması bu konuda oldukça önemli olup, pestisit uygulaması yapacak kişilerin muhakkak bu konuda eğitim alması gerektiği savunulmaktadır. Pestisitler uygulanırken kontrollü ve tecrübeli kişilerin görev alması pestisitlerin canlıların sağlığına ve çevreye verebileceği zararları en aza indirilebilmektedir.

Pestisitlerle ilgili özellikle gelişmiş ülkelerde ele alınan bir diğer konu ise risk oluşturan pestisitlerin kullanım koşullarına sınırlamalar getirmek veya bazı belirlenen pestisitlerin kullanımını yasaklamaktır (Durmuşoğlu ve diğ., 2005).

Bitkisel üretimde kullanılması sebebiyle insan bünyesinde pestisit kalıntılarında rastlanmaktadır. Pestisitler kalıntı olarak veya karıştığı yeraltı sularıyla beraber insan ve hayvan bünyesine dahil olmaktadır. Bilinen kronik etkilerinin yanında pestisitler, kullanımı esnasında akut zehirlenme ve ölüm olaylarına da sebep olmaktadır. Pestisitlerin insan vücudunda ağız yoluyla(oral), deri yoluyla(dermal), solunum yoluyla(inhalasyon) olmak üzere 3 farklı yolla katılarak, zehirli olabilmektedir.

Pestisit kullanımı, kanser gelişimi potansiyeli, doğum anormallikleri, sinir sisteminde hasar ve uzun vadeli olumsuz etkiler de dahil olmak üzere çeşitli sağlık riskleriyle ilişkilendirilmiştir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Kapsamlı araştırmalar, pestisitlerin insan sağlığına verebileceği potansiyel zararı anlamının ve en aza indirmenin önemini vurgulamıştır. Uygun güvenlik önlemlerinin uygulanması ve alternatif haşere kontrol yöntemlerinin teşvik edilmesi, pestisit maruziyetiyle ilişkili risklerin azaltılması için çok önemlidir.

2.3. Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri

Pestisitler çeşitli yollarla, uygulandıkları alanlardan başka bölgelere taşınarak birtakım çevre sorunları yaratmaktadır. Uygulandıkları alan da toprak, hava ve suya karışarak çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu nedenle pestisitler tüm canlılara ulaşarak tehlike oluşturmaktadır (Yazgan,1997).

Hava, su ve toprak vasıtasıyla yeşil alanlara, yeraltı su kaynaklarına ulaşan pestisit kalıntıları; insan, hayvan, yaban hayatı, evcil hayvan, bazı bitkiler için tehlike oluşturmaktadır.

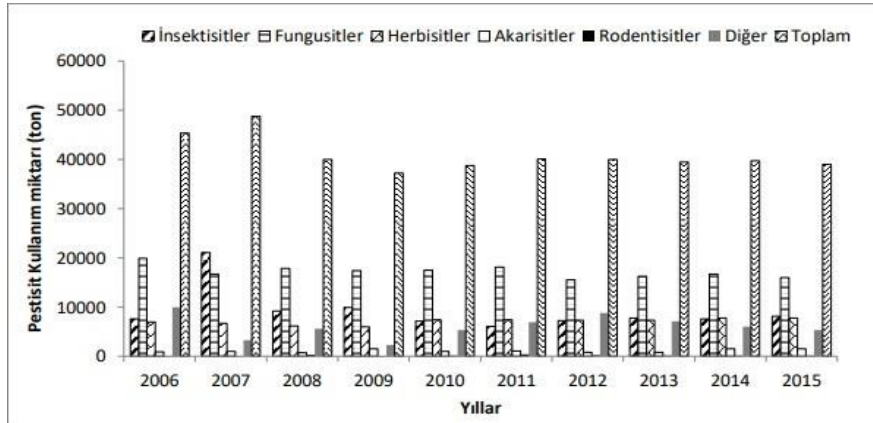
Ülkemizde nispeten daha az pestisit kullanılmasına rağmen, en çok kullanılan pestisitler canlı ve doğa için risk oluşturan pestisitlerdir (Altıkat ve diğ., 2009).

2.4. Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler fiziksel yapılarına, formülasyon şekillerine, etkiledikleri zararlı gruplarına göre sınıflandırılmaktadır. En sık kullanılan sınıflandırma etki ettikleri zararlı grubuna ve kullanım alanına göre yapılan sınıflandırmadır.

Etki Ettikleri Zararlı Gruplarına Göre Pestisitlerin Sınıflandırılması:

- a) İnsektisitler: Böcekleri öldürenler
- b) Rodentisitler: Kemiricileri öldürenler
- c) Fungusitler: Mantarları öldürenler
- d) Bakterisitler: Bakterileri öldürenler
- e) Mitisitler: Keneleri öldürenler
- f) Larvasitler: Larvaları öldürenler
- g) Nematositler: Solucanları öldürenler
- h) Akarisitler: Örümcekleri öldürenler
- i) Mollusitler: Salyangozları öldürenler
- j) Herbisitler: Yabancı otları öldürenler



Şekil 2.1. Türkiye'deki pestisit türlerinin kullanım miktarları (ton) (TÜİK, 2017)

Bu pestisit gruplarından en çok tercih edilen pestisit grupları insektisit, fungusit ve herbisitlerdir (Dökmeci, 1988).

2.5. Herbisitler

Tarımsal alanlarda ürün yetiştiriciliğinde, yabancı otlarla mücadele yöntemi olarak kullanılan herbisitler, ürünlerin sorunsuz şekilde yetiştirilmesinde en etkili kimyasal tarım ilaçlarıdır. Herbisitler, yabancı otlarla mücadelede en çok tercih edilen kimyasallardır. Bunun sebebi ise kolay uygulanabilir olmaları ve hızlı sonuç vermeleridir (Gürbüz ve Kassım, 2019).

Tarımsal ürünlerin %33'ü pestisitler kullanılarak üretilmektedir. Herbisitler ise tarımsal alanda ürünlerin korunması için kullanılan pestisitlerin %80'ini oluşturmaktadır (Ferrero ve Tinarelli, 2007; Sitaramaraju ve diğ., 2014).

Günümüzde bitkilere zarar veren, hastalık yapan zararlı organizmaların ve yabancı otların ürün hasatından önce %30-35 ürün kaybına sebep olduğu bilinmektedir. Bu kaybın %10'u yabancı otların sebep olduğu olumsuz durumları içermektedir. Yabancı otlarla mücadelede kimyasal yöntemler tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kullanılan kimyasal yöntemlerin ekonomik olması ve etkin sonuç vermesi tüm dünyada tercih edilmesinin en önemli etkenleri olarak bilinmektedir. Herbisit kullanımı, tüm dünyaya bakıldığında bitki koruma ürünleri arasında %47'lik bir oranla birinci sırayı almaktadır. Türkiye'de ise herbisitler %20'lik oranla en çok tercih edilen ikinci kimyasal yöntem olarak kullanılmaktadır (Taşkın ve diğ., 2019).

Ülkemizde herbisitlerin en çok kullanıldığı alanlar tahıl alanları, ayçiçeği ve sebzelerdir. Ayrıca Türkiye'de herbisitlerin geniş yapraklı yabancı otlara karşı kullanım oranı %97 iken dar yapraklı yabancı otlara karşı kullanım oranı %3 olarak tespit edilmektedir.

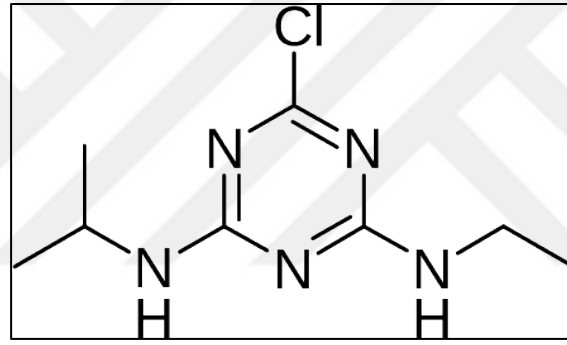
Görüldüğü üzere pestisitler içerisinde en çok tercih edilen herbisitlerin kullanımı da buna bağlı olarak artmaktadır. Bu artışa bağlı olarak herbisitlerin de insan sağlığı ve çevreye olan zararları da artış göstermektedir. Olumsuz etkilerine karşın en kısa sürede önlemler alınmaz ise dünyadaki yaşamı tehlikeye atacak sorunların ortaya çıkması kaçınılmaz olarak öngörülmektedir (Mengüç, 2018).

Pektaş'a (2011) göre, herbisitler bitkiler üzerindeki etkilerine göre iki gruba ayrılabilir. Birinci grup, tüm bitki türlerini etkileyen geniş spektrumlu bir etkiye sahip olan "seçici olmayan herbisitler" olarak bilinir. İkinci grup ise "seçici herbisitler" olarak adlandırılır ve özellikle belirli bitki türlerini hedef alır ve bunlara karşı toksik özelliklere sahiptir.

2.6. Türkiye’de Herbisit Kullanımı

Son yıllarda, hem dünyada hem de Türkiye’de herbisit kullanımında gözle görülür bir artış olmuştur. Tarımsal alanda oldukça gelişmiş bir ülke olan Türkiye, geniş tarım bölgelerine ve 120-125 milyon ton olduğu tahmin edilen önemli bir bitkisel ürün üretimine sahiptir (Birişik ve diğ., 2018).

2.7. Atrazin



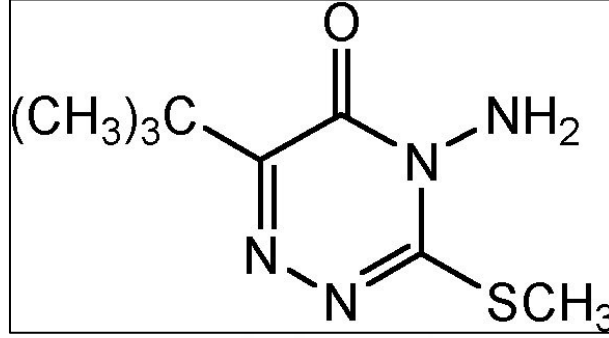
Şekil 2.2. Atrazin kimyasal yapısı

Atrazin (Şekil 2.2) en çok tercih edilen, önemli bir herbisit grubudur. Geniş uygulama alanlarına sahip olan atrazin yabancı otlarla mücadelede ve ürün verimini arttırmada kullanılmaktadır. Atrazin grubu herbisitler yeraltı ve yüzey sularında en çok gözlenen kimyasallardır (Kempf ve Brusseau, 2009).

Ülkemiz bağlamında atrazin, özellikle horozibiği, yabancı hardal, semizotu, darıcan, yonca, sirke ve geniş yapraklı yabancı otlar gibi istenmeyen bitki türlerinin yönetimi için mısır yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan bir herbisit türüdür. Bununla birlikte, atrazin kullanımının şu anda yasaklanmış olduğunu belirtmek çok önemlidir. Atrazin, geniş yapraklı yabancı otların büyümesini etkili bir şekilde bastırmak için çimlenme öncesi veya çimlenme sonrası aşamada kullanılır. Atrazin tehlikeli bir

herbisit olarak kabul edildiğini ve insanlar ve hayvanlar tarafından sindirim, deri teması ve soluma gibi çeşitli yollarla emildiğini belirtmek gerekir (Akbulut, 2008).

2.8. Metribüzin



Şekil 2.3. Metribuzin'in kimyasal yapısı

Metribüzinin (Şekil2.3) içinde bulunduğu herbisit grubu genellikle çıkış sonrası uygulanmaktadır. Metribüzin bitkiye hem gövde hem kökten alınmaktadır. Etkisi ise yabancı otlar fotosenteze başladıktan sonra görülmektedir (Peterson ve diğ., 2001).

Walker ve arkadaşları tarafından 1996 yılında yapılan araştırmaya göre, metribuzin herbisitinin toprak içinde yüksek hareketlilik gösterdiği gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, Khoury ve arkadaşları (2003) metribuzinin toprak partiküllerine karşı düşük bir afiniteye sahip olduğunu ve bu sayede hızlı bir şekilde atılıp kaybolduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmalar, metribuzinin toprak ortamındaki özelliklerini ve davranışını vurgulamaktadır.

Metribuzin herbisit, patates, yonca, kuşkonmaz, soya fasulyesi, şeker kamışı, domates, arpa, mercimek, bezelye, buğday ve mısır gibi çeşitli ürünlerde uygulama alanları bulunmaktadır. Ayrıca çimenlik alanlarda, tarım dışı nadas alanlarında ve diğer ilgili alanlarda yabancı ot kontrolü için kullanılır (Monacoveark, 2002). Metribuzin kullanımı, geniş yapraklı yabancı otları etkili bir şekilde hedeflemek ve yönetmek için tipik olarak ekim ve çıkış öncesi aşamalarda uygulanır.

2.9. Önceki Çalışmalar

Önceki çalışmalardan birkaçı aşağıda verilmiştir;

Akyol (2013), bu çalışmacıya göre, Mersin’de bulunan zirai topraklarda atrazinin tutunumu ve taşınımının incelenmesinde “ürün verimliliğini arttırmak ve zararlı otlarla mücadele için en çok tüketilen herbisit olan atrazin kullanılmıştır.” Bu pestisit global olarak tüketilmesi durumunda içme suyu kaynaklarında kirlilik meydana gelmektedir. Bu tür herbisitlerin çok fazla kullanılması ve dayanıklılığından dolayı davranış ve taşınımı önemlidir. Çalışmanın amacı, Mersin yöresinde belirlenmiş olan zirai toprakta atrazinin taşınma ve tutunma davranışının kolon ve bir seri kesikli deneylerle incelenmesidir. Atrazin herbisitinin toprağın içindeki organik maddeye geri bırakma ve tutunma hızlarının farklılığı sınırlı geri bırakma hareketine neden olmaktadır.

Brusseau ve Rao (1991) çalışmalarında, doğal sorbentler ve sentetik sorbentler, özellikle de organik modifiye silika kullanarak hidrofobik organik kimyasalların (HOC'ler) adsorpsiyon sabitlerine odaklanan bir araştırma yürütmüştür. Çalışma, HOC'lerin doğal sorbentler tarafından düzensiz emiliminden sorumlu süreçleri tanımlamayı amaçlamıştır. Deneysel sonuçlar elde edilmiş ve hız sınırlı adsorpsiyonun spesifik sorbent-sorbent etkileşimlerine atfedildiği sistemlerden elde edilen hız verileriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma, sorbat-sorbent etkileşimleriyle ilgili kimyasal kararsızlığın, HOC'lerin doğal sorbentler tarafından hız sınırlı sorpsiyonuna önemli ölçüde katkıda bulunmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma, taşınmayla ilgili kararsızlığın çalışılan sistemlerde önemli bir rol oynamadığı sonucuna varmıştır.

Brusseau (1993) çalışmasında, çözünen moleküler tanımlayıcılarla fonksiyonel ilişkilerini araştırmak için 29 organik madde ve iki toprak türünün analizini yapmıştır. Amaç, söz konusu sistemler için denge ve dengeye göre ayarlanmış değişkenleri belirlemektir. Çalışma, üç sistem için kullanılan toprak modellerinde fonksiyonel denge dağılım katsayılarının çözünen moleküler tanımlayıcılara olan bağımlılıklarını analiz etmeye odaklanmıştır.

Carroll, Artiola ve Brusseau (2006) çalışmalarında, biyokatılarla değiştirilmiş alkali bir tarım toprağında molibden (Mo) taşınımını incelemiştir. Ağırlıkça %10 biyokatı ilaveli ve ilavesiz Mo taşınımını araştırmak için hem aralıklı denge hem de karışabilir yer değiştirme testleri yapılmıştır. PHREEQC kullanılarak yapılan jeokimyasal modelleme, mevcut koşullar göz önüne alındığında sistemde herhangi bir mineral çözünmesi veya çökme reaksiyonu beklenmediğini göstermiştir. Bulgular,

biyokatırlarla değiştirilmiş topraklarla ilişkili Mo'nun nispeten yüksek biyoyararlanım ve hareketlilik sergilediğini göstermiştir.

Cheng ve Reinhard (2006) alışmalarında, kirleticilerin uzun vadeli salım kontrolünde hidrofobik mikro gözeneklerin rolünü araştırmışlardır. Jeosorbentlerden türetilen inorganik kirleticilerin kapsamlı ölçümü için bir teknik sunmuşlardır. Çalışma zellikle, TCE'nin hem kuru hem de ıslak koşullar altında gözeneklere difüzyon davranışını değerlendirmek için model bileşik olarak trikloroetilen (TCE) ile hidrofobik mineral mikro gözenek hacimlerine odaklanmıştır. Araştırma bulguları, hidrofobik mikro gözeneklerde emilen hidrolize edilebilir organik kirleticilerin, doğal topraklardaki kalıcı reaktif kirleticilere ilişkin önceki gözlemlerle uyumlu olarak, ktledekilere kıyasla daha yavaş reaksiyon hızları sergilediğini göstermiştir.

Deng, Jiang, Zhang, Hua ve Crawford (2008) alışmalarında, kimyasal ve fiziksel faktörlerin karmaşık bir etkileşimini kapsayan kirleticilerin toprağa taşınmasını araştırmışlardır. Araştırma özellikle atrazin ve Cl'nin çeşitli taşınma hızları altında bir toprak kolonundaki yer değiştirme modellerini incelemiştir.

Kempf ve Brusseau (2009) alışmalarında, ideal olmayan adsorpsiyonun atrazinin taşınması üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırma, organik karbon içeriği %0,38 ve %0,03 olan iki kumlu gözenekli bir ortamda gerçekleştirilmiştir. nceki çalışmalardan farklı olarak, bu araştırmada atık atrazin konsantrasyonları beş büyüklük mertebesini kapsayan geniş bir aralıktta izlenerek uzun vadeli taşınım davranışı hakkında bilgi edinilmiştir. Kesikli deneyler, her iki ortamda da atrazinin doğrusal olmayan adsorpsiyonunu ortaya koymuştur. Kolon deneyleri, atrazinin göreceli sıfır konsantrasyona doğru gecikmeli bir düşüşe işaret eden belirgin bir konsantrasyon kuyruğu sergilediğini göstermiştir.

Koleli, Kantar, Cuvalcı ve Yılmaz (2006) alışmalarında, emilim oranını güvenilir bir şekilde araştırmak için kolon deneyleri ve laboratuvar ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Kil kalitesinde bir pestisit olan metamidophos'un (Tamaron SL 600) taşınma davranışını toprak tekstürü ve metamidofosfor konsantrasyonunu dikkate alarak incelemişlerdir. Metamidophos'un tutulma ve taşınma davranışının toprak türünden, özellikle killi (CL) ve kumlu tınlı (SL) topraklardan önemli ölçüde etkilendiği bulunmuştur. Özellikle SL

toprağı, özellikle düşük yüzey kaplamasında ($q < 0,6 \text{ mg g}^{-1}$) metamidophos için CL toprağından daha yüksek bir sorpsiyon afinitesi sergilemiştir.

Mao ve Ren (2004) çalışmalarında, yaygın olarak kullanılan bir yabancı ot kontrol maddesi olan atrazin herbisitinin mısır üretilen bölgelerdeki yeraltı suları üzerindeki çevresel etkisine odaklanmışlardır. Duyarlılık analizi ve öneri-dağılım denklemini kullanarak topraktan, özellikle Pekin kumtaşından süzölen atrazinin özelliklerini araştırarak. atrazinin toprak-su sistemindeki davranışını ve potansiyel kontaminasyonunu daha iyi anlamaya çalışmışlardır.

Montoya, Costa, Liedl, Bedmar ve Daniel (2006) Arjantin'deki tarımsal topraklarda pestisit kullanımı üzerine bir araştırma yürütmüşdür. Elde ettikleri bulgular, birçok araştırmanın pestisit kullanımının olmadığını gösterirken, bazı araştırmaların pestisitlerin varlığını tespit ettiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, herbisit davranışı alanındaki çalışmalar, yeraltı suyu kirliliğinin önlenmesi ve yönetilmesinin yanı sıra toprak organik karbon (OC) seviyeleri, herbisit emilimi, toprak bileşenleri ve sızıntı gibi hususların araştırılmasını amaçlamıştır. Bu araştırmalar, herbisitlerin tarımsal ekosistem üzerindeki etkisinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması için yapılmıştır.

Pang, L., Close, M., Flintoft, M., (2005); Doymuşkıyı kumu akifer ortamında atrazin, heksazinon ve prosimidonun bozunması, soğurulması ve taşınması kesikli ve kolon deneylerinde incelenmiştir.

Rao, Davidson, Jessup ve Selim (1979) pestisitlerin toprak kolonlarındaki davranışlarını inceledikleri bir çalışma yürütmüşlerdir. Karışabilir yer değıştirme deneyleri sırasında her bir pestisit için iki farklı konsantrasyonu için atılım eğrilerini (BTC) ölçmüşlerdir. Toplanan BTC verileri daha sonra topraktaki pestisitlerin dengesiz adsorpsiyon-desorpsiyon fenomenini açıklamak için önerilen iki kavramsal modeli değıerlendirmek üzere analiz edilmiştir. Bu araştırma, toprak sistemlerinde pestisitlerin sorpsiyon ve desorpsiyonunu yöneten süreçler hakkında bilgi edinmeyi amaçlamıştır.

Russo, Johnson, Schnaar ve Brusseau (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, sorpsiyon ve desorpsiyon süreçlerine atfedilen düşük konsantrasyonlarda uzun süreli elüsyon kuyruklarının özelliklerini araştırmak için karışabilir yer değıştirmeler

yapılmıştır. Araştırma, organik karbonun bileşik kompozisyonu gibi jeokimyasal yapısının farklı ortamlarda gözlenen taşınım davranışı üzerindeki etkisini anlamayı amaçlamıştır. Bulgular, organik karbonun özelliklerindeki değişikliklerin kirleticilerin hareketini önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir.

Sonon ve Schwab (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada amaç, farklı doymuluk seviyelerine sahip toprak kolonlarında atrazin, alaklor ve nitratın (NO₃) göreceli hareketliliğini ve kalıcılığını değerlendirmektir. Deney, yüksek doymuluğa (yaklaşık %70) ve düşük doymuluğa (yaklaşık %40) sahip ikincil içerikli toprak kolonlarına odaklanmıştır. Amaç, bu maddelerin farklı doymuluk koşulları altındaki davranışlarını araştırmak ve topraktaki potansiyel hareketlerini ve kalıcılıklarını anlamaktır.

Valocchi (1985) tarafından yürütülen araştırmada, reaktif çözünen maddeler gözenekli ortamdan geçerken meydana gelen sorpsiyon süreçlerinin modellenmesine odaklanılmıştır. Çalışma, bu sorpsiyon reaksiyonlarını tanımlamak için çok değişkenli bir kinetik yaklaşım önermiştir. Birçok taşıma modeli sorpsiyonu açıklamak için yerel kimyasal modellerin uygulanabilirliğini varsayarken, bu makale homojen topraklarda tek boyutlu, sabit akış senaryolarında bu varsayımın geçerliliğini değerlendirmek için kritik kriterler oluşturmayı amaçlamıştır. Çalışmada ayrıca, kütle taşıma modelinin analitik çözümü hakkında bilgi sahibi olmadan bile çözünen kırılma eğrisi zaman momentlerinin formüllerini belirlemek için bir yöntem tanıtılmıştır. Ayrıca bu yöntem, standart doğrusal modele ek olarak yaygın olarak kullanılan çeşitli doğrusal olmayan formülasyonlara da uygulanmıştır.

Türkiye’de çoğunlukla Akdeniz’deki zirai topraklarda kullanılan bu bileşiklerin taşınım ve tutunma hareketinin incelendiği çalışmalar oldukça azdır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Toprak

Deneysel analiz için, Kocaeli'nin Gölcük ilçesi civarından, çalışma alanıyla benzer özellikler gösteren ancak kirlilik içermeyen toprak örnekleri toplanmıştır. Örnekler bölgenin çeşitli yerlerinden alınmış, 0-30 cm derinlikten alınmış ve homojenliği sağlamak için iyice karıştırılmıştır. Kolon testleri yapılmadan önce, toprak numuneleri 2 mm çaplı elekten geçirilmiş ve 105°C'de 48 saat boyunca kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin mineral faz dağılımı, tane boyutu dağılımı, organik madde içeriği, pH ve organik karbon gibi kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmiş ve Tablo 2.1'de sunulmuştur. Spesifik olarak, numune orta düzeyde organik madde (%0,70) sergilemiş ve 7,8 pH değeri ile oldukça tuzlu bir yapı sergilemiştir (Tablo 2.1). Ayrıca, numunenin baskın mineral bileşimini belirlemek için X-ışını kırınımı (XRD) analizi kullanılmıştır ve ilgili sonuçlar Tablo 3.1'de bulunabilir.

Tablo 3.1. Toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri

Dane boyutudağılımı, % (w/w)	
Kum	82
Silt	16
Kil	2
Dokusu	Kumlu Tın
Birim hacim ağırlık, ρ_b (g/cm ³)	1.3
Toprağın Kimyasal Özellikleri	
pH(1:1)	7.2
Toplam Organik	0.55
Karbon, TOC (%)	
Toplam İnorganik Karbon, TIC (CaCO ₃ olarak) (%)	14
SiO ₂ (%)	66
Al ₂ O ₃ (%)	5
Fe ₂ O ₃ (%)	7
MgO (%)	6
Diğer (%)	2

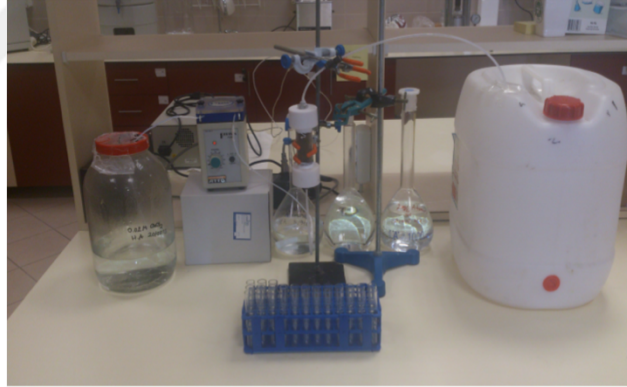
3.2. Çözeltiler

Deneysel her ikisi de analitik derecede metribuzin ve atrazinin taze hazırlanmış çözeltileri kullanılmış ve 0.02 M CaCl₂ elektrolit çözeltisi içinde günlük olarak hazırlanmıştır. Kolon deneylerinde olduğu gibi, fiziksel ortamın hidrodinamik akış

özelliklerini değerlendirmek için transperimetrik testlerde 500 mg/L PFBA çözeltisi kullanılmıştır. Deneylede kullanılan tüm malzemelerin temizliğini sağlamak için, saf su ile iyice durulandıktan sonra bir gün boyunca %10 nitrik asit çözeltisine maruz bırakılmışlardır.

3.3. Kolon Deneyleri

Kolon deneylerinde pleksiglas malzemeden yapılmış 2 cm iç çapında ve 10 cm uzunluğunda silindirik bir hazne kullanılmıştır. Kolonun üst ve alt kapakları, çözeltinin giriş ve çıkışını kolaylaştırmak için polietilen hortumlar entegre edilerek tasarlanmıştır. Çözeltinin toprak içinde homojen bir şekilde dağılmasını sağlamak için, kolonun enjeksiyon kısmına paslanmaz çelik bir dağıtıcı yerleştirilmiştir. Ayrıca, herhangi bir çözelti sızıntısını önlemek için kolonun diğer ucuna 5 µm gözenek boyutuna sahip paslanmaz çelik bir filtre yerleştirilmiştir. Şekil 3.1'de kolon deney sisteminin konfigürasyonu gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Kolon deney düzeneği

Kolonun iç kısmı 2 mm çaplı bir elekten elenmiş ve 105 °C'de kurutulmuş bir numune ile doldurulmuştur. Suya doymuş koşulları elde etmek için, kolon tamamen doyana kadar alt girişten 0,02 mM CaCl₂ elektrolit çözeltisi verilmiştir. Doymunluk durumunu belirlemek için kolonun ağırlığı periyodik olarak ölçülmüştür. Uygun akış koşullarını sağlamak için akış hızı da izlenmiştir.

Kolon tamamen doymun hale geldiğinde ve sabit akış koşulları sağlandığında, dağılma akışının ve fiziksel ortamın hidrodinamik özelliklerini değerlendirmek için testler yapılmıştır. Tüm deneylerde muhafazakar izleyici olarak 500 mg/L konsantrasyonunda

Pentaflorobenzoik asit (PFBA) kullanılmıştır. PFBA, reaktivitesinin olmaması, kütle kaybının olmaması, ortamda tutulmaması ve anyon dışlamama özellikleri nedeniyle benzer çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Koleli ve diğ. ,2006).

Her bir dönüştürücü deneyinden sonra sistem, kolon çıkışındaki (C) PFBA konsantrasyonu giriş konsantrasyonu (Co) eşleşene kadar bir elektrolit çözeltisi kullanılarak temizlenmiştir. Deney, çıkış suyundaki PFBA konsantrasyonu belirlenen bir eşiğe ulaştığında sonlandırılmıştır. İzleyici konsantrasyonunun atılım eğrisini oluşturmak için, izleyicinin bağıl konsantrasyonu (C/Co) boyutsuz gözenek hacmine (PV) karşı grafiğe geçirilmiştir; burada 1 PV, kolon toprak boşluklarındaki suyun yenilenmesi için gereken süreyi temsil etmektedir. Elde edilen eğrilerin analizi, sistemin hidrodinamik akış koşulları hakkında bilgi sağlamıştır.

Bağlama deneyleri iki farklı metribuzin ve atrazin konsantrasyonu (2 ve 10 mg/L) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yıkama hızı, temsili yeraltı suyu hız değerlerine göre 26 cm/saat olarak ayarlanmıştır (Koleli ve diğ., 2006). Muhafazakar izleyici deneylerinin ardından, metribuzin/atrazin çözeltileri, çıkış suyundaki konsantrasyon (C) giriş konsantrasyonu (Co) eşleşene kadar sistematik olarak kolona eklenmiştir. Kolon daha sonra atrazin/metribuzinin ortamdan uzaklaştırılmasını değerlendirmek için bir elektrolit çözeltisi ile yıkanmıştır. Yıkama işlemi, kolonun çıkışındaki konsantrasyonda daha fazla değişiklik olmayana kadar devam etmiştir. Metribuzin ve atrazinin yapışma hareketi üzerindeki etkisini değerlendirmek için farklı konsantrasyonlar incelenmiştir.

3.4. Analitik Ölçümler

Kolon deneylerinden toplanan numunelerdeki PFBA, metribuzin ve atrazin konsantrasyonları bir UV-VIS spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiştir. Metribuzin, atrazin ve PFBA analizi sırasıyla 254 nm, 222 nm ve 233 nm dalga boylarında bir Varian Cary 50 cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.5. Veri Analizleri

Kolon deneylerinden elde edilen atrazin/metribuzin konsantrasyonlarındaki değişimleri gösteren atılım grafikleri (breakthrough plots) ve konservatif izleyici (PFBA), deneylerde gözlenen bileşiklerin kütlelerini belirlemek için standart zamansal moment

analizine tabi tutulmuştur. 0. moment (M_0), moment analizlerinde kolondan elüe olan kütle miktarını temsil etmektedir. Enjekte edilen kütleden elüe edilen kütle nin çıkarılmasıyla deneylerdeki bileşiklerin kütlesi elde edilmiştir. Tutucu izleyici ve atrazinin alıkonma kolonu deneylerindeki konsantrasyon değişim eğrileri üzerinde moment analizi yapılarak bileşiklerin geciktirme katsayıları (R) hesaplanmıştır. Moment analizinde, 1. düzeltilmiş moment (M_1^*) kirletici kütle sinin geciktirme faktörünü sağlar [9]. Düzeltilmiş 1. normalize moment ve 0. moment için denklemler aşağıda

Sunulmuştur

$$M_0 = \int_0^t c dt \quad (3.1)$$

$$M_1 = \int_0^t c t dt \quad (3.2)$$

$$M_1^* = \frac{M_1}{M_0} \quad (3.3)$$

$$R = M_1^* - 0,5 t_0 \quad (3.4)$$

Analiz için aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

- M_0 , sütundan kütle ayrılmasını ifade eden 0. anı temsil etmektedir.
- M_1 1. zamansal momente karşılık gelmektedir.
- M_1^* 1. zamansal normalleştirilmiş anı ifade eder.
- t_0 enjeksiyon zamanını temsil eder.
- C konsantrasyonu gösterir.
- t zamanı temsil eder.
- Bu formüller çalışmadaki ilgili parametreleri hesaplamak için kullanılmıştır.

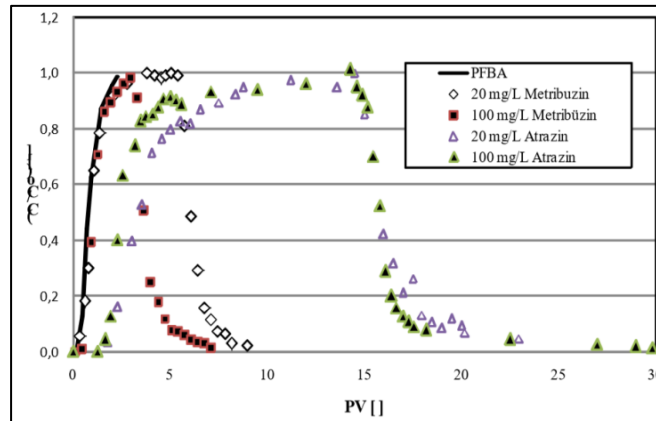
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Toprağın hidrodinamik akış koşulları, suya doymuş koşullar altında gerçekleştirilen muhafazakar izleyici deneyleri yoluyla araştırılmıştır. Şekil 4.1, PFBA dönüştürücü deneylerinin 1 geciktirme katsayısı verdiğini ve anyon dışlama veya toprak-termal akış yollarının olmadığını göstermektedir. Simetrik elüsyon profilleri ve artan PFBA grafikleri, izleyicilerin hareketinin istenen hareketliliğini ve advektif doğasını göstermektedir. İzleyici deneylerinin sonuçları, sisteme yüklenen kütlelerin %98'i aşan bir tutma oranıyla iyi korunduğunu doğrulamaktadır (Tablo 4.1). Transdüser deneylerinin bulgularını değerlendirmek için zamansal moment analizi yapılmıştır.

Tablo 4.1. Kolon deney koşulları ve sonuçları

Solüsyonlar	Kütle geri kazanımı	Gecikme katsayısı	Boşluk suyu hızı
	%	R	v
		[]	cm/saat
PFBA	101	1.0	26.0
20 mg/L Metrbzn	99.1	1.6	26.0
100mg/L Metrbzn	99.7	1.3	26.0
20 mg/L Atrazin	97.4	2.3	26.0
100 mg/L Atrazin	98.1	2.6	26.0

Metribuzin ve atrazin'in toprakta taşınımı ve tutunumu iki farklı konsantrasyonda (20 ve 100 mg/L) incelenmiştir. Herbisit konsantrasyonları, 1'lik bir C/Co değerine ulaşana kadar kademeli olarak artırılmıştır, ardından sistem bir elektrolit çözeltisi kullanılarak yıkanmıştır. Sütun deneyleri sırasında metribuzin ve atrazin konsantrasyonlarındaki değişiklikleri gösteren konsantrasyon profilleri Şekil 4.1'de sunulmaktadır.



Şekil 4.1. PFBA, atrazin ve metribüzin kolon deneyleri breakthrough grafikleri

Şekil 4.1'de gösterilen atılım grafiklerine göre, metribuzinin hareketliliğinin Tablo 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterildiği gibi PFBA izleyicisinden önemli ölçüde daha düşük olduğu bulunmuştur. Metribuzinin kolon deneylerinden geri kazanımı, 20 ve 100 mg/L konsantrasyonları için 1,1 ile 1,3 arasında geciktirme faktörleri ile yaklaşık %99,4 ile %99,8 arasında değişmiştir. Metribuzin eksi atrazin durumunda, PFBA izleyicisine kıyasla fark edilebilir bir gecikme gözlenmiştir. Hesaplanan gecikme faktörleri 1,8 ile 1,9 arasında değişirken, kütle geri kazanımı %98,4 ile %98,8 arasındadır. Bu sonuçlar, konsantrasyonlarına bakılmaksızın her iki herbisit için de doğrusal bir alıkonma modeline işaret etmektedir.

Ayrıca, toprakta bulunan orta düzeydeki organik maddenin özellikle metribuzin tutulumu ile ilişkili olduğu görülmüştür. Organik madde bileşeninin metribuzin tutulması üzerindeki etkisi, muhtemelen metribuzinin düşük gecikme katsayısı nedeniyle minimum düzeyde bulunmuştur. Bununla birlikte, Gölcük bölgesindeki tarım topraklarında metribuzinin yaygın kullanımının yeraltı suyu kirliliğine yol açabileceğini belirtmek önemlidir. Benzer şekilde, tarımsal topraklarda atrazin kullanımı da uzun süreli yeraltı suyu kirliliğine neden olabilir. Sonuç olarak, yeraltı su kaynaklarını bu tür bir kirlenmeden korumak için stratejilerin kapsamlı bir şekilde incelenmesi şarttır. Bu, toprağa uygulanan pestisitlerin sıklığı ve dozajının ayrıntılı bir değerlendirmesinin yanı sıra kirlenmiş tarım topraklarının özel koşullarına göre uyarlanmış uygun iyileştirme teknolojilerinin uygulanmasını da içermelidir.

KAYNAKLAR

- Akartuna, M. (1968). *Armutlu Yarımadasının Jeolojisi*. İstanbul Univ. Fen Fakültesi Monografileri.
- Akbulut, G. B. (2008). Atrazin ve Asetoklor Herbisitleinin Zea Mays L. (mısır) ve Pisum Sativum (bezelye) Bitkilerinde Biyokimyasal ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 246641.
- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Düzenli, S., Güney, K. ve Kurt, F. (2004). *Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi)*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Aksu, Z. ve Kabasakal, E. (2004). Batch Adsorption of 2, 4-Dichlorophenoxy-Acetic Acid (2, 4-D) from Aqueous Solution by Granular Activated Carbon. *Separation and Purification Technology*, 35(3), 223-240.
- Akyol, N. H. (2015). Characterizing and Modeling of Extensive Atrazine Elution Tailing for Stable Manure-Amended Agricultural Soil. *Chemosphere*, 119, 1027-1032.
- Akyol, N. H., Ozbay, I. ve Ozbay, B. (2015). Effect of Organic Carbon Fraction on Long-Term Atrazine Elution Tailing for Two Heterogeneous Porous Media: Experimental and Modeling Approach. *Water, Air, & Soil Pollution*, 226, 1-10.
- Altıkat, A., Turan, T., Torun, F. E. ve Bingül, Z. (2009). Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2), 87-92.
- Avcı, M. B. (2007). Trakya Bölgesinde Buğday, Arpa, Mısır ve Çeltik Tarımında Herbisit Kullanımının Sürdürülebilir Tarım Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi.
- Brusseau, M. L. (1993). Using QSAR to Evaluate Phenomenological Models for Sorption of Organic Compounds by Soil. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 12(10), 1835-1846.
- Brusseau, M. L. ve Rao, P. S. C. (1991). Influence of Sorbate Structure on Nonequilibrium Sorption of Organic Compounds. *Environmental Science & Technology*, 25(8), 1501-1506.
- Chen, W. ve Wagenet, R. J. (1997). Description of Atrazine Transport in Soil with Heterogeneous Nonequilibrium Sorption. *Soil Science Society of America Journal*, 61(2), 360-371.
- Cheng, H. ve Reinhard, M. (2006). Measuring Hydrophobic Micropore Volumes in Geosorbents from Trichloroethylene Desorption Data. *Environmental Science & Technology*, 40(11), 3595-3602.

- Culver, T. B., Hallisey, S. P., Sahoo, D., Deitsch, J. J. ve Smith, J. A. (1997). Modeling the Desorption of Organic Contaminants from Long-Term Contaminated Soil Using Distributed Mass Transfer Rates. *Environmental Science & Technology*, 31(6), 1581-1588.
- de Tchihatcheff, P. A. (1869). *Asie Mineure: Description Physique, Statistique et Archéologique de Cette Contrée, Quatrième Partie, Géologie III*. Paris: L. Guerin.
- Deng, J., Jiang, X., Zhang, X., Hu, W. ve Crawford, J. W. (2008). Continuous Time Random Walk Model Better Describes the Tailing of Atrazine Transport in Soil. *Chemosphere*, 71(11), 2150-2157.
- Dökmeci, İ. ve Dökmeci, H. (1988). *Toksikoloji*. İstanbul: Nobel Tıp Kitap Evi.
- Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O., Canhilal, R. (2010). Türkiye'de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Dayanıklılık Sorunları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara.
- Ferrero A. ve Tinarelli A. (2007). Rice cultivation in the E.U. ecological conditions and agronomical practices. E. Capri ve D. G. Karpouzas (Ed.), *Pesticide Risk Assessment in Rice Paddies: Theory and Practice* (1-24). Elsevier.
- Führ, F. (1982). Fate of Herbicide Chemicals in Agricultural Environment With Particular Emphasis on the Application of Nuclear Techniques. *Agrochemicals Fate in Food and Environment*, 99-111.
- Gaber, H. M., Inskip, W. P., Comfort, S. D. ve Wraith, J. M. (1995). Nonequilibrium Transport of Atrazine Through Large Intact Soil Cores. *Soil Science Society of America Journal*, 59(1), 60-67.
- Göncüoğlu, A. ve Erendil, N. (1990). *Armutlu Yarımadasının Jeolojisi ve Neotektoniği*. Ankara: MTA.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1997). *Plastikler*. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- Güney, E. (1992). *Çevre Sorunları*. Bizim Gençlik Yayınları.
- Gürbüz, R. (2019). Glyphosate Gerçeği: Glyphosate Nedir ve Ne Yapar? *UMTEB 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi*, Iğdır.
- Gürcan, T. (2001). Tarımsal İlaç Kalıntıları ve Önemi. *Dünya Gıda Dergisi*, 2201, 67-72.
- Gurson, A. P., Ozbay, I., Ozbay, B., Akyol, G. ve Akyol, N. H. (2019). Mobility of 2, 4-Dichlorophenoxyacetic Acid, Glyphosate, and Metribuzine Herbicides in Terra Rossa-Amended Soil: Multiple Approaches with Experimental and Mathematical Modeling Studies. *Water, Air, & Soil Pollution*, 230, 1-14.

- Hayes, M. H. B. (1970). Adsorption of Triazine Herbicides on Soil Organic Matter, Including a Short Review on Soil Organic Matter Chemistry. *Single Pesticide Volume: The Triazine Herbicides*, 131-174.
- Kempf, A. ve Brusseau, M. L. (2009). Impact of Non-Ideal Sorption on Low-Concentration Tailing Behavior for Atrazine Transport in Two Natural Porous Media. *Chemosphere*, 77(6), 877-882.
- Khoury, R., Geahchan, A., Coste, C. M., Cooper, J. F. ve Bobe, A. (2003). Retention and Degradation of Metribuzin in Sandy Loam and Clay Soils of Lebanon. *Weed Research*, 43(4), 252-259.
- Koleli, N., Kantar, C., Cuvalci, U. ve Yilmaz, H. (2006). Movement and Adsorption of Methamidophos in Clay Loam and Sandy Loam Soils. *International Journal of Environmental and Analytical Chemistry*, 86(15), 1127-1134.
- Lechon, Y., García-Valcárcel, A. I., Matienzo, T., Sánchez-Brunete, C. ve Tadeo, J. L. (1997). Comparison of Analytical Procedures for Determination of Soil Sorption Coefficients of Some Triazine Herbicides. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 28(19-20), 1835-1844.
- Mao, M. ve Ren, L. (2004). Simulating Nonequilibrium Transport of Atrazine Through Saturated Soil. *Groundwater*, 42(4), 500-508.
- Mengüç, Ç. (2018). Herbisit Toksikitesi ve Yabancı Otlara Karşı Alternatif Mücadele Stratejileri. *Turkish Journal of Weed Science*, 21(1), 61-73.
- Montoya, J. C., Costa, J. L., Liedl, R., Bedmar, F. ve Daniel, P. (2006). Effects of Soil Type and Tillage Practice on Atrazine Transport Through Intact Soil Cores. *Geoderma*, 137(1-2), 161-173.
- Nkedi-Kizza, P., Brusseau, M. L., Rao, P. S. C. ve Hornsby, A. G. (1989). Nonequilibrium Sorption During Displacement of Hydrophobic Organic Chemicals and Calcium-45 Through Soil Columns with Aqueous and Mixed Solvents. *Environmental Science & Technology*, 23(7), 814-820.
- Ozbay, B., Akyol, N. H., Akyol, G. ve Ozbay, I. (2018). Sorption and Desorption Behaviours of 2, 4-D and Glyphosate in Calcareous Soil from Antalya, Turkey. *Water and Environment Journal*, 32(1), 141-148.
- Pang, L., Close, M. ve Flintoft, M. (2005). Degradation and Sorption of Atrazine, Hexazinone and Procymidone in Coastal Sand Aquifer Media. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 61(2), 133-143.
- Pektaş, G. Ç. (2011). 2,4-D (2,4-Diklorofenoksi) Asetik Asit ve türevleri ile Bisfenol-a (bis-a) ve Fosfotrisin (PPT)'in Su Pireleri Daphniamagna (Straus, 1820) (Cladocera, Crustacea) üzerine Akut Toksik Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 322971.

- Rajendran, R. B., Imagawa, T., Tao, H. ve Ramesh, R. (2005). Distribution of PCBs, HCHs and DDTs, and Their Ecotoxicological Implications in Bay of Bengal, India. *Environment International*, 31(4), 503-512.
- Rao, P. S. C., Davidson, J. M., Jessup, R. E. ve Selim, H. M. (1979). Evaluation of Conceptual Models for Describing Nonequilibrium Adsorption-Desorption of Pesticides During Steady-Flow in Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 43(1), 22-28.
- Russo, A., Johnson, G. R., Schnaar, G. ve Brusseau, M. L. (2010). Nonideal Transport of Contaminants in Heterogeneous Porous Media: 8. Characterizing and Modeling Asymptotic Contaminant-Elution Tailing for Several Soils and Aquifer Sediments. *Chemosphere*, 81(3), 366-371.
- Shih, Y. H. (2007). Sorption of Trichloroethylene in Humic Acid Studied by Experimental Investigations and Molecular Dynamics Simulations. *Soil Science Society of America Journal*, 71(6), 1813-1821.
- Simunek, J., Van Genuchten, M. T. H., Sejna, M., Toride, N. ve Leij, F. J. (1999). *Studio of Analytical Models for Solving Convection-Dispersion Equation (STANMOD)*. Riverside, CA: US Salinity Lab.
- Sitaramaraju, S., Prasad, N. V. V. S. D., Reddy, V. C. ve Narayana, E. (2014). Impact of Pesticides Used for Crop Production on the Environment. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 3, 75-79.
- Sluszny, C., Graber, E. R. ve Gerstl, Z. (1999). Sorption of s-Triazine Herbicides in Organic Matter Amended Soils: Fresh and Incubated Systems. *Water, Air, and Soil Pollution*, 115, 395-410.
- Sonon, L. S. ve Schwab, A. P. (2004). Transport and Persistence of Nitrate, Atrazine, and Alachlor in Large Intact Soil Columns Under Two Levels of Moisture Content. *Soil Science*, 169(8), 541-553.
- Taşkın, R., Gürbüz, R., Güney, A. ve Doğan, D. (2019). Geçmişten Günümüze Herbisitler. *UMTEB 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi*, Iğdır, 11-12 Nisan 2019.
- Toride, N., Leij, F. J. ve Van Genuchten, M. T. (1995). *The CXTFIT Code for Estimating Transport Parameters from Laboratory or Field Tracer Experiments* (2. Cilt). Riverside, CA: US Salinity Laboratory.
- Uluocak, B. H. ve Egemen, Ö. (2005). İzmir ve Aliğa Körfezinde Mevsimsel Olarak Avlanan Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Organik Klorlu Pestisit Kalıntılarının Araştırılması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1), 149-160.
- Uluocak, H. B. (2000). İzmir ve Aliğa Körfezinde Mevsimsel Olarak Avlanan ve Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Organik Klorlu Pestisit Kalıntılarının Araştırılması. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 96478.

- Valocchi, A. J. (1985). Validity of the Local Equilibrium Assumption for Modeling Sorbing Solute Transport Through Homogeneous Soils. *Water Resources Research*, 21(6), 808-820.
- Walker, A., Welch, S. J., Melacini, A. ve Moon, Y. H. (1996). Evaluation of Three Pesticide Leaching Models with Experimental Data for Alachlor, Atrazine and Metribuzin. *Weed Research*, 36(1), 37-47.
- Williams, W. M., Holden, P. W., Parsons, D. W. ve Lorber, M. N. (1988). *Pesticides in Ground Water Data Base. 1988 Interim Report (No. PB-89-164230/XAB; EPA-540/9-89/036). Environmental Protection Agency. Washington, DC (USA). Office of Pesticide Programs.*
- Xing, B., Pignatello, J. J. ve Gigliotti, B. (1996). Competitive Sorption Between Atrazine and Other Organic Compounds in Soils and Model Sorbents. *Environmental Science & Technology*, 30(8), 2432-2440.
- Yazgan, M. S. (1997). Türkiye' de Pestisit Kirliliği. *Türkiye' de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu II*, (22-23).
- Yıldırım, E. (2008). *Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve Kullanılan İlaçlar*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları.
- Zhang, Z. ve Brusseau, M. L. (2004). Nonideal Transport of Reactive Contaminants in Heterogeneous Porous Media: 7. Distributed-Domain Model Incorporating Immiscible-Liquid Dissolution and Rate-Limited Sorption/Desorption. *Journal of Contaminant Hydrology*, 74(1-4), 83-103.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Akyol, N. H., **Ayva, A.**, Biricik, Y. (2023). Investigation of the transport and attachment behaviors of Atrazine and Metribuzine herbicides in agricultural soils of the Gölcük plain. *Environmental Toxicology and Ecology*.



ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini İzmit'te tamamladı. 2012 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2016 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2018-2023 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi FenBilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

