



# ADLİ VAKALARDA TOKSİKOLOJİK ANALİZLER

YAZARLAR

Gölbahar EKİNCİ SÖZERİ

Prof. Dr. Özen ÖZENSOY GÜLER

EDİTÖR

Prof. Dr. Yasemin ÜSTÜNDAĞ

ISBN: 978-625-6181-54-0

Ankara -2024

# ADLI VAKALARDA TOKSİKOLOJİK ANALİZLER

## EDİTÖR

Prof. Dr. Yasemin ÜSTÜNDAĞ  
ORCID ID:0000-0002-0002-5510

## YAZARLAR

Gülbahar EKİNCİ SÖZERİ<sup>1</sup>

Prof. Dr. Özen ÖZENSOY GÜLER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Adli Bilimler A. D.,  
Ankara, Türkiye, ie\_gekinci@tse.org.tr

<sup>2</sup>Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji  
A. D., Ankara, Türkiye, ozenozensoyguler@aybu.edu.tr  
ORCID ID: 0000-0003-0389-9624

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14163188>



Copyright © 2024 by UBAK publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by

any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. UBAK International Academy of Sciences Association Publishing House®

(The Licence Number of Publicator: 2018/42945)

E mail: [ubakyayinevi@gmail.com](mailto:ubakyayinevi@gmail.com)

[www.ubakyayinevi.org](http://www.ubakyayinevi.org)

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

UBAK Publishing House – 2024©

**ISBN: 978-625-6181-54-0**

November / 2024

Ankara / Turkey

## ÖNSÖZ

" Nasıl ki insan toprak, su, hava ve ateşten yapılmışsa dünyada öyledir; nasıl ki insanın içinde bir kan gölü varsa, dünyanın da benzer şekilde yükselip alçalan okyanusu vardır. *Leonardo da Vinci* "

Çocukken doktor yada sağlıkla ilgili bir alanda meslek sahibi olmak istemiyordum; benimle aynı gün doğmuş, dünyanın en tanınmış polisiye yazarı olan *Agatha Christie* yada ortaokulda coğrafya öğretmenimin " Haritalar ve atlaslar, manzaranın gerisinde saklanmış olanı ortaya koyarak, dünyayı ve bilinmeyeni araştırmanın pusulasıdır" cümlesinin üzerimdeki etkisiyle yeryüzü ve uzay haritacısı olmalı. Böylelikle hem adli ve polisiye olayları hem de gezegenimizin ve sonsuzluk denizi olan uzayın oluşumu, nedenleri ve gizemlerini idrak edebilecektim.

Şu an " ADLİ VAKALARDA TOKSİKOLOJİK ANALİZLER" başlıklı hem bilimsel ve teknik açıdan akıcı ve kolay anlaşılır hem de insan ve çevre sağlığı için toksinlerin yarattığı pek çok durumun önemini belirtildiği, adli vakaların ise net olarak gerçekleri gün ışığına çıkarabilme sürecindeki meşakkatli emeği, toksikolojik analizlerin önemini, farklı disiplinler ve yetilere sahip kıymetli araştırmacı bilim insanları ve akademisyenlerimizin bir araya gelerek oluşturduğu bu güzel eseri okuduktan sonra düşüncelerimi yazarken, kendime ve değerli meslektaşlarıma bakıyorum da onlarda benim gibi olaylar, nedenler ve çözümler örgüsündeki gizemi ve oluşumu çözmek ve yeni nesillere aktarmak için bu yola baş koymuş birer " *Agatha Christie*,

denizci ve haritacı *Piri Reis* " neferlerinin bu teknoloji ve çağdaki yansımaları olan önemli mihenk taşlarıdır. Bu kitabın sağlık ve fen bilimleri alanında çalışan tüm meslektaşlarımıza yararlı olmasını diliyoruz. Kitabın oluşmasında emeği geçen akademik yazarlara ve yayınlanmasını sağlayan UBAK YAYIN EVİ ailesine teşekkür ederiz.

**Prof. Dr. Yasemin ÜSTÜNDAĞ**



## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....i

### ADLİ VAKALARDA TOKSİKOLOJİK ANALİZLER

Gülbahar EKİNCİ SÖZERİ

Prof. Dr. Özen ÖZENSOY GÜLER

GİRİŞ.....	1
TOKSİKOLOJİ NEDİR ?.....	2
TOKSİKOLOJİNİN TARİHÇESİ.....	4
TOKSİKOLOJİNİN ALT DALLARI.....	7
ADLİ TOKSİKOLOJİ NEDİR?.....	11
ADLİ TOKSİKOLOJİNİN TEMEL KAVRAMLARI.....	15
ADLİ TOKSİKOLOJİDE TEMEL ANALİZ TİPLERİ.....	17
TOKSİKOLOJİNİN ANALİZDE KULLANILAN BAZI ENSTRÜMENTAL YÖNTEMLER.....	19
TOKSİK MADDELER.....	23
ZEHİRLERİN ETKİSİNİ DEĞİŞTİREN FAKTÖRLER.....	27
TOKSİKOLOJİK ANALİZLERİN ADLİ VAKALARDA KULLANIMI.....	32
SUÇ MAHALİ İLE ADLİ TOKSİKOLOJİ ARASINDA NE GİBİ BAĞLAR VARDIR ?.....	35
TOKSİKOLOJİK ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	36

MODERN TOKSİKOLOJİ NEDİR ? .....	37
ADLİ TOKSİKOLOJİNİN GELECEĞİ.....	40
SONUÇ .....	43
KAYNAKÇA .....	44



# **ADLI VAKALARDA TOKSİKOLOJİK ANALİZLER**

Gölbahar EKİNCİ SÖZERİ

Prof. Dr. Özen ÖZENSOY GÜLER

## **GİRİŞ**

“Her madde zehirdir. Zehir olmayan madde yoktur; zehir ile ilacı ayıran dozdur.” Paracelsus

Adli bilimler ve toksikoloji arasındaki ilişki, hukuki olayların bilimsel yöntemlerle çözümlenmesi ve zehirli maddelerin bu süreçte oynadığı rolü anlamak amacıyla kurulmuş bir entegrasyonu temsil eder. Adli bilimler, mahkemelerde delil sunma, suçları çözme ve adil bir hukuki sürecin sağlanması gibi amaçları gerçekleştirmeye yönelik bilimsel prensipleri içeren bir disiplindir. Toksikoloji ise kimya, biyokimya ve farmakoloji gibi alanları içine alan bir bilim dalıdır ve zehirli maddelerin biyolojik sistemlere olan etkilerini inceleyerek bu maddelerin tespiti ve analizi ile ilgilenir.

Adli toksikologlar, suç mahalli veya otopsi sırasında biyolojik örneklerde zehirli maddelerin varlığını belirleyerek adli bilimlere önemli katkılarda bulunurlar. Zehirli maddelerin analizi, intiharlar, cinayetler, kaza sonucu ölümler gibi adli durumların aydınlatılmasında kritik bir rol oynar. Ayrıca, ilaç analizleri ve doping vakalarında adli toksikologlar, sporcuların ve bireylerin vücutlarındaki maddeleri belirleyerek hukuki soruşturmalara ışık tutarlar.

Bu disiplinler arasındaki iş birliği, suç sahnelerinden elde edilen delillerin bilimsel yöntemlerle değerlendirilmesini sağlar. Adli toksikologlar, mahkemelerde bilimsel uzmanlık sunarak, zehirli maddelerin etkileri, dozajları ve zehirlenme olaylarının nasıl gerçekteştiği hakkında detaylı bilgiler sağlarlar. Bu sayede, adli bilimlerde doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşma sürecinde toksikoloji kritik bir rol oynar. Sonuç olarak, adli bilimler ve toksikoloji, suçların çözümü ve adil bir hukuki süreç sağlama konusunda birbirini tamamlayan ve güçlendiren bir iş birliği içinde bulunur.

## **TOKSİKOLOJİ NEDİR?**

Toksikoloji, kimyasal maddelerin, biyolojik organizmalar üzerindeki etkilerini inceleyen bir bilim dalıdır. Bu etkiler genellikle toksik etkiler olarak kabul edilir. Toksikoloji, bu etkilerin sebeplerini, mekanizmalarını, belirtilerini, tedavilerini ve bu maddelerin güvenli kullanımını araştıran bir multidisipliner alandır. Toksikoloji, kimya, biyoloji, farmakoloji, fizyoloji ve tıp gibi birçok disiplini içerir.

Toksikoloji kısaca zehir bilimidir. İlaçlar da içinde olmak üzere kimyasal, biyolojik ve fiziksel etkenlerin canlılardaki istenmeyen etkilerini inceleyen, bu etkilerin önlenmesini ve azaltılmasını kapsayan çok disiplinli bir bilim dalıdır (Akgür, 2014). Toksikoloji, bir organizmada çeşitli maddelerin, pestisitlerin, ilaçların, endüstriyel kimyasalların ve çevresel kirleticilerin insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerindeki etkilerini araştırır (Börçek Kasurka, 2019). Ayrıca, maruz kalma seviyelerini değerlendirerek, bu maddelerin güvenli kullanım düzeylerini belirleme konusunda da önemli bir rol oynar.

Toksikoloji, gıda güvenliği, ilaç geliştirme, çevre sağlığı, endüstriyel güvenlik ve suç soruşturmaları gibi birçok alanda uygulama bulur. Toksikolojik araştırmalar, insan sağlığını korumak, çevreyi güvence altına almak ve toplumları güvence altına almak için önemli bir rol oynar (Mercan ve Türkmen, 2023).

Fiziksel, kimyasal ve biyolojik ajanların canlı biyolojik sistemlerde yapısal ve işlevsel değişiklik şeklinde gözlenen zararlı etkilerinin kalitatif ve kantitatif olarak incelenmesi ve bu araştırmalardan sonra elde edilen verilerin yararlı canlıların zararlı etkilerden korunması ve kimyasal maddelerin güvenilirliklerinin belirlenmesi için çalışan, multidisipliner hem çok eski hem modern anlamda çok yeni, gelişen ve öngörüsöl niteliği olan bir bilimdir. Toksikolojinin başlıca hedefleri;

1. Farklı etkenlere bağlı olarak ortaya çıkan toksik etkileri göstermek,
2. Toksik etkilere ilişkin bilgileri incelemek amacıyla bilimsel çalışmalar yapmak,
3. Kimyasal etkenlerin toksik etki potansiyellerini araştırarak risk değerlendirmesi yapmak,
4. Kimyasal maddelerin ve diğer toksinlerin zararlı etkilerini önlemek ve kontrol altına almaktır (Güner, 2014).

Toksinlerin mekanizmalarının ve etkilerinin araştırılmasında tıbbi biyoloji ve kimyasal bilimler birlikte çalışmakta ve “Toksikoloji” multidisipliner bir alan olarak gelişimini sürdürmektedir (Güner, 2014).

## **TOKSİKOLOJİNİN TARİHÇESİ**

Maddelerin insan vücudunu etkilediği yüzyıllardır bilinmektedir. Eski zamanlardan itibaren insanlar hangi maddelerin bedensel işlevleri nasıl desteklediğini ve bu maddelerin etki mekanizmalarını araştırmışlardır (Milles, 1999). Toksikolojinin tarihçesi oldukça eski bir geçmişe dayanmaktadır. MÖ 1500'li yıllara ait arkeolojik kaynaklarda, Baldıran otu, (*Atropa belladonna*) zehirleri, Banotu (*Hyoscyamus*) zehirleri, kurşun, bakır, antimon vb. gibi zehirler yer almaktadır ayrıca yerel halkın *Strophanthus* türleri tohum ekstrelerini ok zehri olarak kullandıklarına dair kanıtlar bulunmaktadır (Mercan ve Türkmen, 2023).

### **Antik Dönem**

Toksikoloji ile ilgili ilk bulgular antik çağlara kadar uzanmaktadır. Antik Mısır ve Antik Yunan'da zehirli bitkiler ve hayvanlarla ilgili bilgilerin bulunduğu dair kanıtlar vardır. M.Ö. 399'da Sokrat'ın zehirlenmesi gibi olaylar, antik dönemde zehirlerin etkileri hakkında erken gözlemler sağlamıştır (Mercan ve Türkmen, 2023; Rogers, 2016; Okorocho, 2022).

### **Orta Çağ**

Orta Çağ boyunca, toksikoloji genellikle gizemli ve mitolojik unsurlarla ilişkilendirilmiştir. Zehirikle suçlanan kişilere uygulanan zehir denemeleri, bu dönemin toksikolojiyle ilgili karanlık yanlarını temsil eder (Rogers, 2016; Okorocho, 2022).

## **Rönesans Dönemi**

Rönesans döneminde, bilim ve tıp alanındaki ilerlemelerle birlikte, toksikoloji daha bilimsel bir disiplin haline gelmeye başlamıştır. Bu dönemde daha sonra “Toksikolojinin Babası” olarak anılacak Paracelsus adı öne çıkar. Paracelsus (1493-1541), İsviçreli bir hekim, kimyager ve filozoftur. Gerçek adı Theophrastus Philippus Aureolus Bombastus von Hohenheim'dir. Toksikolojiye yaptığı katkı “Her madde zehirdir. Zehir olmayan madde yoktur; zehir ile ilacı ayıran dozdur.” sözüyle de özetlenebilir. Bu ilke, bir maddenin toksisitesinin yalnızca doğal özellikleri tarafından değil, aynı zamanda bir organizmanın maruz kaldığı miktar veya doz tarafından da belirlendiğini ima eder. Paracelsus, küçük miktarlarda zararsız veya faydalı olan maddelerin daha yüksek konsantrasyonlarda toksik hale gelebileceğini kabul etmiştir. Bu kavram günümüzde toksikoloji ve risk değerlendirmesinin temelini oluşturmaktadır. Bir maddenin dozu ile etkileri arasındaki ilişki, toksisiteyi anlamının kritik bir yönüdür. Paracelsus ayrıca bireylerin maddelerin toksik etkilerine karşı duyarlılıklarının farklı olabileceğini de kabul etmiştir. Ayrıca Paracelsus, vücut ve çevre arasındaki etkileşimlerden yola çıkarak sağlık ve hastalık konusunda bütünsel bir bakış açısına sahipti. Bu bakış açısı, kirleticilerin ve kontaminantların ekosistemler ve insan sağlığı üzerindeki etkisini inceleyen modern çevresel toksikoloji ile uyumludur. Paracelsus'un fikirleri kendi zamanında devrim niteliğinde olsa da toksikolojinin ayrı bir bilimsel disiplin olarak resmileşmesi çok daha sonra gerçekleşmiştir (Mercan ve Türkmen, 2023; Rogers, 2016; Okorocho, 2022).

## 18. ve 19. Yüzyıl

Kimyanın gelişmesi ve bilimsel yöntemlerin yaygınlaşmasıyla birlikte, toksikoloji daha sistemli bir bilim haline gelmiştir. Fransız toksikolog Orfila, zehirlerin etkileri üzerine yaptığı çalışmalarla bilim dünyasında tanınan bir isim olmuştur. Mathieu Joseph Orfila, (1787-1853), İspanyol asıllı Fransız toksikolog ve kimyagerdir. Modern toksikolojinin babası olarak da bilinen Orfila Adli toksikoloji biliminin kurucusu olup, Fransa'da tıp fakültesinde eğitimci olarak görev yapmıştır. 1814 yılında "Zehirler ve Zehirlerin Hayvanlar Üzerindeki Etkileri" adlı ilk bilimsel incelemesini yayımlamıştır (Mercan ve Türkmen, 2023; Rogers, 2016; Okorocho, 2022).

Orfila'nın yaşadığı dönemde zehir olarak en çok arsenik kullanılırdı, fakat varlığını tespit etmenin güvenilir bir yolu yoktu. Orfila, ilk tezinde, zehirlenmelerin tespitinde yeni teknikler buldu ve ayrıca mevcut teknikleri geliştirerek, doğruluklarını önemli ölçüde arttırdı. Yaptığı bu çalışmalar, Adli Toksikoloji konusunda bilimsel yaklaşıma sahip olmakla birlikte aynı zamanda yasalara da uygulanabilecek çalışmalardır. Orfila'nın çalışmaları, özellikle cezai soruşturmalar ve adli bilim vakalarında zehirleri tespit ve analiz etme yöntemlerinin geliştirilmesinde çok önemli bir rol oynamıştır. Orfila'nın en önemli çalışması, 1814 ve 1817 yılları arasında birkaç cilt halinde yayınlanan kapsamlı kitabı "Traité des poisons" dur. Bu eser, zehirlerin tanımlanması ve analiz edilmesine yönelik sistematik yöntemlerin ana hatlarını çizmiş, vücut üzerindeki etkilerini tartışmış ve gelişmekte olan adli toksikoloji alanına ışık tutmuştur (Mercan ve Türkmen, 2023; Rogers, 2016; Okorocho, 2022).

## **20. Yüzyıl**

Bu yüzyılda endüstriyel devrim ve teknolojik gelişmeler toksikolojinin daha da karmaşık bir hale gelmesine neden olmuştur. İlaçlar, kimyasallar, tarım ilaçları ve endüstriyel maddelerin kullanımının artmasıyla birlikte, toksikoloji daha geniş bir kapsama sahip hale gelmiştir (Mercan ve Türkmen, 2023; Okorochoa, 2022).

## **Günümüz**

Günümüzde toksikoloji, genetik, biyokimya, moleküler biyoloji gibi alanlardan gelen bilgilerle desteklenerek gelişmektedir. Toksikoloji, çevresel zehirlenmeler, gıda güvenliği, ilaç geliştirme ve genel olarak insan sağlığıyla ilgili birçok konuda önemli bir rol oynamaktadır (Mercan ve Türkmen, 2023; Rogers, 2016; Okorochoa, 2022).

## **TOKSİKOLOJİNİN ALT DALLARI**

Toksikoloji, geniş bir alan olup farklı alt dalları içerir. Bu alt dallar, toksikolojinin farklı yönlerini ele alır ve çeşitli uygulama alanlarına odaklanır (Biswas, 2012; Schütz, 20023).



**Şekil 1.** Toksikolojinin alt dalları.

### **Klinik Toksikoloji**

Klinik toksikoloji, zehirlenme vakalarının tıbbi yönetimi ve tedavisi ile ilgilenir (Biswas, 2012). Aşırı doz alımı, intihar girişimi ve kaza sonucu zehirlenmelerde, zehirlenme etkeninin tanımlanması ve ölçümü, zehirlenen kişinin tanı ve tedavisinin düzenlenmesi ile ilgilenen toksikoloji dalıdır. Ayrıca zehirlenmelerin önlenmesi ve evde ya da hastanede tedavisini düzenler. Klinik toksikoloji; klinik tıp, klinik biyokimya ve ilaç bilimi ile birlikte çalışır (Güner, 2014). Zehirlenmelerin acil tıbbi müdahalesi, antidot uygulamaları ve hastaların klinik seyri bu alt dalın konuları arasındadır (Biswas, 2012) (Şekil 2).





**Şekil 2.** Klinik toksikoloji alanları (Sinha vd, 2021).

## **Çevresel Toksikoloji**

Çevresel toksikoloji, çevresel kirleticilerin ve endüstriyel kimyasalların organizmalar üzerindeki etkilerini inceleyen bir alt daldır. Bu alanda araştırmalar, su, hava ve toprak kalitesini etkileyen toksik maddelerin değerlendirilmesini içerir (Biswas, 2012; Schütz, 20023).

## **Gıda Toksikolojisi**

Gıda toksikolojisi, gıda kaynaklı zehirlenmeleri inceleyen bir alt dal olarak, besinlerde bulunan doğal veya kontamine toksik maddelerin etkilerini araştırır. Gıda katkı maddeleri ve kontaminantlar bu alanda önemli konulardır (Biswas, 2012; Schütz, 20023).

## **Endüstriyel Toksikoloji**

Endüstriyel toksikoloji, endüstriyel işyerlerinde çalışanların maruz kaldığı kimyasal maddelerin potansiyel etkilerini araştırır. Mesleki maruziyetlerin sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirir ve işyeri güvenliği konularına odaklanır (Biswas, 2012; Schütz, 20023).

## **Adli Toksikoloji**

Adli toksikoloji, hukuki bağlamlarda zehirlenme olaylarını inceleyen bir dal olarak adli tıp alanına odaklanır. Ölüm nedeni belirleme, zehirlenme durumlarında delil toplama ve adli soruşturmalar bu alt dalın içeriklerindedir (Biswas, 2012; Schütz, 20023). Zehirlerin suç unsuru olarak kullanılmaları binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Günümüzde bağımlılık yapan maddeler de dahil olmak üzere adli tıbbın konusuna giren zehirlenme olaylarında adli toksikologlar, analitik toksikoloji yöntemlerini kullanarak vücut sıvı ve dokularında yaptıkları analizler ile adalete ışık tutmaktadırlar (Güner, 2014).

## **Koruyucu Toksikoloji**

Koruyucu toksikoloji, potansiyel toksik maddelerin değerlendirilmesi ve insan sağlığına olan olası etkilerin önceden

belirlenmesiyle ilgilenir. Bu alan, yeni kimyasal maddelerin risk değerlendirmesi ve güvenliği konularını içerir (Biswas, 2012; Schütz, 20023).

### **Farmakolojik Toksikoloji**

Farmakolojik toksikoloji, ilaçların yan etkilerini, toksik etkilerini ve güvenliğini inceleyen bir alt daldır. İlaçların terapötik dozları, aşıırı dozlar ve yan etkiler konularında çalışmalar yapar (Biswas, 2012; Schütz, 20023).

### **Nrotoksikoloji**

Nrotoksikoloji, sinir sistemi üzerindeki toksik etkileri inceleyen bir alt daldır. Kimyasal maddelerin sinir hücrelerine ve sinir fonksiyonlarına olan etkilerini değerlendirir.

Bu alt dallar, toksikolojinin geniş yelpazesini kapsar ve farklı uygulama alanlarına odaklanarak toksik maddelerin etkilerini daha derinlemesine anlamayı amaçlar (Biswas, 2012; Schütz, 20023).

### **ADLİ TOKSİKOLOJİ NEDİR?**

Adli toksikoloji, hukuki soruşturmalarda veya adli tıp uygulamalarında zehirli maddelerin etkilerini ve varlığını inceleyen bir bilim dalıdır. Bu alanda çalışan uzmanlar, genellikle ölüm nedenlerini belirlemek, zehirlenmeleri tespit etmek, suç mahallerindeki delilleri değerlendirmek ve hukuki süreçlerde toksikolojik bilgileri kullanmakla görevlidirler.

Adli toksikoloji, zehirlerin ve kasıtlı-kasıtsız zehirlenme olgularının incelendiği bilim dalıdır. Adli toksikoloji, toksikoloji biliminden yararlanarak yasa uygulayıcılara; canlıda veya ölüm halinde ortaya çıkan ceza hukuku, medeni hukuk, sigorta hukuku v.b. ile ilgili sorunların araştırılması ve giderilmesi konularında destek sağlar (Açıkko).

Adli toksikoloji, zehirli maddelerin hukuki olaylardaki rolünü inceleyen bir disiplindir. Tarihi 19. yüzyıla dayanmaktadır, ancak özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren önemli gelişmeler yaşamıştır. Bu dönemde kimya, biyokimya ve mikrobiyolojideki ilerlemeler, zehirlerin tespiti ve analizi konusunda daha hassas yöntemlerin geliştirilmesine olanak tanımıştır.

1970'lerden itibaren genetik analiz ve moleküler tekniklerin yükselişi, adli toksikolojiyi daha da ileri götürmüştür. Bu teknolojik ilerlemeler, suç mahalli örneklerinde zehirli maddelerin tespiti ve genetik bağlantıların anlaşılması konusunda önemli bir rol oynamıştır.

Modern adli toksikoloji, ilaç zehirlenmeleri, uyuşturucu analizi, doping vakaları, alkol tespiti, gıda zehirlenmeleri ve çevresel toksikoloji gibi çeşitli uygulama alanlarında faaliyet göstermektedir. Ayrıca, bilgisayar teknolojisi ve veri analizi gibi alanlardaki ilerlemeler, adli toksikologlara daha karmaşık veri setlerini etkin bir şekilde değerlendirme olanağı tanımaktadır.

Adli toksikoloji, hukuki sisteme bilimsel destek sağlayarak suç soruşturmalarının doğru ve güvenilir bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunmuştur. Bu disiplin, zaman içindeki gelişmelerle birlikte geniş bir

alanı kapsamakta ve adli bilimlerin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Adli toksikologlar, cesetlerden alınan biyolojik örnekler üzerinde analizler yaparak, ölümün nedenini belirlemeye çalışırlar. Bu analizler arasında kan, idrar, saç, tırnak gibi örneklerden zehirli maddelerin varlığını tespit etme, bunların konsantrasyonlarını ölçme ve toksik etkileri değerlendirme işlemleri bulunmaktadır.

Adli toksikoloji ayrıca suç mahallerinde toplandığı düşünülen maddeleri inceleyerek, bir suçun işlenmesine veya ölüm olayına zehirli maddelerin katılıp katılmadığını belirleme amacını taşır. Bu alandaki uzmanlar, adli laboratuvarlarda ve adli tıp birimlerinde çalışabilirler. (Dinova ve Cravey, 1977; Rogers, 2016; AFMES, 2012).

Bu bilim dalı, adli tıp ile sıkça ilişkilidir ve hukuki süreçlerde delil sunulmasında önemli bir rol oynar. Adli toksikologlar, mahkemelerde şahitlik yapabilir ve toplum sağlığına zarar verebilecek potansiyel suçlara dair bilgi sağlarlar. Bu şekilde, adli toksikoloji, hukuk ve tıp alanları arasında bir köprü görevi görür. Adli toksikolojinin alanı içinde dört ana disiplin yer almaktadır:

### **Postmortem Toksikoloji**

Postmortem toksikoloji, uyuşturucu, alkol veya zehirleri tespit etmek için ölen bireylerden alınan biyolojik örneklerin analiz edilmesini içerir. Ölüm koşullarıyla birlikte yorumlanan bu bilgiler, toksik maddelerin bireyin ölümüne katkıda bulunup bulunmadığını veya ölümüne neden olup olmadığını belirleyerek adli soruşturmalara yardımcı olur. Sonuçlar, belirsiz ölüm nedenleri veya şüpheli

zehirlenme vakalarında çok önemlidir ve adli patologlar ve kolluk kuvvetleri için değerli bilgiler sağlar. Postmortem toksikoloji ile ilgili konulardan biri mezar açılarak, olgu için yeniden inceleme yapılmasıdır. Ölüm sonrası otopsi yapılmamış olan olgularda, gerektiğinde veya itiraz durumlarında yakınların talebi ve savcılık kararı ile belli prosedürlerle mezar açılması uygulanabilir (Dinova ve Cravey, 1977; Rogers, 2016; AFMES, 2012).

### **İnsan Davranış Toksikolojisi**

Madde etkisi altındaki bireylerin, buldukları ortamlarda sergilediği davranış biçimini ve değişikliğini inceleyen bilim dalı “insan performans/davranış toksikolojisidir ve yasal ve/veya yasadışı madde kullanımının nedenlerini sonuçlarını adli bilimler çerçevesinde irdeler (Dinova ve Cravey, 1977; AFMES, 2012).

### **Adli Amaçlı Madde İncelemeleri**

Adli uyuşturucu testi (madde-ilaç, bitkisel ve hayvansal zehirler, metalik zehirler, vb.), idrar, kan, saç veya tükürük gibi biyolojik örneklerde uyuşturucu veya metabolitlerinin varlığını tespit etmek ve analiz etmek için kullanılan bir süreçtir. Bu test, bir kişinin kontrollü madde kullanıp kullanmadığını belirlemek için yasal ve cezai soruşturmalarda çok önemlidir. Kullanılan yöntemler arasında ilk tarama için immünoassayler ve doğrulama için gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) veya sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi (LC-MS) gibi daha spesifik teknikler yer alır. Adli uyuşturucu testleri, işyeri testleri, ceza adaleti ve denetimli serbestlik

izleme dahil olmak üzere çeşitli bağlamlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuçlar, yakın zamanda veya geçmişte uyuşturucu kullanımına ilişkin nesnel kanıtlar sağlar ve yasal kararlara ve kamu güvenliğine katkıda bulunur (Rogers, 2016; AFMES, 2012).

## **Doping Kontrolü**

Adli doping kontrolü, mahkemelerde veya hukuki süreçlerde sporcuların yasaklı performans arttırıcı maddeleri kullanıp kullanmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bir süreçtir. Bu kontroller, emniyet görevlileri, uzmanlar ve doping kontrolü konusunda deneyimli kişiler tarafından yürütülür. Sporcuların biyolojik örnekleri, özel laboratuvarlarda analiz edilerek sonuçlar raporlanır. Adli doping kontrolü, doping kurallarını ihlal eden sporculara karşı hukuki yaptırımları belirlemek ve hukuki süreçte delil sağlamak amacıyla kullanılır. Bu süreç, spor organizasyonları tarafından uygulanan rutin doping kontrolünden farklıdır ve hukuki sonuçlar doğrultusunda hareket eder (Dinova ve Cravey, 1977; Rogers, 2016; AFMES, 2012).

## **ADLİ TOKSİKOLOJİNİN TEMEL KAVRAMLARI**

Adli toksikoloji, zehirli maddelerin etkilerini ve varlığını inceleyen bir disiplindir ve adli tıp alanında önemli bir rol oynar (Drummer, 2010; Akgür ve Dağlıoğlu, 2018).

**1. Toksikoloji:** Toksikoloji, zehirlerin, toksinlerin ve ilaçların vücut üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalıdır. Adli toksikologlar, bu prensipleri kullanarak adli vakalarda zehirlenme nedenlerini belirlemeye çalışırlar. Canlılar üzerinde öngörülemeyen, beklenmeyen

veya istenmeyen etkiler yaratan, geçici veya kalıcı zarar meydana getiren, hayati tehlikeye varan etkilere neden olabilen maddelere ‘zehir’ denir. Toksikoloji, herhangi bir “zehir”e maruz kalınması durumunda, zehirin tanımlanması, zehirlenme mekanizmasının araştırılması ve aydınlatılması, meydana gelebilecek etkilerin ve zararın öngörülerek önlenmesi gibi çalışmaların yürütüldüğü bir bilim dalıdır.

**2. Zehir (Toksik Madde):** Zehir, bir organizmaya zarar veren veya onu öldürebilen bir madde olarak tanımlanır. Adli toksikologlar, zehirlenme olaylarını inceleyerek zehirlerin tespiti ve etkilerini anlamaya çalışırlar (Drummer, 2010; Akgür ve Dağlıoğlu, 2018).

**3. Biyolojik Örnekler:** Cesetlerden alınan biyolojik örnekler, adli toksikologlar tarafından kullanılan önemli materyallerdir. Kan, idrar, saç, tırnak, doku ve mide içeriği gibi örnekler, zehirlerin varlığını tespit etmek için kullanılır (Drummer, 2010; Akgür ve Dağlıoğlu, 2018).

**4. Ölüm Nedeni Belirleme:** Adli toksikologlar, ölüm nedenini belirleme sürecinde önemli bir rol oynarlar. Toksikolojik analizler, ceset üzerinde yapılan incelemelerle birleştirilerek ölümün zehirlenme, ilaç etkileşimi veya başka bir toksik etkenle ilişkilendirilip ilişkilendirilmediğini belirlemeye yardımcı olur (Mercan ve Türkmen; 2023; Drummer 2010).

**5. Zehirlenme:** Zehirlenme, vücuda zarar verebilecek maddelerin alınması sonucu oluşan durumu ifade eder. Adli toksikologlar, zehirlenmenin nedenlerini belirleyerek olayın adli boyutunu değerlendirirler (Mercan ve Türkmen; 2023; Drummer 2010; Akgür ve Dağlıoğlu, 2018).



**6. Analitik Yöntemler:** Adli toksikologlar, biyolojik örneklerdeki toksik maddeleri tespit etmek ve ölçmek için çeşitli analitik yöntemleri kullanırlar. Bu yöntemler arasında kromatografi (GC, LC), kütle spektrometrisi (MS), spektrofotometri ve immünolojik yöntemler bulunabilir değerlendirirler (Mercan ve Türkmen; 2023; Drummer 2010; Akgür ve Dağlıoğlu, 2018).

**7. İzleme (Surveillance):** Adli toksikologlar, belirli topluluklarda veya genel nüfusta toksik madde kullanımını ve maruziyetini izleyerek kamu sağlığını korumaya çalışırlar değerlendirirler (Mercan ve Türkmen; 2023; Drummer 2010; Akgür ve Dağlıoğlu, 2018).

**8. Adli Laboratuvarlar:** Adli toksikologlar genellikle adli laboratuvarlarda çalışırlar. Bu laboratuvarlar, biyolojik örneklerin analiz edildiği, delillerin incelendiği ve adli toksikoloji konusundaki uzmanlığın kullanıldığı tesislerdir değerlendirirler (Mercan ve Türkmen; 2023; Drummer 2010; Akgür ve Dağlıoğlu, 2018).

## **ADLİ TOKSİKOLOJİDE TEMEL ANALİZ TİPLERİ**

Adli toksikolojik analizler, adli soruşturmalar ve mahkemelerde kullanılmak üzere zehirli maddelerin tespiti ve etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen laboratuvar testleridir. Bu analiz türleri, zehirli madde türüne, maruz kalma şekline ve olayın özel koşullarına bağlı olarak değişebilir (Batta, 2012; Kayadibi, 2023; Küme vd. 2016).

## **Kan ve İdrar Analizi**

Biyolojik örnekler, genellikle kan ve idrar, zehirli maddelerin varlığını ve konsantrasyonunu belirlemek için kullanılır. Bu analizler, ilaçlar, uyuşturucular, alkol, zehirler ve diğer toksik maddelerin varlığını tespit etmeye yöneliktir (Batta, 2012; Kayadibi, 2023; Küme vd. 2016).

## **Otopsi Analizi**

Otopsi sırasında, vücut dokuları, iç organlar ve biyolojik sıvılar incelenir. Bu analizler, zehirli maddelerin vücutta nasıl dağıldığını, hangi organlarda biriktiğini ve genel olarak nasıl etki ettiğini anlamak için yapılır (Batta, 2012; Kayadibi, 2023; Küme vd. 2016).

## **Saç Analizi**

Saç analizi, belirli bir süre boyunca kişinin maruz kaldığı zehirli maddeleri belirlemek için kullanılır. Saç, uzun vadeli maruz kalımı gösterebilir ve bu nedenle uzun bir zaman çerçevesindeki maddelerin tespitinde etkilidir (Batta, 2012; Kayadibi, 2023; Küme vd. 2016).

## **Mide İçeriği Analizi**

Zehirlenme şüphesi durumunda, mide içeriği analizi yapılarak kişinin yuttuğu veya maruz kaldığı maddeler belirlenmeye çalışılır. (Batta, 2012; Kayadibi, 2023; Küme vd. 2016).

## **Genetik Analizler**

DNA analizi, özellikle suç mahalli örneklerinde bulunan zehirli maddelerle ilgili genetik bağlantıları anlamak amacıyla kullanılır. Bu analizler, suç yerindeki izlerle, kurbanlar arasındaki genetik benzerlikleri belirleyebilir (Batta, 2012; Kayadibi, 2023; Küme vd. 2016).

## **Nefes Analizi**

Alkol veya bazı uyuşturucuların kullanımını belirlemek için nefes analizi kullanılır. Bu yöntem, sürücülerin alkollü olup olmadığını belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılır (Batta, 2012; Kayadibi, 2023; Küme vd. 2016).

## **TOKSİKOLOJİK ANALİZDE KULLANILAN BAZI ENSTRÜMENTAL YÖNTEMLER**

Toksik maddelerden kötüye kullanılanlar alkol, uçucu maddeler, halüsinojen, uyuşturucu, uyutucu, uyarıcı maddeler ve metabolitleridir. Toksikoloji laboratuvarında kullanılan numuneler idrar, serum, plazma, kan, saç, tükürük, ter, tırnak, mide aspiratı ve içerisinde yabancı bir maddenin arandığı her türlü katı veya sıvıdır. Bu numunelerdeki toksikolojik analizlerde kullanılan analitik teknikler başlıca immunoassayler ve kromatografik yöntemlerdir (Kayadibi, 2023).

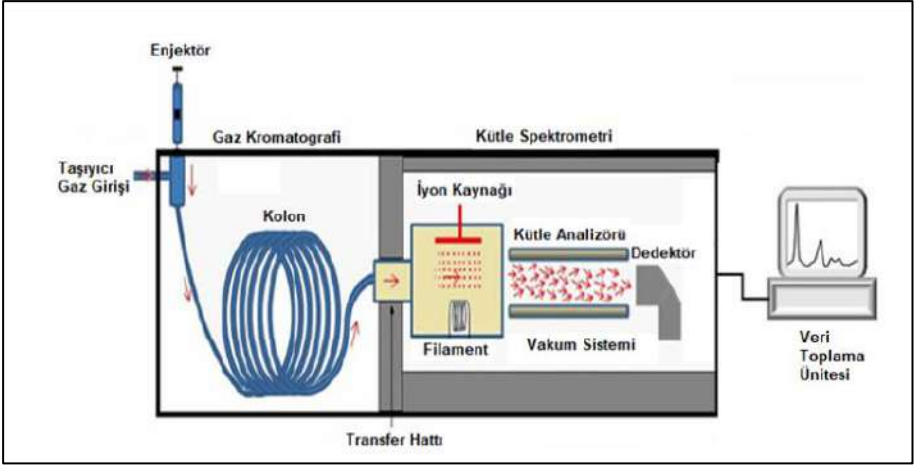
Toksikolojik analiz, çeşitli yöntemleri içeren geniş bir alandır ve farklı türlerde analizler yapılabilir (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021).

## **HPLC Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi**

Bu analiz yöntemi, bir sıvı fazında çözülmüş bileşenleri ayırmak için kullanılır. Özellikle zehirli maddelerin belirlenmesi ve konsantrasyonlarının ölçülmesi için sıkça kullanılır (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021).

## **GC-MS Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometrisi**

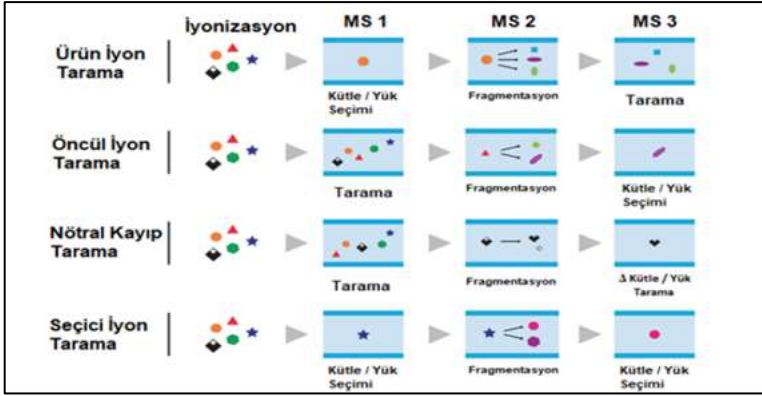
Bu yöntem, gaz fazında çözünen bileşenleri ayırmak ve bunların kütle spektrumlarını elde etmek için kullanılır. Uyuşturucu, ilaç ve toksik maddelerin tespiti için yaygın olarak kullanılır (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021). Gaz kromatografideki analizler için ise bileşiklerin non-polar ve ısıya dayanıklı olması gerekir. Gaz kromatografi uçucu örnekler için uygundur. Gaz kromatografide mobil faz ile numune reaksiyona girmemelidir ve genellikle türevlendirme gerekir (Kayadibi, 2023).



Şekil 3. Gaz kromatografi kütle spektrometri tekniği şeması (Kayadibi, 2023).

### LC-MS Sıvı Kromatografisi- Kütle Spektrometrisi

Sıvı kromatografisi ve kütle spektrometrisinin birleşimini içeren bu yöntem, sıvı fazındaki bileşenleri ayırmak ve kütle spektrumlarını elde etmek için kullanılır (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021). LC-MS/MS’de yapılacak analize özgü olarak dört farklı operasyon modu vardır. Bunlar ürün iyon tarama, öncül iyon tarama, nötral kayıp tarama ve seçici iyon taramadır (Kayadibi, 2023).



Şekil 4. LC-MS/MS operasyon modları (Kayadibi, 2023)

## ELISA Enzim Bağlı İmmünsorbent Test

Bu test, özellikle biyolojik sıvılardan belirli maddelerin varlığını tespit etmek için kullanılır. Örneğin, uyuşturucu, hormon veya toksin düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılabilir (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021).

## Spektrofotometri

Bu yöntem, bir çözeltinin belirli dalga boylarındaki ışık absorpsiyonunu ölçerek belirli bir maddeyi tespit etmeyi sağlar. Biyolojik örneklerden elde edilen maddelerin konsantrasyonlarını belirlemek için kullanılır (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021).

## Immunoassay Yöntemleri

Bu tür yöntemler, biyolojik sıvılardan belirli maddelerin varlığını tespit etmek için antikorların kullanılmasını içerir. Hızlı ve

hassas sonuçlar elde etmek amacıyla genellikle kullanılır (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **NMR Nükleer Manyetik Rezonans**

NMR, çekirdek manyetik rezonans prensibine dayanır ve moleküler yapıları belirlemek ve zehirli maddeleri tanımak için kullanılır (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **İzotop İzleme Yöntemleri**

Radyoaktif izotoplar kullanılarak belirli maddelerin izlenmesini ve tespitini sağlayan yöntemlerdir (Batta, 2012; Mogollon vd. 2018; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **TOKSİK MADDELER**

Kimyasal maddelerin pek çoğu toksiktir, ancak toksik özelliklerini dozu belirler ve akut (anlık) ya da kronik (uzun süreli) zehirlenme etkisi gösterirler. Toksik maddeler ağız, solunum ve cilde temas yollarıyla alınabilirler. Doza bağlı olarak akciğer, karaciğer, böbrek, sinir sistemi veya hematopoietik sistemler üzerine organotoksik etki gösterebilirler (Tablo 1) (Sağlık Bakanlığı, 2019). Genel olarak toksik maddeler alınma şekli, tip, orijini, etkilerine göre sınıflandırılmaktadır. Bir maddenin hangi miktarda etkili olduğu o maddenin biyolojik, kimyasal ya da toksik olarak sınıflandırılmasında önemlidir (Güner, 2014).

**Tablo 1:** Kimyasal Maddelerin Güvenlik İşaretleri (“Laboratuvar Güvenliği El Kitabı” T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1114, Ankara, 2019”)

 <p><b>Aşındırıcı (Korozif)</b></p>	 <p><b>Cildi Tahriş Edici</b></p>
 <p><b>Oksitleyici (Yakıcı Maddeler)</b></p>	 <p><b>Toksik Madde</b></p>
 <p><b>Karsinojenik Madde</b></p>	 <p><b>Patlayıcı Madde</b></p>
 <p><b>Alevlenebilir Madde</b></p>	 <p><b>Sıkıştırılmış Basıncı Altındaki Gazlar</b></p>



Etki şekline göre zehirler aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır ((Biswas, 2012).

### **Aşındırıcılar-Korozifler**

#### *Güçlü Asitler*

- Mineral veya İnorganik Asitler: Örn. HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Organik Asitler: Örn. Karbolik, oksalik ve asetik asit

#### *Güçlü Alkaliler*

- Kostik Soda; Sodyum, Potasyum ve Amonyum Karbonatlar, Potasyum Hidroksit.

#### *Metalik Tuzlar*

- Çinko Klorür, Demir Klorür veya AgNO<sub>3</sub>.

### **Tahriş Ediciler**

#### *İnorganik Tahriş Ediciler*

- Metalik Olanlar: Örn. Arsenik, Antimon, Bakır, Kurşun, Cıva, Çinko v.b.
- Metalik Olmayanlar: Örn. Fosfor, Klor, İyot, CCl<sub>4</sub>.

#### *Organik Tahriş Ediciler*

- Bitkisel Tahriş Ediciler: Örn. Rati, Hintyağı Otu, Kroton, Sodom Elması
- Hayvansal Tahriş Ediciler: Örn. Yılan, Kantarid, Akrep, Örümcek Zehri.

#### *Mekanik Tahriş Ediciler*

- Cam Tozu, Tüy, Elmas tozu, İğneler

## **Nevrotikler**

Genel olarak merkez sinir sistemine etki etmelerine rağmen bazı tahriş edici etkileri de mevcuttur.

### *Serebral Nevrotikler*

- Uyutucular: Örn. Opioidler
- Sarhoş Ediciler: Örn. Alkoller, Anestezikler, Eter.
- Sayıklaticılar: Örn. Tatula, Esrar, Kokain

### *Spinal Nevrotikler*

- Kargabüken

### *Periferel Nevrotikler*

- Kürar, Ağıotu

## **Kardiyak Maddeler**

- Yüksükotu, Zakkum, İtboğan, Nikotin, Hidrosiyamik Asit

## **Boğucu Maddeler**

- CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, Savaş Gazları

## **Çeşitli Diğer Zehirler**

Çeşitli diğer farmakolojik etkisi olan zehirleri de içermektedir.

### *Zirai Mücadele İlaçları*

- Böcek İlaçları: Örn: Organofosfatlar, Organoklorlar
- Tütsüler: Örn: Alphos, Etilen Dibromür
- Kemirgen Öldürücü İlaçlar: Örn: Talyum Sülfat, Çinko Fosfür
- Ot Öldürücüler: Örn. Parakuat, Bromoksinil

### *Bağımlılık Yapıcı İlaçlar*

- Sakinleştiriciler

- Antidepresanlar

- Halüsinojenler

*Petrol Ürünleri*

- Gazyağı

- Benzin

- Neftyağı

*Gıda Zehirlenmeleri*

- Bakteriyel

- Kimyasal

*Diğer*

- Ağrı kesici ilaçlar

- Ateş Düşürücü İlaçlar.

## **ZEHİRLERİN ETKİSİNİ DEĞİŞTİREN FAKTÖRLER**

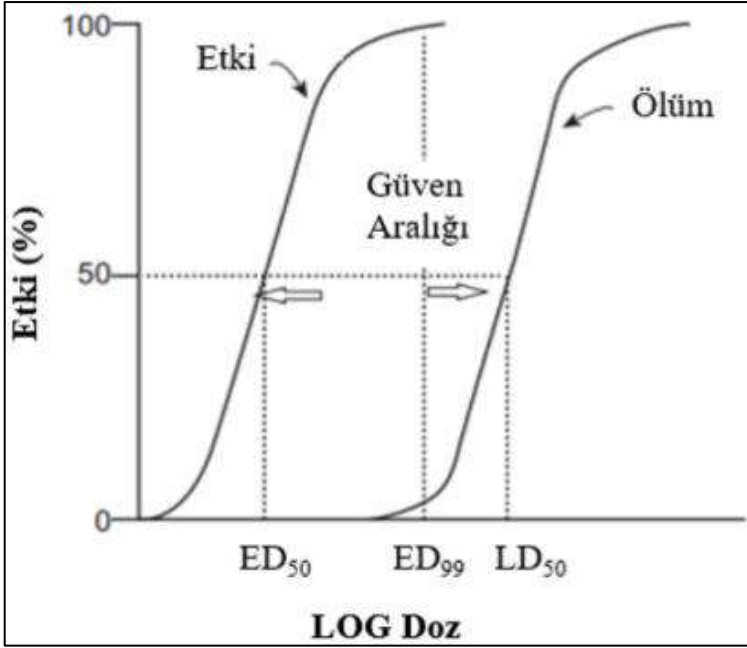
### **Miktar/Doz**

Zehirli madde miktarının yüksek olması, zehirli etkilerin de çok daha şiddetli olması anlamına gelmektedir (Biswas, 2012). Toksisitesinin ölçüsü; bir defada ağızdan verilen, 14 günlük gözlem sonucu deney hayvanlarının %50'sinin ölmesine neden olan ve vücut ağırlığının kg'ı başına verilen ve LD50 mg/kg olarak tanımlanan doz hesaplanarak bulunur. Kimyasal maddelerin havadaki 4 saatlik maruziyetleri sonunda, öldürücü derişimleri ise LC50 mg/L hava olarak hesaplanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2019).

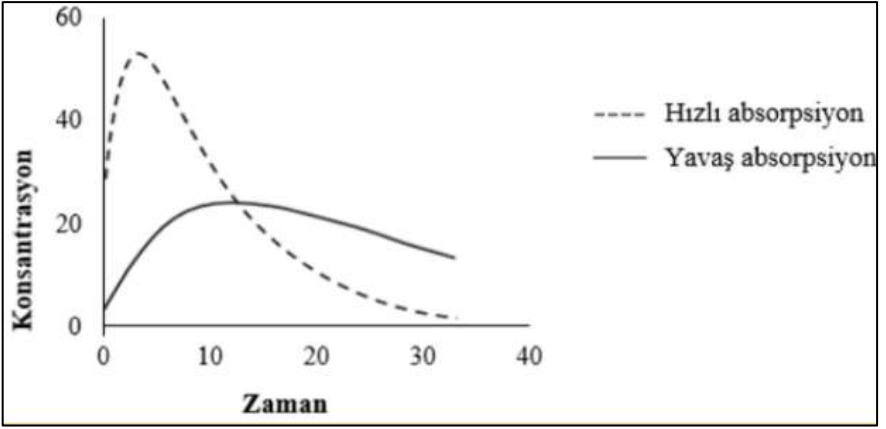
## Biçim

### *Fiziksel Durum*

Gazlar ve buharlar, sıvı zehirlere göre; sıvı zehirler katı olanlara göre, katı zehirlerde ince taneliler kalın tanelilere göre daha hızlı etki etmektedirler (Biswas, 2012).



Şekil 5. Doz-Yanıt İlişkisi ve Güven Aralığı (Mercan ve Türkmen, 2023).



**Şekil 6.** Konsantrasyona Bağlı Absorpsiyon Hızlarının Zaman Karşı Değişimi (Mercan ve Türkmen, 2023).

### *Kimyasal Bileşim*

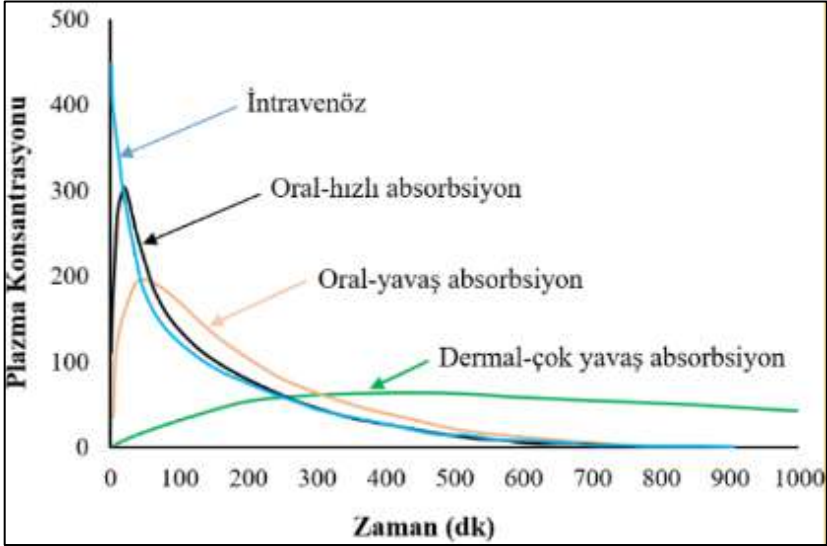
Zehrin etkisi; kimyasal bileşiminden kaynaklanan çözünürlük veya çözünmezlik durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir, örneğin gümüş nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) ve hidroklorik asidin ( $\text{HCl}$ ) her ikisi de güçlü birer zehir olmasına rağmen; birleştiklerinde zararsız çözünmez bir metalik tuz olan gümüş klorür ( $\text{AgCl}$ ) oluşturmaktadır (Biswas, 2012).

### *Mekanik Bileşim*

Zehrin etkisi inert maddeler ile mekanik olarak birleştirildiğinde değiştirilmektedir. Örneğin korozifler su ile yeteri kadar değiştirildiğinde tahriş edici madde olarak davranmaktadırlar oluşturmaktadır (Biswas, 2012).

## Alım Şekli

Etkinin hızına göre aşağıdaki sıralama ile değerlendirilmektedir. Gaz/buhar halinde solunum ile alınması > Damar içi enjeksiyon (IV) > Kas içi, Deri altı, Deri içi enjeksiyon > Yaraya uygulanması > Serumlu yüzeye uygulanması > Sindirim yoluyla alınması > Anüs, vajina, idrar yolu, dilaltı gibi doğal açıklıklar ile alınması > Doğal deriye uygulanması (Örn. Nikotin bandı) oluşturmaktadır (Biswas, 2012).



Şekil 7. Alım Şeklinin Absorpsiyon Hızına Etkisi (Mercan ve Türkmen, 2023)

## **Hastanın Genel Durumu**

### **Yaş**

Zehirlerin her iki yaş sınırı içinde daha yüksek etkileri olmaktadır. Çocuklarda ilaç metabolize edici enzimler ve etkili bir kan-beyin bariyeri henüz gelişmediğinden, birçok ilacın etkisine daha duyarlıdır oluşturmaktadır (Biswas, 2012).

### **Sağlık Durumu**

Sağlıklı bir insan hasta bir insana göre zehirlere daha iyi bir tolerans göstermektedir. Genel zayıflık, kronik veya engel oluşturuca hastalıklara sahip olanlarda; normal bir durumda güvenli olan bir doz bile ölüme sebebiyet vermektedir. Örneğin, bronşiyal astım tedavisinde kullanılan afyon veya kronik nefrit tedavisinde kullanılan cıva oluşturmaktadır (Biswas, 2012).

### **Uyku ve Sarhoşluk Durumu**

Uykudan hemen önce alınması durumunda zehrin etkisi gecikmektedir. Aynı şekilde sarhoşluk durumunda da zehrin etkisi gecikmektedir oluşturmaktadır (Biswas, 2012).

### **Tolerans ve Aşırı Hassasiyet**

Kişilerin zehre duyarlılığı geniş bir ölçekte değişkenlik göstermektedir. Örneğin alkol, barbitürat, amfetamin, benzodiyazepin, tütün veya morfin-eroïn-metadon grubu maddeleri daha önce kullanmış kişilerde orijinal olarak etki eden doz, tolerans geliştirildiğinden dolayı tekrar kullanıldığında aynı etkiyi göstermemektedir.

Aşırı hassasiyet bu durumun tam tersidir. Bu durumda da; zehre karşı, çeşitli fiziksel semptomlar da doğuran doğal bir hassasiyet gelişmektedir oluşturmaktadır (Biswas, 2012).

### **Mide Durumu**

Midenin belli oranda dolu olması zehrin etkisini geciktirmektedir. Bunun yanı sıra mide doluluğu sindirim yoluyla alınan zehrin konsantrasyonunu da düşürmektedir oluşturmaktadır (Biswas, 2012).

### **Kümülatif Etki**

Vücuttan henüz atılmamış zehirler tekrarlanan dozlarda alındığında birikme eğilimindedirler ve belirli bir eşik değere ulaştığında semptomlarını göstermektedirler (Biswas, 2021).

## **TOKSİKOLOJİK ANALİZLERİN ADLİ VAKALARDA KULLANIMI**

Toksikolojik analizler, adli vakalarda biyolojik örneklerdeki toksik madde varlığını belirleyerek adli soruşturmalarda kilit bir rol oynar (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **Ölüm Nedeni Belirleme**

Toksikolojik analizlerin temel uygulamalarından biri ölüm nedenini belirlemektir. Kan, idrar veya doku örneklerindeki ilaçlar, zehirler veya diğer toksik maddelerin varlığı, bireyin ölümüne neyin



sebepler olduğunu anlamada yardımcı olur (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **Cinayet ve İntihar Soruşturmaları:**

Toksikoloji, genellikle cinayet veya intihar şüphesi durumlarında kullanılır. İlgili ilaçların veya zehirlerin varlığı ve seviyeleri, olayın bir cinayet olup olmadığını veya bireyin kendi yaşamına son verip vermediğini belirlemede yardımcı olur (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **Trafik Kazaları**

Ölümcül veya ciddi trafik kazalarında, toksikolojik analizler, karışıklık yaratabilecek alkol, ilaç veya diğer maddelerin etkisi altında olup olmadıklarını belirlemede kullanılır (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **Cinsel Saldırı Vakaları**

Toksikoloji, cinsel saldırı vakalarında kurbanın bayılmasında kullanılan ilaçların veya maddelerin varlığını tespit etmek için kullanılabilir. Bu bilgi, cinsel saldırı iddialarını desteklemek veya çürütmek için önemli olabilir (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **İş Yeri Maruziyet Soruşturmaları**

Mesleki toksikoloji, bireylerin iş yerinde zararlı maddelere maruz kalıp kalmadığını belirlemek için yapılan analizleri içerir. Bu

bilgi, iş güvenliğiyle ilgili hukuki eylemler için önemlidir (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **Çocuk Velayeti Davaları**

Toksikolojik analizler, çocuk velayeti anlaşmazlıklarında ebeveynlerin veya vasisinin çocuk için güvenli ve uyuşturucu kullanımından uzak bir ortam sağlayıp sağlamadığını değerlendirmek için kullanılabilir (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **Adli Soruşturmalar**

Toksikoloji, genellikle suçlarla ilgili adli soruşturmalarda önemli bir rol oynar. Şüpheliler ve mağdurlar arasındaki bağlantıyı belirleme, bir suçun nasıl işlendiği konusunda bilgi sağlama amacıyla kullanılır (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

### **Mezar Açma (Fethi Kebir)**

Şüpheli ölüm durumlarında veya yeni deliller ortaya çıktığında, toksikolojik analizlerin fethi kebir (mezar açılan) kalıntılarda yapılması, ölüm nedenini yeniden değerlendirmek veya ek bilgi toplamak için kullanılabilir.

Bu senaryoların her birinde, toksikolojik analizler, hukuki süreçleri destekleyen bilimsel kanıtlar sunarak adaletin peşinde yardımcı olur. Toksikolojik analiz sonuçları, adli toksikologlar tarafından mahkemede uzman tanıklar olarak sunulurken adaletin sağlanmasına katkıda bulunur (Teixeira, 2014; Cooper ve Negrusz, 2021).

## **SUÇ MAHALİ İLE ADLİ TOKSİKOLOJİ ARASINDA NE GİBİ BAĞLAR VARDIR?**

Suç mahalli ile adli toksikoloji arasında önemli bağlar vardır. Adli toksikologlar, suç mahallerinde toplanan örnekleri inceleyerek suçun işlenmesine dair önemli bilgiler sağlarlar (Batta, 2021; Dinova ve Cravey, 1977).

### **Zehirli Maddelerin Tespiti**

Adli toksikologlar, suç mahallinden alınan örneklerde (örneğin, ceset dokuları, kan, idrar, mide içeriği) zehirli maddelerin varlığını tespit ederler. Bu, bir cinayet, intihar veya diğer şüpheli ölümlerin nedenini anlamak açısından kritik bir adımdır (Batta, 2021; Dinova ve Cravey, 1977).

### **Ölüm Nedeninin Belirlenmesi**

Suç mahallinde bulunan bir cesetle ilgili olarak adli toksikologlar, ölüm nedenini belirlemeye çalışırlar. Örneğin, zehirlenme, aşırı doz, uyuşturucu etkileşimi gibi toksikolojik faktörlerin etkisi değerlendirilir (Batta, 2021; Dinova ve Cravey, 1977).

### **Delil Sunumu**

Adli toksikologlar, mahkemede delil olarak sundukları raporlarında suç mahallinde toplanan örnekler üzerinde yaptıkları analiz sonuçlarını detaylı bir şekilde açıklarlar. Bu, mahkemede suçun işlenmesine dair bilimsel bir temel sağlar (Batta, 2021; Dinova ve Cravey, 1977).

## **Suçun İşlenme Yönteminin Anlaşılması**

Suç mahallinde toksikolojik delillerin değerlendirilmesi, suçun işlenme yöntemini anlamak açısından önemlidir. Örneğin, zehir kullanılarak işlenmiş bir cinayet durumunda, adli toksikoloji suçun nasıl gerçekleştiğini ortaya çıkarabilir (Batta, 2021; Dinova ve Cravey, 1977).

## **Zehirli Maddelerin İzlenmesi ve Analizi**

Suç mahallinde toplanan materyaller, adli toksikologlar tarafından özel laboratuvarlarda incelenir. Bu analizler, suç mahallinde kullanılan veya suçun işlenmesine neden olan zehirli maddeleri belirlemede yardımcı olabilir.

Bu bağlamda, adli toksikoloji suç mahallerindeki delilleri değerlendirerek, olayın nasıl gerçekleştiği, kimin tarafından işlendiği gibi sorulara bilimsel bir temel sağlar. Bu da adli süreçte doğru ve güvenilir kararlar alınmasına yardımcı olur (Batta, 2021; Dinova ve Cravey, 1977).

## **TOKSİKOLOJİK ANALİZ YÖNTEMLERİ**

Bir analitik test laboratuvarının seçiminde çeşitli kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Herhangi bir adli testin niteliği ve sağlamlığı test prosedürünün doğruluğuna bağlıdır, hassasiyet, özgüllük, seçicilik ve duyarlılık. Teknik analitik prosedürler bir dizi faktöre bağlıdır:

1. Sunulan numunelerin türü ve kalitesi
2. Analitik tekniklerin mevcudiyeti ve ekipman.
3. Laboratuvar ve analitik uzmanlığı

4. Şüpheli toksinin niteliği (ilaç veya zehir).
5. Numune hazırlamanın karmaşıklığı
6. Yasal ve bilimsel olarak kabul edilebilirliği kullanılacak yöntem.

## **MODERN TOKSİKOLOJİ NEDİR?**

Modern toksikoloji, biyoloji, kimya, farmakoloji ve çevre bilimleri gibi disiplinlerin birleşiminden ortaya çıkan bir alanı ifade eder. Toksikoloji, organizmalar üzerindeki toksik maddelerin etkilerini inceleyen bir bilim dalıdır. Bu maddeler, kimyasal, biyolojik veya fiziksel olarak zararlı olabilir ve toksikoloji, bu maddelerin organizmalara ne şekilde etki ettiğini ne kadar dozda zararlı olduğunu ve bu etkilerin nasıl önlenip tedavi edilebileceğini anlamaya çalışır (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

Modern toksikoloji, geleneksel toksikolojik yaklaşımların yanı sıra, moleküler biyoloji, genetik, biyoinformatik, omik teknolojileri gibi gelişmiş yöntemleri de içerir. Bu, toksik etkileri daha ayrıntılı ve özelleştirilmiş bir şekilde incelemek ve anlamak için geniş bir araştırma yelpazesi sunar.

Modern toksikoloji aynı zamanda çeşitli endüstriyel sektörler, çevre politikaları, ilaç geliştirme süreçleri ve risk değerlendirmesi gibi alanlarda uygulamalara da sahiptir. Toksikolojik bilgi, güvenli ürün geliştirme, kimyasal maddelerin düzenlenmesi ve çevresel risk değerlendirmesi gibi konularda önemli bir rol oynamaktadır.

Modern toksikoloji, toksik maddelerin (zehirli maddelerin) organizmalar üzerindeki etkilerini anlamak, değerlendirmek ve kontrol etmek amacıyla kullanılan bilimsel bir disiplindir. Bu alandaki

çalışmalar, çeşitli bilim dallarından gelen veri ve yöntemleri birleştirir (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

### **Modern Toksikolojinin Ana Özellikleri**

Moleküler ve Hücresel Düzeyde Çalışma: Modern toksikoloji, genellikle moleküler ve hücresel düzeyde gerçekleşen toksik etkileri anlamaya odaklanır. Bu, genetik materyali, proteinleri ve hücresel süreçleri inceleyerek, toksik maddelerin organizmanın temel biyolojik yapılarına nasıl etki ettiğini anlamaya çalışır (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

### **Omik Teknolojileri**

Genomik, proteomik, metabolomik gibi omik teknolojilerin kullanımı, geniş veri setlerini inceleyerek toksik maddelerin organizmalarda nasıl değişikliklere neden olduğunu anlamak için önemli bir araçtır. Bu teknolojiler, gen ekspresyonu, protein üretimi ve metabolik aktiviteler gibi biyolojik süreçleri daha ayrıntılı bir şekilde inceleme olanağı sağlar (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

### **Bilgisayar Modelleri ve Biyoinformatik**

Modern toksikolojide, bilgisayar modelleri ve biyoinformatik yöntemler, toksik maddelerin organizmalarda olası etkilerini tahmin etmek ve analiz etmek için kullanılır. Bu, daha hızlı ve maliyet etkili risk değerlendirmesi sağlar (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

## **Çevre Toksikolojisi**

Modern toksikoloji sadece bireyler üzerinde değil, aynı zamanda çevre düzeyinde de çalışır. Bu, çevresel faktörlerin (örneğin, hava ve su kirliliği) organizmalara olan etkilerini anlamak ve çevresel riskleri değerlendirmek için yapılan çalışmaları içerir (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

## **Farmakoloji ve İlaç Geliştirme**

Toksikoloji, ilaçların güvenliliğini değerlendirmek ve yeni ilaçların geliştirilmesinde potansiyel toksik etkileri önlemek amacıyla farmakoloji ile sıkı bir şekilde entegre olmuştur (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

## **Risk Değerlendirmesi**

Toksikoloji, toksik maddelerin insan sağlığına ve çevreye olan potansiyel risklerini değerlendirmek için kullanılır. Bu, düzenleyicilerin politikalarını oluştururken ve uygularken önemli bir rol oynar.

Modern toksikoloji, multidisipliner bir yaklaşımı benimseyerek, toplum sağlığı, çevre koruma ve endüstriyel güvenlik gibi alanlarda önemli katkılarda bulunur. Bu disiplin, bilimsel gelişmelerle birlikte sürekli olarak evrim geçirir ve toplumun karşılaştığı yeni toksikolojik sorunlara çözümler üretmeye devam eder (Paet, 1998; Teixeira, 2014; Malaca vd. 2020).

## **ADLİ TOKSİKOLOJİNİN GELECEĞİ**

Adli toksikoloji, özellikle ilgi çekici potansiyel ilaçlardaki artışla ilişkili olarak hem analitik hem de yorumlayıcı olarak birçok zorlukla karşı karşıya kalmıştır. Analitik toksikoloji, tıp ve adli bilimlere uygulanması, son yüzyıllarda hızla ilerlemiştir. Teknolojik yenilikler, çeşitli matrislerde artan hassasiyetle daha fazla maddenin tespit edilmesini sağlamıştır.

Adli toksikolojinin geleceği konusunda birkaç olası gelişme şu şekilde öngörülebilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Yüksek Hassasiyetli Teknolojilerin Kullanımı**

Adli toksikologlar, düşük konsantrasyonlardaki maddeleri tespit etme ve analiz etme yeteneklerini artırmak için yüksek hassasiyetli teknolojileri benimseyebilirler. Gelişmiş kromatografi, kütle spektrometrisi ve diğer analitik yöntemler, toksikolojik analizlerin hassasiyetini ve doğruluğunu artırabilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Genetik Analizlerin Yaygınlaşması**

DNA teknolojilerinin ilerlemesi, adli toksikolojide genetik analizlerin daha yaygın hale gelmesine yol açabilir. Genetik bilgilerin kullanımı, tanımlama ve doğrulama süreçlerini güçlendirebilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Biomarker ve Omics Teknolojileri**

Omics teknolojileri, özellikle metabolomik ve proteomik analizler, adli toksikologlara daha kapsamlı bir bakış açısı sunabilir. Bu,



özellikle belirli zehirlerin etkilerini anlamak ve tanımlamak için kullanışlı olabilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Hızlı Tanı ve On-Site Testler**

Adli toksikolojide hızlı tanı ve yerinde (on-site) test yöntemleri daha yaygın hale gelebilir. Özellikle acil durumlarda veya saha çalışmalarında, bu tür hızlı testler zaman tasarrufu sağlayabilir ve sonuçları hemen elde etme olanağı sunabilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Veri Analitiği ve Yapay Zeka Uygulamaları**

Büyük veri analitiği ve yapay zeka (AI), adli toksikoloji alanında veri yönetimi, desen tanıma ve sonuçların yorumlanması konularında önemli bir rol oynayabilir. Bu teknolojiler, geniş veri setlerinde gizli bilgileri keşfetme yeteneği ile toksikolojik analizleri daha etkili hale getirebilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Eğitim ve Uygulama Standartlarının Gelişimi**

Adli toksikoloji alanında eğitim ve uygulama standartlarının daha da gelişmesi, kalite kontrolünü artırabilir ve sonuçların mahkemede kullanılabilirliğini güçlendirebilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Dijital Delil Analizi**

Dijital delil analizi, dijital ortamda bulunan bilgilerin adli toksikolojiye entegre edilmesinde artan bir rol oynayabilir. Örneğin, dijital izleme ve analiz, online satış platformlarından elde edilen

bilgilerle zehirlenmelerin izlenmesine yardımcı olabilir (Wille ve Elliott, 2021).

### **Çevresel Toksikoloji ile İlişkilendirme**

Adli toksikoloji, çevresel toksikoloji ile daha sıkı bir şekilde ilişkilendirilebilir. İnsanların çevresel faktörlere maruz kalmasının, adli toksikolojik durumları nasıl etkilediğini anlamak için çevresel faktörlerin daha iyi anlaşılması önemlidir. Bu gelişmeler, adli toksikolojinin daha etkili, hassas ve hızlı hale gelmesini sağlayabilir. Ancak, bu tahminlerin gerçekleşip gerçekleşmeyeceği, birçok faktöre bağlı olarak değişebilir ve sürecin etik, hukuki ve sosyal boyutları da göz önünde bulundurulmalıdır (Wille ve Elliott, 2021).

## SONUÇ

Toksikolojik analizler, adli vakalarda önemli bir rol oynayarak olayın aydınlatılmasında ve hukuki sürecin yürütülmesinde kritik bilgiler sunmaktadır. Bu analizler, olay yerinde veya otopsi sırasında alınan biyolojik örneklerin laboratuvar ortamında incelenmesini içerir.

Bu çerçevede, toksikolojik analiz sonuçlarının adli süreçteki rolü büyük bir öneme sahiptir. Elde edilen veriler, mahkemelerde delil olarak sunulurken, hukuki değerlendirmelere ve adaletin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, bu sonuçlar, ilgili sağlık uzmanları ve adli bilimciler için de klinik değer taşımakta olup, sağlık sorunlarının nedenleri ve etkileri konusunda daha fazla bilgi sağlamaktadır.

Tüm bu değerlendirmeler ile birlikte görüldüğü gibi toksikolojik analizler adli vakalarda bilimsel bir temel üzerine dayanarak, olayın aydınlatılması ve hukuki sürecin doğru bir şekilde yürütülmesine katkı sağlar.

## **KAYNAKÇA**

“Laboratuvar Güvenliği El Kitabı” T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel M¼d¼rl¼đ¼, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1114, Ankara, 2019”

Açıkkoł, M. ADLİ TOKSİKOLOJİDE TEMEL KAVRAMLAR. Prof. Dr. Emre Murad Albek Anısına, 80.

AFMES (2012) Guidelines for the collection and shipment of specimens for toxicological analysis. Armed Forces Medical Examiner System, Division of Forensic Toxicology, Dover Air Force Base, Delaware, USA, pp. 1–3.

Akg¼r S. A. (2018). Dağlıoğlu N. Temel Adli Toksikoloji. Akademisyen Kitabevi. 1. Basım.

Akg¼r, S. A. (2014) Kimyanın Önemli Bir Penceresi: Toksikoloji.

Battal, D. (2012). Adli Toksikoloji Analizlerinde Biyolojik Örnekle ve Analitik Yöntem Seçimleri. Adli Tıp Dergisi, 27(1), 44-53.

Biswas, G. (2012). Review of forensic medicine and toxicology. JP Medical Ltd. (pp. 411-554)

Börçek Kasurka, C. (2019). Moleküler Toksikoloji ve “Omik” Teknolojileri. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1) 42-55.

Cooper, G., & Negrusz, A. (Eds.) (2013). Clarke's analytical forensic toxicology. Pharmaceutical Press

Dinovo, E. C., & Cravey, R. H. (1977). Forensic toxicology in death investigation. Guide to the Investigation & Reporting of Drug-abuse Deaths: Problems & Methods.

Drummer, O. H. (2010). Forensic toxicology. Exs, 100, 579-603.

- Güner, U. (2014). Toksikoloji. Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi, 2, 186-189.
- Kayadibi, H. (2023). Toksikolojik Analizlerde Kullanılan Analitik Teknikler. Türk Klinik Biyokimya Derg 2023; 21(1): 69-74. <https://doi.org/10.56615/tkbd.2023.09>
- Küme T, Karakükçü Ç, Uzun NK, Pınar A. Tıbbi laboratuvarlarda madde analizleri. Türk Klinik Biyokimya Dergisi. 2016; 14:58-71.
- Malaca S., Carlier J., Busardò FP. Advances in forensic toxicology. Curr Pharm Des. 2020;26(31):3779–80.
- Mercan S., Türkmen Z. (Ed.). (2023). Adli toksikoloji: Temel kavramlar ve prensipler. İstanbul: İÜC Yayınevi.
- Milles, D. (1999). History of toxicology. In Toxicology (pp. 11-23). Academic Press.
- Mogollon, N. G. S., Quiroz-Moreno, C. D., Prata, P. S., de Almeida, J. R., Cevallos, A. S., Torres-Guérrez, R., & Augusto, F. (2018). New advances in toxicological forensic analysis using mass spectrometry techniques. Journal of analytical methods in chemistry, 2018.
- Okorochoa O. Forensic Toxicology – The Present and Past [accessed 10 Jan 2022].
- Peat, M. A. (1998). Advances in forensic toxicology. Clinics in laboratory medicine, 18(2), 263-278.
- Rogers, E. (2016). Forensic toxicology. In Practical veterinary forensics (pp. 146-158). Wallingford UK: CABI.

- Schütz, H., Erdmann, F., Verhoff, M. A., & Weiler, G. (2003). Pitfalls of toxicological analysis. *Legal medicine*, 5, S6-S19.
- Sinha, M., Sachan, D. K., & Parthasarathi, R. (2021). Artificial intelligence in clinical toxicology. In *Artificial Intelligence in Medicine* (pp. 1-15). Cham: Springer International Publishing.
- Teixeira HM. Recent advances and future developments in forensic toxicology. *Anal Bioanal Chem*. 2014 Jun;406(15):3551-2. doi: 10.1007/s00216-014-7708-9. PMID: 24664405.
- Watson KMA. Poisoning crimes and forensic toxicology since the 18th Century National Association of Medical Examiners Foundation. *Academic Forensic Pathology: the publication of the National Association of Medical Examiners Foundation*. 2020.
- Wille SMR, Elliott S. The Future of Analytical and Interpretative Toxicology: Where are We Going and How Do We Get There? *J Anal Toxicol*. 2021 Aug 14;45(7):619-632. doi: 10.1093/jat/bkaa133. PMID: 33245325.



ISBN: 978-6-25618-154-0



9

786256

181540