T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AKUATİK VE ATIKSU TOKSİKOLOJİSİNİN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE YAPILAN KÜRESEL BİLİMSEL ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK PROFİLİ (2015-2020)

Ayşen Nil BERBER

DANIŞMAN
Prof. Dr.Nüket SİVRİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2021

Bu çalışma,19.04.2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı,Çevre Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr.Nüket SİVRİ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr.Emine ELMASLAR ÖZBAŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Emine Gözde ÖZBAYRAM
İstanbul Üniversitesi
Su Bilimleri Fakültesi

UnvanI

UnvanI

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

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin, FBA-2018-32551 numaralı projesinin bir kısmı ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, Türkiye ve diğer ülkelerde, 2015-2020 yılları arasında akuatik ve atıksu toksikolojisi ile ilgili yapılan uluslararası nitelikli çalışmalar, bibliyometrik yöntemle araştırılmıştır. Elde edilen bu çalışmalar, akut ve kronik toksisitenin maruziyeti, çalışılan test organizması, çalışmaların yapıldığı ülkeler, araştırmacılar ve makalelerin yayınlandığı dergiler gibi temel başlıklar altında incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Lisans ve lisansüstü eğitim hayatım boyunca bana destek olan, yürüdüğüm bu yolda engin bilgi ve düşünceleriyle bana ışık tutan, kendisiyle çalışmaktan büyük mutluluk ve şeref duyduğum Sayın Prof. Dr. Nüket SİVRİ hocama en büyük teşekkürü sunarım.

Bilgi ve tecrübeleriyle lisansüstü eğitim döneminde bana destek olan çok değerli hocalarıma, Sayın Arş.Gör.V. Zülal SÖNMEZ'e ve beni her zaman destekleyip yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nisan 2021 Ayşen Nil BERBER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**

İÇİNDEKİLER ..... **v**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **viii**

TABLO LİSTESİ ..... **viii**

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **x**

ÖZET ..... **xii**

SUMMARY ..... **xiv**

1. GİRİŞ **1**

2. GENEL KISIMLAR **3**

2.1. TOKSİKOLOJİ BİLİMİ 3

2.1.1. Sucul Alanlarda Toksik Etkileri Olan Kirleticiler 4

2.1.1.1. Sucul Alanlarda Bulunan Ağır Metaller 4

2.1.1.2. Azot ve Fosforun Sucul Alanlar Üzerindeki Etkileri 5

2.1.1.3. Atıksuların Sucul Alanlar Üzerindeki Etkileri 8

2.1.1.4. Sucul Alanlarda İlaçların Toksik Etkileri 8

2.1.1.5. Sucul Alanlarda Mikroplastik Kirliliği 10

2.1.2. Toksisite Testlerinin Sınıflandırılması 12

2.1.2.1. Akut Toksisite Testleri 12

2.1.2.2. Subakut Toksisite Testleri 14

2.1.2.3. Kronik Toksisite Testleri 14

2.1.2.4. Subkronik Toksisite Testleri 16

2.1.2.5. Özel Toksisite Testleri 16

2.1.3. Sucul Alanda Uygulanan Toksisite Test Örnekleri 17
2.1.4. Toksisite Testlerinde Kullanılan Organizmaların Seçimi 17
2.1.4.1. Akut ve Kronik Toksisite Çalışmalarında Kullanılan Önemli Türler 18
2.1.4.2. Organizmalar ile Sucul Alandaki Kirliliği İzleme Çalışmaları 22
2.1.5. Sucul Ekosistemler 24
2.1.5.1. Tuzlu Su Ekosistemleri 26
2.1.5.2. Tatlı Su Ekosistemleri 26
2.1.5.3. Atıksu Alanları 27
2.1.5.4. Acı Su Ekosistemleri 27
2.1.5.5. Özel Sucul Ekosistemler 28
2.2. BİBLİYOMETRİK ANALİZ 30
2.2.1. Bibliyometrik Analizde Kullanılan Veri Tabanları 30
2.2.2. Bibliyometrik Analizlerde Görselleştirme Yaklaşımı 31
2.2.3. Bibliyometrik Analiz Yöntemi ile Yapılmış Çalışmalar 32
2.2.4. Araştırma Makalelerinin Yayınlandığı Dergilerin Q Değeri 34
2.2.5. Tez Konusu ile ilgili Yapılmış Benzer Çalışmalar 35
3. MALZEME VE YÖNTEM 37
3.1. ÇALIŞMA METODOLOJİSİ VE İŞ AKIŞI 37
3.2. AKUT VE KRONİK TOKSİSİTE ARAMA KRİTERLERİ 38
3.2.1. Çalışmada Kullanılan Anahtar Kelimelerin Belirlenmesi 39
3.2.2. Akut ve Kronik Toksisite ile ilgili Birinci Arama Kriterleri 40
3.2.3. Akut ve Kronik Toksisite ile ilgili İkinci Arama Kriterleri 41
3.2.4. Çalışmada Analiz Dışı Bırakılan Makaleler için Kabuller 42
3.2.5. Çalışmada Verilerin Görsel Olarak Sunulması 43
4. BULGULAR 45
4.1. TOKSİSİTEDE MARUZİYETE GÖRE DAĞILIM 45

4.2. ÇALIŞMA ORTAMLARINA GÖRE DAĞILIM.....47
4.3. YILLARA BAĞLI DAĞILIM 50
4.4. TEST ORGANİZMALARINA GÖRE DAĞILIM 52
4.5. ÜLKELERE GÖRE DAĞILIM.....54
4.6. ÇALIŞMALARIN YAYINLANDIĞI DERGİLERE GÖRE DAĞILIM 58
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 64
KAYNAKLAR.....69
EKLER 85
ÖZGEÇMİŞ.. 86

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Metallerin su ortamında izlediği yol (Rainbow, 1995).……..…….....5

Şekil 2.2: Ötrofikasyon oluşum mekanizması (Yetiş, 2016).……...……..…...7

Şekil 2.3: İlaç kalıntılarının çevreye yayılma profili (Saygı ve diğ., 2012)..…….....9

Şekil 2.4: Mikroplastiklerin besin zincirindeki organizmalarla olan etkileşimi (Kayhan, 2019).…….....10

Şekil 2.5: AAT'lere gelen MP kaynakları (Ngo ve diğ., 2019)…….……..11

Şekil 2.6: Stres maddesinin büyüklüğünü gösteren doz- cevap eğrisi (Daphne ve diğ., 2007)...13

Şekil 2.7: Reseptöre karşılık gelen stres maddesinin doz- cevap eğrisi (Daphne ve diğ., 2007)…….15

Şekil 2.8: *Daphnia magna* mikroskop görüntüsü (Sönmez ve diğ., 2020).……..…..20

Şekil 2.9: Büyük nehir havzaları ve ülkeler (Turan ve Bayrakdar, 2020)…...……...…..25

Şekil 2.10: Türkiye su havzaları haritası (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).…….…….....26

Şekil 2.11: Akyatan Lagününün uydu görüntüsü (Çelik ve diğ., 2013).…….....29

Şekil 3.1: Akut ve kronik toksisite çalışmaları ile ilgili yapılan araştırmanın iş akışı…….37

Şekil 3.2: Arama motorunda kullanılan anahtar kelimelerin ilişkisi (VOSviewer®)……...39

Şekil 3.3: Birinci ve ikinci arama arasındaki ilişki kümesi……..……41

Şekil 4.1: Akut ve kronik toksisite ile ilgili yapılan birinci arama……..……45

Şekil 4.2: Akut ve kronik toksisite ile ilgili yapılan ikinci arama……..…..……..……46

Şekil 4.3: 2015-2020 yılları arasında ortam sınırlaması olan akut ve kronik toksisite çalışmaları……...……..…48

Şekil 4.4: Akut ve kronik toksisite çalışmalarının kesişimi (İkinci arama)...…….….49

Şekil 4.5: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında ortamlarına göre birden fazla sayıda kaydedilen makalelerin grafikle gösterimi……..…….…....49

Şekil 4.6: Yıllara bağlı olarak akut toksisite çalışmalarındaki değişim…..……..50

Şekil 4.7: Yıllara bağlı olarak kronik toksisite çalışmalarındaki değişim.……...51

Şekil 4.8: Yıllara bağlı olarak akut ve kronik toksisite çalışmalarındaki değişim……...52

Şekil 4.9: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında en çok kullanılan organizmalar……....53

Şekil 4.10: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında sıklıkla kullanılan organizmaların gösterimi……...54

Şekil 4.11: Ülkelerin yayın yoğunluğunun görselleştirilmesi…..…….……...…….……55

Şekil 4.12: Akut toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler……56

Şekil 4.13: Kronik toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler…….……56

Şekil 4.14: Akut toksisite çalışmalarının en çok yayınlandığı ilk 10 dergi……..59

Şekil 4.15: Kronik toksisite çalışmalarının en çok yayınlandığı ilk 10 dergi…….…..….59

Şekil 4.16: Akut ve kronik toksisite çalışmalarının en çok yayınlandığı dergilerin gösterimi……...60

Şekil 4.17: Dergilerin Q faktörü……...61

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Toksisite Sınıflandırması (Sönmez ve diğ., 2020)……..…...14

Tablo 2.2: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında kullanılan türlerin gruplandırılması……19

Tablo 2.3: Sucul canlıların organik kirleticileri ortamdan alma şekilleri (Erkoç, 2010)……..…23

Tablo 4.1: 2015-2020 yılları arasında ortamlarına göre kategorize edilen akut ve kronik toksisite çalışmaları……..48

Tablo 4.2: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında en çok makale yayınlayan ilk 10 ülke…58

Tablo 4.3: Türkiye'de akut ve kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergiler…….….62

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
Q	:Quartile
VOS	:Visualization of Similarities
WOS	:Web of Science
GS	:Google Scholar
MA	:Microsoft Academic
ERIC	:Education Resources Information Center

Kısaltmalar	Açıklama
FW	:Freshwater
WW	:Wastewater
SW	:Seawater
MW	:Marine water
ÇO	:Çözünmüş oksijen
TÇM	:Toplam çözünmüş madde
KOİ	:Kimyasal oksijen ihtiyacı
LC_{50} ya da LD_{50}	:Letal konsantrasyon
EC_{50}	:Etkili konsantrasyon
SJR	:SCImago Journal Rank
NOAEL	:Lowest observed adverse effect level
NEL	:No observed effect level
PCB	:Poliklorlu bifenil
PAH	:Poliaromatik hidrokarbonlar

ÖZET

AKUATİK VE ATIKSU TOKSİKOLOJİSİNİN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNE YAPILAN KÜRESEL BİLİMSEL ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK PROFİLİ (2015-2020)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşen Nil BERBER

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr.Nüket SİVRİ

Bibliyometrik analiz, akuatik ve atıksu toksisitesi konusunda yapılan çalışmaların değerlendirilmesinde kullanılmaya uygun bir yöntemdir. Bu çalışmada, akuatik ve atıksularda akut ve kronik toksisite konusunda 2015-2020 yılları arasında yapılmış çalışmaların Scopus arama motorunda bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada bulguların yorumlanabilmesi için; Scopus arama motorunda tanımlanan her makale çalışma ortamı (tatlı su, tuzlu su ve atıksu), toksisite (akut/kronik), yazarlar, organizma, makale adı, dergi adı ve yıllar şeklinde kategorize edilmiştir. Bu amaçla, Scopus arama motoru kullanılarak iki çalışma adımı izlenmiştir. Akut ve kronik toksisite ile ilgili 2015-2020 yılları arasında yapılan birinci aramada, toplam 7043 makale bulunmuş olup, bu makalelerin 4348'i akut toksisite, 2695'i kronik toksisite ile ilgili yapılmış olan makalelerdir. İkinci aramada, tatlı su, tuzlu su ve atıksu ortamlarında akut ve kronik toksisite ile ilgili kısıtlayıcı kelimeler (freshwater, wastewater, seawater, marine water) kullanılarak, özel bir

arama yapılmıştır. Ortam kısıtlaması ile yapılan ikinci aramada akut toksisite ile ilgili 1162 makale, kronik toksisite ile ilgili ise 613 makale tespit edilmiştir. İkinci aramada tespit edilen her makale bu çalışma için belirlenen kabullere göre kategorize edilmiş ve okunmuştur. Bu çalışmalar akut ve kronik toksisitenin maruziyeti, toksisite test organizması, çalışmaların yapıldığı ülkeler, araştırmacılar ve makalelerin yayınlandığı dergiler gibi temel başlıklar altında incelenmiş ve yorumlanmıştır. Elde edilen büyük data setinin görsel halde sunulması için iki program, Microsoft Excel® ve VOSviewer®, aracından yararlanılmıştır. Çin, ABD ve Brezilya'nın hem akut hem de kronik toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler arasında ilk 3' te yer aldığı tespit edilmiştir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi, denize olan sınırları ya da su kaynaklarının zenginliğine bağlı olarak yapılan bilimsel çalışmalar değişkenlik gösterebildiği görülmektedir. Çevre Bilimi alanında akut ve kronik toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler arasında Türkiye'nin ortalamanın üzerinde yer aldığı ve diğer birçok ülkeye göre daha fazla çalışma yaptığı görülmektedir. Dünya sıralamasında, Türkiye akut toksisite çalışmalarında 14., kronik toksisite çalışmalarında ise 19. sırada yer almaktadır.

Bu tez çalışmasının ana önerisi olarak; ekosistemi korumak adına ülkelerin akut ve kronik toksisite çalışmalarına ağırlık vermeleri gerektiği ve özellikle sucul ekosistemlerde mikrokirleticilerin ve toksik etmenlerin araştırılması gerektiği söylenebilir.

Nisan 2021, ...101. sayfa.

Anahtar kelimeler: Toksisite, akut, kronik, bibliyometrik analiz.

SUMMARY

BIBLIOMETRIC PROFILE OF GLOBAL SCIENTIFIC RESEARCH ON MONITORING AND ASSESSMENT OF AQUATİC AND WASTEWATER TOXICOLOGY (2015-2020)

M.Sc. THESIS

Ayşen Nil BERBER

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Environmental Engineering

Supervisor : Prof. Dr.Nüket SİVRİ

Bibliometric analysis is an appropriate method that can be used to evaluate studies on aquatic and wastewater toxicity. In this study, it was aimed to evaluate the studies on acute and chronic toxicity in aquatic environment and wastewater between the years 2015-2020 using the bibliometrics analysis method in Scopus search engine.

In order to interpret the findings in the study; each article defined in Scopus search engine is categorized as working environment (freshwater, seawater and wastewater), toxicity (acute / chronic), authors, organism, article title, journal name and years. For this purpose, two working steps were followed using the Scopus search engine. In the first search on acute and chronic toxicity between the years 2015-2020, total 7043 articles were found, 4348 of which were on acute toxicity and 2695 on chronic toxicity. In the second step, a special search was conducted using restrictive words (freshwater, wastewater, seawater, marine water) related to acute and chronic toxicity in freshwater, seawater and wastewater environments. In the

second search as a result, 1162 articles on acute toxicity and 613 articles on chronic toxicity were detected. Each article detected in the second search was categorized according to the acceptances determined for this study. These studies have been examined and interpreted under basic titles such as exposure of acute and chronic toxicity, toxicity test organism, countries where the studies were conducted, researchers and journals in which the articles were published. Two tools, Microsoft Excel® and VOSviewer®, were used to present the obtained these big data set visually. It has been determined that China, USA and Brazil are in the top 3 among the countries that study both acute and chronic toxicity. In the world ranking, Turkey ranks the 14th in acute toxicity studies and ranks the 19th in chronic toxicity studies. Scientific studies have been found to vary depending on the development level of the countries, their borders to the sea or the wealth of water resources. Among countries conducting studies in the field of Environmental Science on acute and chronic toxicity, Turkey was above average and conducted more studies compared to other countries.

As the last sentence and main recommendation of this thesis; it can be said that protection of ecosystems, countries should focus on acute and chronic toxicity studies, and micro-pollutants and toxic factors should be investigated, especially in aquatic ecosystems.

April 2021,....101...pages.

Keywords: Toxicity, acute, chronic, bibliometric analysis.

1. GİRİŞ

Sucul ekosistemler, zengin biyoçeşitliliği ile canlı organizmaların habitatlarını oluşturması, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik süreçlerden etkilenmeleri sebebiyle özel bir öneme sahiptir (Irfan ve Alatawi, 2019). Hızla artan nüfus ve endüstrileşme ile birlikte doğal su kaynaklarının azalması, iklim değişikliği hatta kirletilerek kontrolsüz bir şekilde doğaya deşarj edilmesi sucul alanların kullanılamaz hale gelmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda bentik ve pelajik bölgelerde biriken kirleticiler fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerin bir sonucu olarak besin zincirindeki canlılara geçebilir ya da su ortamında serbest kalarak suyun kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır (Bakan, 1995; EC, 2000).

Sucul alanlar deniz memeleri, deniz kuşları, mikroorganizmalar, omurgasızlar ve balıklar gibi canlıların da doğal yaşam alanı olduğu için, bazen çok düşük konsantrasyonlardaki toksik değerler bile sucul alanlardaki canlıları doğrudan, üst seviyedeki organizmaları ise dolaylı yoldan etkileyebilmektedir.

Endüstriyel, evsel ve tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirleticilerin tatlı ve tuzlu su ortamlarına karışmasından dolayı, su ürünleri üretiminde kullanılan suların korunması, ekosistem sağlığının sürdürülebilmesi ve halk sağlığının korunması için sucul alanlardan alınan örneklerin dikkatli bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir (Ayvaz ve diğ., 2011). Su kalitesi organizmaların yapısı, hareketleri ve üremeleri gibi durumlarını etkilemektedir. Sucul alanlardaki kirlilik sadece barındırdığı canlıları etkilemenin yanında, besin zinciri ile birlikte insana kadar ulaşmaktadır (Yılmaz, 2004; Kalyoncu ve diğ., 2008; Akbulut ve diğ., 2010). Sucul ekosistemleri korumanın en etkili yolu, alandaki değişimi ölçmek ve izlemektir (Canning ve diğ., 2019). Toksisite testleri su kalitesini izlemek, deşarj alanlarını izlemek, besin zincirindeki canlıları korumak ve toksik maddelerin organizmalar üzerindeki uyarıcı etkilerini belirlemek için önem taşımaktadır (Arnold ve diğ., 1996; Klauning, 2000; Leblond ve diğ., 2001). Bu amaçla yapılan toksisite testlerinde seçilen organizma üzerinde maruziyete bağlı (akut/kronik) olarak toksik etkinin belirlenmesi hedeflenmektedir (Arome ve diğ., 2013). Toksisite testi şartlarını sağlayan her organizma çalışılan ortam için doğru organizma olmayabilir. Genel olarak endüstriyel atıksuların toksisitesi yüksek olması beklendiğinden, kullanılan test organizmaları sayıca fazladır. Ancak yüzeysel sular gibi daha düşük toksisiteye

sahip olduğu bilinen ortamlarda çok daha hassas test organizmalarının kullanılması daha doğrudur. Bu nedenle, toksisite çalışma alanına göre şekillenmektedir.

Bibliyometrik analiz; elde edilen belgelerin veya makalelerin belirli özelliklerine göre analiz edilmesi ve bulguların ortaya çıkarılması prensibidir (Al ve Coştur, 2007). Belirli bir alana özgü çalışmalar veya spesifik bir dergide yayınlanan araştırmalar, farklı parametrelere göre incelenmekte ve bu parametrelere göre bulguların sunulmasını sağlamaktadır (Temizkan, 2015). Bibliyometrik analizler, belirli bir konu için literatürün büyümesini değerlendirmek ve ölçmek için önemli araçlardır. Son zamanlarda, bibliyometrik yöntem, yayın sayısındaki artışları gösteren verileri araştırmak ve bir konuyu araştıran ana yazarların, araştırma kurumlarının ve ülkelerin tanımlanmasında farklı bağlamlarda kullanılmaktadır (Bramness ve diğ., 2013). Herhangi bir bilim dalına ait yapılmış çalışmaların incelenmesi, o bilim alanındaki gelişme aşamalarını ortaya koymaktadır. Ayrıca, zaman içinde hangi konular üzerinde yoğunlaştığının da belirlenmesi açısından önemlidir (Hotamışlı ve Erem, 2014). Bibliyometrik analiz çok geniş amaçla gerçekleştirilen çalışmalardır: genel olarak alanlar hakkındaki bulguların okuyuculara sunulması ya da özel bir konu hakkında derinlerde bulunan bilginin ortaya çıkarılması için kullanılan çalışmalardır. Bibliyometri analizleri, çalışmalar içerisindeki atıfların analizi ve araştırmaların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Al ve Coştur, 2007). O nedenle; bibliyometrik analiz, akuatik ve atıksu toksisitesi konusunda yapılan çalışmaların değerlendirilmesinde kullanılabilir uygun bir yöntemdir.

Bu çalışmada, akuatik ve atıksularda toksisite konusunda yapılmış çalışmaların, Scopus arama motorunda bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Türkiye ve diğer ülkelerde, 2015-2020 yılları arasında akuatik ve atıksu toksikolojisi ile ilgili yayınlanmış araştırmalardan, bu tez çalışması için belirlenen kabullere uygun, orijinal çalışmalar araştırılmıştır. Bu çalışmalar akut ve kronik toksisitenin maruziyeti, toksisite çalışmasında tercih edilen test organizması, çalışmaların yapıldığı ülkeler, araştırmacılar ve makalelerin yayınlandığı dergiler gibi temel başlıklar altında incelenmiştir ve yorumlanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. TOKSİKOLOJİ BİLİMİ

Toksikoloji, bir organizmada fiziksel, kimyasal ve biyolojik ajanlara maruziyetin sebep olduğu değişim ve etki mekanizmaları üzerine odaklanmış bir bilim dalıdır (Council, 2007). Toksikoloji gelişme sürecinde olan bir bilim alanı olduğu için alt dalları da sayı ve kapsam olarak değişiklik göstermektedir. Geçmişte toksikoloji çevre toksikolojisi, ekonomik toksikoloji ve forensik toksikoloji olmak üzere 3 temel sınıfa ayrılmış (Loomis, 1974) ancak günümüzde uygulama alanı ve kapsamında önemli değişiklikler olmuştur.

Kimyasal maddelerin çevredeki toksik etkilerinin araştırılarak risk analizi yapmak ve doğrudan ya da dolaylı olabilecek zararlı etkilerini kontrol edebilmek toksikoloji biliminin amaçları arasındadır (Kaya ve diğ., 2002). Bu bağlamda, toksikolojinin ilgili alanları 5 ana bölüme ayrılmakta ve bu başlıklarda kendi aralarında alt gruplara ayrılmaktadır (Hodgson, 1987). Bu ana bölümlerin geliştirilen ve yenilenen içeriği şu şekilde sıralanabilir (Vural, 2005):

- Toksik etki mekanizmalari,
- Toksik madde ve toksisitenin ölçülmesi,
- Uygulamalı toksikoloji,
- Kullanım alanlarına göre kimyasalların sınıflandırılması ve değerlendirilmesi,
- Toksik kirleticilerin yasal düzenlenmelerini içermektedir.

Toksik maddeler, organizmaya girdiğinde farklı etkiler göstermektedir. Bu tepki canlıya ait bir özelliğe ve kimyasal maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişim göstermektedir. Bu reaksiyonlar sonucunda toksik madde farklı değişimlere uğrar (Faz I ve II tepkimeleri), bütün bu tepkimeler toksik maddeyi değiştirir ve bir süre sonra vücuttan atılır (Faz III olayları) ya da elimine olmasına yol açmaktadır. Bu olaya toksikolojik devir denmektedir. Toksik maddelerin vücut içerisine girdiğinde değişimlerinin 5 safhası vardır (Güner, 2014):

- Toksik maddelerin absorbsiyonu (emilme)
- Organizmada dağılım
- Organizmada birikim (yerleşme)

- Organizmada değişim
- Organizmadan atılma (elimine olma)

2.1.1. Sucul Alanlarda Toksik Etkileri Olan Kirleticiler

Su kirliliği, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişerek, doğrudan veya dolaylı olarak sucul alanlarda ve sucul canlılarda zararlı etkilere sebep olması ve suyun kullanımının engellenmesi olarak tanımlanmaktadır (Silva ve diğ.,2016).

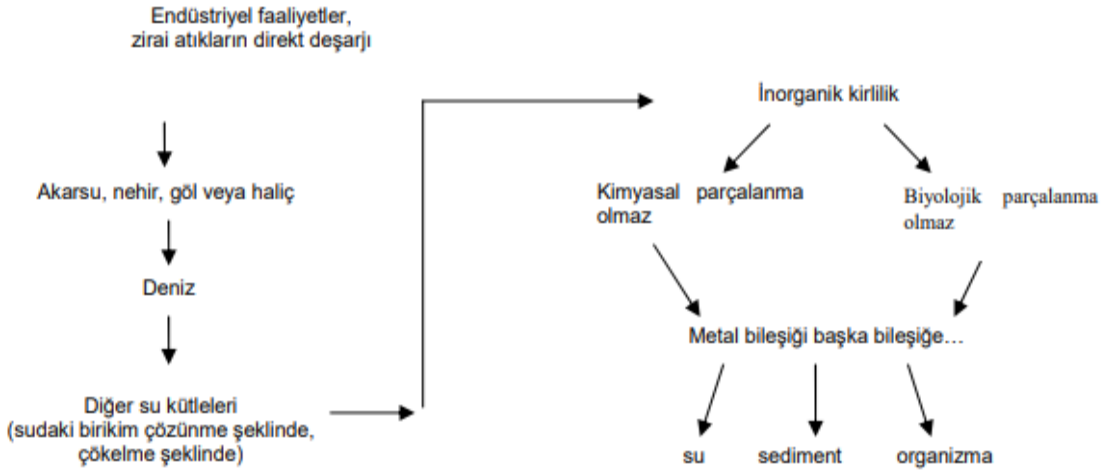
Ağır metaller (bakır, gümüş, kurşun, altın, nikel, krom, çinko, kadmiyum ve civa gibi ağır metallerin tuzları gibi) (Wilson, 1988), doğal olayların son etkileri (aşırı alg artışı) (Bláha ve diğ., 2009), sucul ortamı etkileyen atık kaynakları (kıyı suyunun kalitesini bozabilecek ve deniz yaşamını etkileyebilecek konsantre ve kimyasal deşarjlar) (Dawoud ve diğ., 2012) ve bazı mikrokirleticiler (Akbal ve Balkaya, 2002) bilinen toksik kaynaklardır. Bu kaynaklar ve toksik etkileri ile ilgili detaylar alt başlıklar halinde sunulmuştur.

2.1.1.1 Sucul Alanlarda Bulunan Ağır Metaller

Akuatik ortamlarda bulunan ağır metaller doğal ya da insan kaynaklı olabilmektedir. Doğal kökenli kirlenme, nehirlerden, erozyondan, deniz dibindeki volkanik hareketlerden ve atmosferik taşınımdan kaynaklanmaktadır (Topçuoğlu, 2005).

Ağır metaller sucul alanlarda partikül (silikatlar, hidroksitler, oksitler vb.), kolloidal veya çözünmüş yapıda bulunmaktadır. Ağır metallerin doğal su ortamlardaki davranışları, sediment ve askıdaki sedimentler ile suyun kimyasının bir fonksiyonu olmakta ve metallerin sediment tarafından absorblanması ile suyun kimyasal yapısını belirlemesinde rol almaktadır. Yüzeysel sulardaki ağır metaller, genel olarak insan kaynaklı ve doğal kaynaklardan gelmektedir. Sucul alanlarda yüksek konsantrasyonda ağır metal bulunması, çevre ve insanlar için ciddi sorunlara sebebiyet vermektedir (Dökmeci, 2005).

Sucul alanlarda metal birikimi, çözünmüş ya da suların dibinde çökelme şeklinde yani çözünmemiş formda da olabilmektedir. Böyle bir kirlenme endüstriyel veya evsel atıklardan meydana gelebileceği gibi atmosfer kaynaklı da olabilir. Abiyotik ve biyotik etkenlerle atmosfere ulaşan metaller yağışla yeryüzüne ulaşır ve akarsular yolu ile diğer sucul alanlara kadar karışmaktadırlar. Ağır metal kirliliğinde, bir metal bileşiği başka bir metal bileşiğine dönüşmekte ve bunun sonucunda metal iyonu kaybolmamaktadır (Şekil 2.1) (Rainbow, 1995).



Şekil 2.1: Metallerin su ortamında izlediği yol (Rainbow, 1995).

Metalik yapılar içerisinde, Hg, Cu, Cd, Pb, Zn, Ni ve Co toksik ağır metaller olarak sıralanabilir. Çalışmalarda toksisite değeri, metalin iyonik ya da bileşik formda oluşuna göre ve canlıların metali absorblama derecesine göre de değişmektedir. Canlılar ağır metal kirliliğinde çoğu zaman bir ya da birden çok metalin etkisi altındadır ve metaller arasında sinerjistik bir etkileşim söz konusu olabilmektedir. Örneğin, fenol, bakır, nikel ve çinko karışımlarının alabalıklar üzerinde çeşitli etkileri saptanmış ve bu metallerin birbirlerinin etki potansiyellerini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Akut ve kronik toksisite çalışmaları ile sucul alanlarda ağır metal birikimi ile ilgili veriler elde edilebilir ve daha büyük tehditlere karşı önlemler alınabilir. Endüstriyel atıklar, evsel atıklar, atmosferik kaynaklar ve tarım alanlarından gelen atıklar, ağır metal kirliliğinin başlıca etkenleri olarak sıralanabilir (Dökmeci, 2005). Tüm bu ağır metaller sucul ekosistemler için endişe oluşturmaktadır.

Ağır metallerin canlılar üzerindeki toksik etkileri her metalin özelliğine göre değişebilmektedir. Toksik ağır metaller, önemli enzimlerin fonksiyonlarını değiştirebilir, sinirlere ve kemiklere zarar verebilir (Özbolat ve Tuli, 2016).

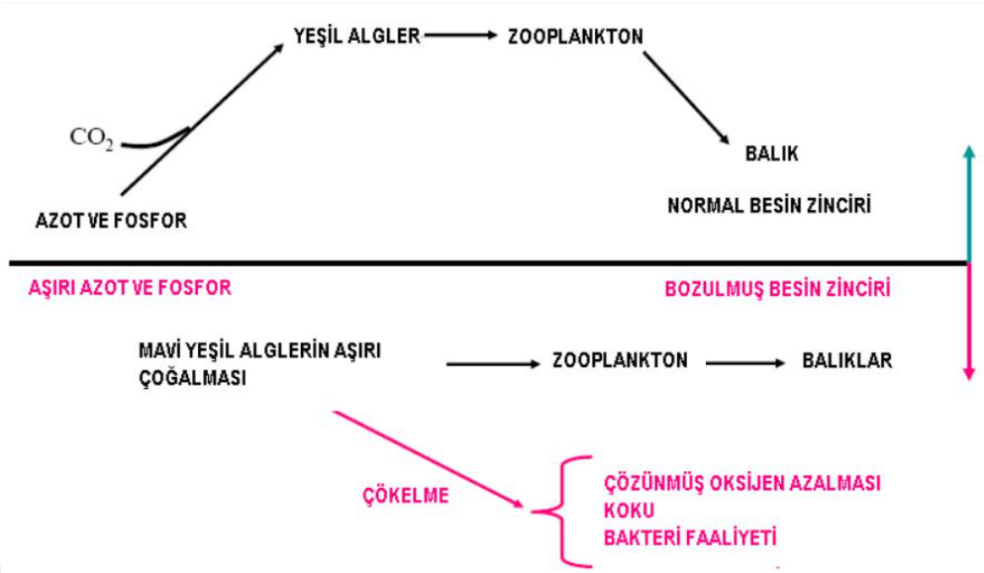
2.1.1.2. Azot ve Fosforun Sucul Alanlar Üzerindeki Etkileri

Besin elementleri sucul alanlara noktasal ve yayılı kirletici kaynaklardan ulaşmaktadır. Evsel ve endüstriyel atıksular noktasal kaynaklar olarak sıralabilirken; tarımsal alanlarda yapılan gübreleme, sızıntı suları, hayvan atıkları ve erozyon yayılı kaynaklar olarak sıralanabilir (Atmaca, 2012).

Nitrit, nitrat, organik azot ve amonyum gibi azotlu bileşikler doğal sularda sıklıkla bulunmaktadır ve gerekli ölçümler yapılarak suyun kalitesi hakkında yorum yapılabilmektedir (Henry ve diğ., 1984). Sucul alanlarda yaşayan canlılar için amonyum iyonu önemli ölçüde toksik değilken, sıcaklık ve yüksek pH gibi etkenlere de bağlı olarak amonyum, amonyağa dönüşebilmektedir. Bu durum sucul alanlarda yaşayan balık ve diğer canlılar üzerinde toksik etki yaratmaktadır (Ünlü ve diğ., 2008). Amonyak, sularda, organik (evsel ve tarımsal atıklar vb.) ya da inorganik kökenli (endüstriyel atıklar, bitki kökenli vb.) olarak bulunmaktadır. Sıcaklık ve pH arasındaki ilişkiye bağlı olarak iyonize olmamış (NH_3) ve iyonize olmuş (NH_4^+) amonyak formları vardır (Svobodova ve diğ., 1992). Sucul alanlarda balıklarda, yüksek amonyak miktarı (>0,1 mg/L) kasılma, denge kaybı ve ölüm gibi akut etki (Randall ve Tsui, 2002), düşük amonyak miktarı (<0,1 mg/L) yüzme hızında yavaşlama (Shingles ve diğ., 2001) ve büyümede dengesizlik (El-Shafai ve diğ., 2004) gibi kronik subletal etkilere sebep olabilmektedir.

Tarımsal üretimde gübreleme sonucunda toprakta biriken nitrat miktarı her geçen gün artmaktadır. Nitrat ortam koşullarına göre yıkanarak toprağın alt tabakalarına doğru hareket etmektedir (Korkmaz, 2007).

Aşırı azot ve fosfor birikimi yüzeysel sularda ötrofikasyon sorununa sebep olabilmektedir. Yüzeysel sularda ötrofikasyon su kalitesini etkileyen bir unsurdur. Atıksuların sucul alanlara deşarj edilmesi yüzeysel sularda ötrofikasyona neden olmaktadır (Tsagli, 2006).



Şekil 2.2: Ötrofikasyon oluşum mekanizması (Yetiş, 2016).

Şekil 2.2'de ötrofikasyon oluşum mekanizması gösterilmiştir. Ötrofikasyon ile sucul alanlarda fosfor ve azot gibi besleyici elementlerin aşırı artması ve ardından ortamda yaşayan planktonik organizmalar ve algler çoğalmaktadır (Minareci ve diğ., 2008; Hauschil ve Huijbregts, 2015). Ötrofikasyon sonucunda, sudaki oksijen miktarı birçok organizma için sınır değerin altına düşmekte ve oksijenin azalması, renk farklılığı, bulanıklılık, organizma sayısında azalmalar ve suda kötü koku gözlenmekte ve sucul alan bir çok canlı için yaşanılamaz duruma gelmektedir (Minareci ve diğ., 2008). Sucul ekosisteme olumsuz etkileri olan ötrofikasyon, organizmaların üremesini yavaşlatıp biyoçeşitliliğin azalmasına neden olabilmektedir (Zhao ve diğ., 2011). Besin elementleri, sıcaklık, güneşin radyasyonu ve sucul ortamdaki derinlik ile değişimi ve fitoplankton türünün yapısı ötrofikasyonun oluşumundaki başlıca etkenler olarak şeklinde sıralanabilir. Bunların sonucunda dip tabakada oksijenin olmaması, sucul ortamda yaşayan canlı türlerinde azalma ve istilacı canlı türlerinin çoğalması, koku sorunu, içme ve ve kullanma açısından uygunsuz su kaynakları ile karşı karşıya kalınmaktadır (Karpuzcu ve Koçalı, 2007).

Fitoplanktonik organizmalar ile ilgili sucul alanda yapılmış birçok çalışma vardır. Örneğin, Bizsel ve Cirik, (2002), heterotrof bir *Hermesinium adriaticum* türünü İzmir Körfezi'nde sunduğu çalışmada, İzmir Körfezi'nde fosfat, fitoplankton ve klorofil-a miktarının dağılımını mevsimsel olarak analiz ederek fosfatın fitoplanktonik organizmaların artışına sebebiyet verdiği sonucunu çıkarmışlardır.

2.1.1.3. Atıksuların Sucul Alanlar Üzerindeki Etkileri

Yapılan araştırmalara göre; halk sağlığı açısından sadece atıksularda değil doğal sularda ve arıtılmış atıksularda var olan kimyasal, mikrobiyal ve toksik kirleticiler küresel boyutta büyük sorun yaratmaktadır. Bu kirletici maddeler tarımsal, endüstriyel ve evsel atıksu kaynaklarından, özellikle yeterli arıtılmamış evsel atıksuların direkt deşarj edilmesi ile sucul alanlara karışmaktadır (Radjenovic ve diğ., 2008; Tokhy ve diğ., 2013).

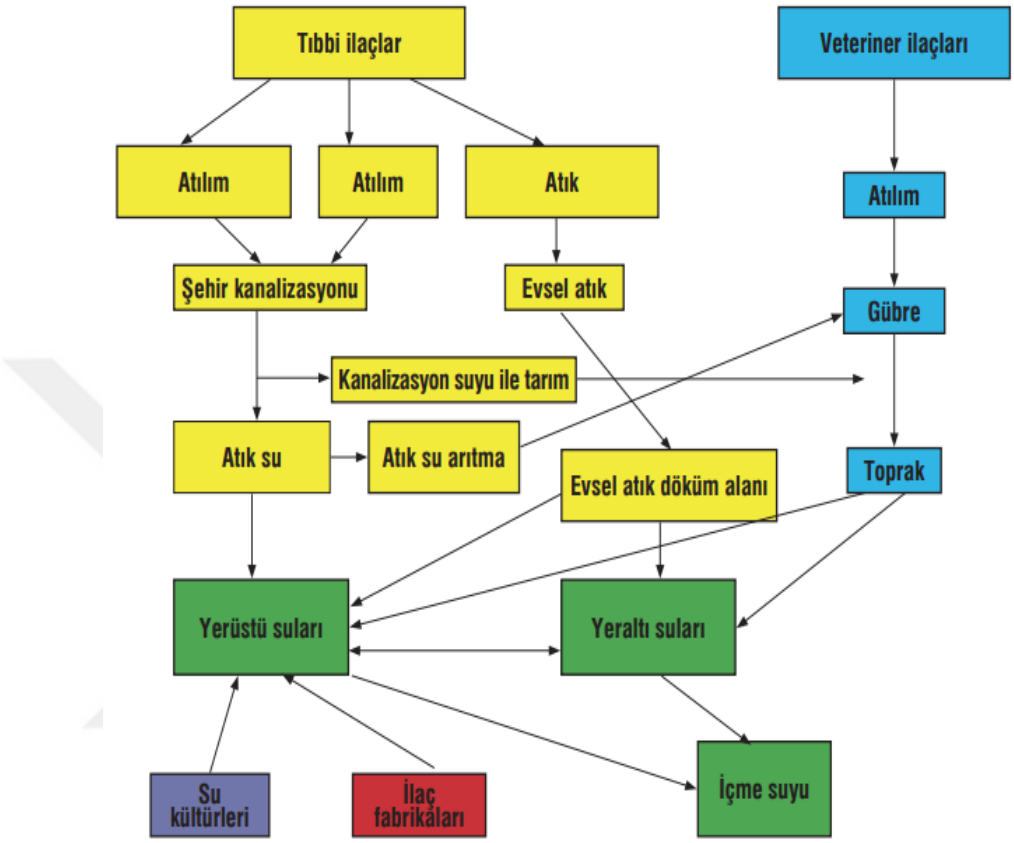
Hızlı sanayileşme ve global olarak artan su tüketimi ile birlikte, özellikle endüstriyel atık suların neden olduğu su kirliliğinin önüne geçilmesi, su ortamlarının korunmasında küresel bir çevresel zorluluk haline gelmiştir (Zhang ve diğ., 2014). Kağıt üretim endüstrisi, baskı ve boyama endüstrisi ve elektro kaplama tesisleri gibi endüstriler, toksik ağır metaller, boyalar, fenolik organik bileşikler, tekstil ürünleri, pestisitler, patojenler ve diğer kalıcı organik kirleticiler içeren büyük miktardaki atıksularını alıcı ortama deşarj etmektedir (Fu ve Wang, 2011). Atıksuların içeriğindeki bileşiklerden olan PCB'ler ve PAH'lar çevrede kalıcı olabilen organik kirleticilerden bazılarıdır. Bu bileşikler toksik özelliklerinin yanında, çevresel alanda kanserojenik özelliğe sahip olan yan ürünlere dönüşebilme riski taşımaktadır (Tehrani ve Van Aken, 2014). Tekstil sektörünün atıksuları en fazla atıksu debisine sahip endüstriyel sektörler arasındadır (Mahmoodi ve Arami 2009). Asit, baz, tuz ve deterjan gibi kimyasal maddeleri içeren atıksuların yetersiz arıtılarak sucul ortama deşarj edilmesi sonucunda ekosistemde ciddi ve kalıcı etkilere sebebiyet verebilmektedir (Birgül ve Solmaz, 2007).

2.1.1.4. Sucul Alanlarda İlaçların Toksik Etkileri

Küresel çapta yüksek miktarda tüketilen ilaçlar, farklı türlerden oluşan organik bileşimlerdir. Antibiyotikler, kolesterol ilaçları, antibakteriyel ilaçlar ve antidepresan ilaçlar araştırmalar sonucunda ekosistemde tespit edilen ilaç türlerinden bazılarıdır. Uzun süre depolanabilmesi ve kolay içilebilir özellikte olması açısından ilaçlar sıvı fazda hareket yeteneklerinin yüksek ve dayanaklı olacak şekilde üretilmektedir. Bu durum nedeniyle ilaç gruplarının içerisinde bulunan aktif maddeler ve biyotransformasyon ürünleri ekosistemde birikerek çeşitli olumsuz sonuçlara sebebiyet verebilmektedir (Duong ve diğ., 2008; Ruhoy ve Daughton, 2008).

İlaçların sucul ekosisteme girişi farklı yollarla olmaktadır. Besin piramidinin son basamaklarından başlayan bu akışta, ilaç maddeleri içeren atıksuların yeterli arıtımı yapılmadığı durumlarda toksik maddeler içme ve kullanma sularına kadar ulaşmaktadır.

Veteriner ve tıbbi ilaç kalıntılarının çevresel ortama giriş ve çıkışı Şekil 2.3'teki yayılma profilinde gösterilmiştir.



Şekil 2.3: İlaç kalıntılarının çevreye yayılma profili (Saygı ve diğ., 2012).

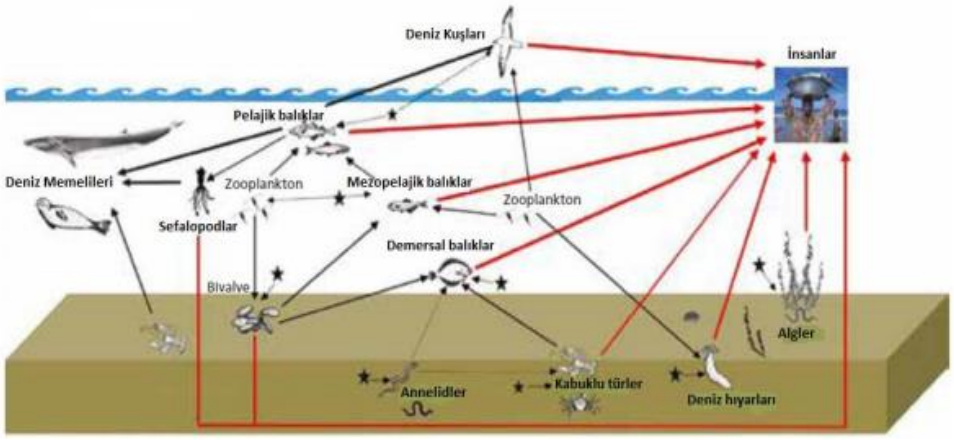
İlaçların yan etkilerinin bir diğer tanımı canlılar üzerinde toksik etkilere sebep olmasıdır. Kimyasal maddelerin ekosistemde bulunan canlılar üzerindeki toksik etkileri akut ve kronik olarak değişmektedir. LC_{50} tayini bir maddenin akut toksisitesinin değerlendirilmesinde çoğunlukla kullanılan bir toksikoloji izleme ve yorumlama yöntemidir (Dökmeci, 1994; Sönmez ve Sivri, 2020a).

Sucul alanlarda ilaçların toksik etkilerine dikkat çekmek ve çözüm bulmak adına bazı çalışmalar yapılmıştır. Steroid Olmayan Anti-Enflamatuar İlaçlar (NSAID'ler), dünya çapında su ekosistemlerini kirleten moleküllerin ana terapötik sınıflarından birini temsil etmektedir (Parolini, 2020). NSAID toksisitesinin tatlı su organizmalarındaki etki mekanizması

hakkındaki bilgileri geliştirmek ve tatlı su topluluklarına yönelik gerçek ekolojik tehlikelerine ışık tutmak için Parolini (2020), bir derleme çalışması yapmıştır.

2.1.1.5. Sucul Alanlarda Mikroplastik Kirliliği

Sucul alanlardaki plastik kirliliği günümüzde ciddi bir sorun haline gelmiştir. Deniz ve kıyısal alanlarda bulunan atık maddelerin %75'inden fazlası plastik kirleticilerden meydana gelmektedir. Mikroplastikler doğrudan ya da karasal etkenler (atıklar, çöpler ve kanalizasyon yolu vb.) ile sucul ortama karışmaktadır. (Kıdeyş, 2018). 1950 yılından beri gittikçe hızla artan plastik tüketimi, 2050 yılına gelindiğinde, bugünkü rakamlara 33 milyar ton plastik ekleneceği öngörülmektedir (Aslan, 2018). Mikroplastiklerin besin zincirindeki organizmalarla olan etkileşimi Şekil 2.4'te yer almaktadır.



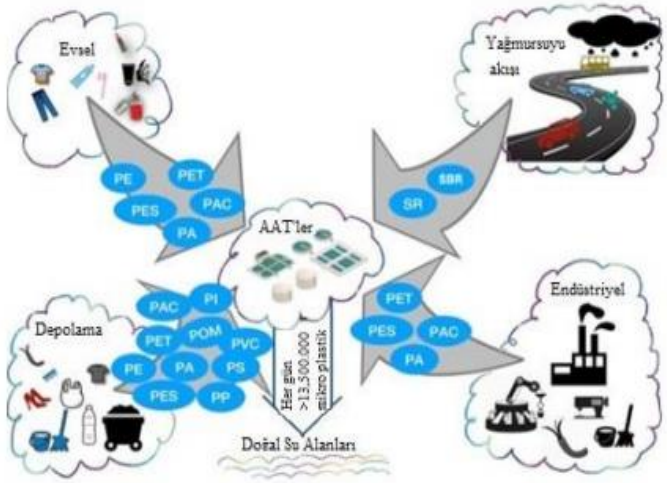
Şekil 2.4: Mikroplastiklerin besin zincirindeki organizmalarla olan etkileşimi (Kayhan, 2019).

Denizsel ortamda yaşayan canlı türleri ile mikroplastiklerin etkileşimini gösteren Şekil 2.4'te, siyah yıldızlar mikroplastik (MP) parçacıklarını ve siyah oklar MP'lerin dolaylı yolla alımını ifade etmektedir. Kırmızı oklar, sucul canlı türleri tarafından alınması ve sonrasında MP'lerin diğer canlılar üzerindeki potansiyel akış şemasını göstermektedir (Kayhan, 2019).

Nanoplastik ve mikroplastik kirliliğinin en büyük etkisi sucul alanlar üzerinde olmaktadır (Koelmans ve diğ., 2016). Plastikler, hafif olmaları, kararlı kimyasal özelliklere sahip olmaları, paslanmamaları, aşınmaya dirençli olmaları ve düşük maliyetli olmaları nedeniyle kişisel bakım ürünleri, giyim, ilaç ve endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Hernandez ve diğ., 2017). Yoğunluklarının sulardan az olması sebebi ile sucul alanlarda yüzebilen plastik

maddeler suyun fiziksel su kalite parametrelerini (renk, bulanıklık ve ışık geçirgenliği vb.) etkilemesinin yanında plastik maddelerden zaman içerisinde sucul alanlara karışabilecek toksik bileşenler de bulunmaktadır (Koelmans ve diğ., 2016). Plastikler, çevrede doğal olarak bozunmalarının zorluğu nedeniyle çevre için tehlike oluşturduğundan dolayı önlem alınması gerekmektedir (Blasing ve Amelung, 2018). Ülkemizde yapılan bir çok çalışmada da, bu konu üzerinde hassasiyet gösterilmesi önerilmiştir (Yabanlı ve diğ., 2019; Sönmez ve diğ., 2020).

Atıksu arıtma tesisine (AAT) gelen atıksu türü değişiklik göstermektedir. Ayrı tahliye sistemi uygulandığında evsel ve endüstriyel atık su ve depolama sahası sızıntı suları gelirken, birleşik altyapı sistemi kullanıldığında yağmur suyu akışından da kirleticiler arıtma tesislerine gelmektedir (Şekil 2.5) (Ngo ve diğ., 2019).



Şekil 2.5: AAT'lere gelen MP kaynakları (Ngo ve diğ., 2019).

Sucul ekosistemde plastik kirliliği araştırılması ve incelenmesi gereken önemli bir alan olduğu görülmektedir. Blettler ve diğ., (2018), plastik kirliliğine dikkat çekmek için tatlı sulardaki plastikler ile ilgili makaleleri bibliyometrik bir analiz yöntemi kullanılarak tespit edilmiş ve yorumlanmıştır. Güney Ege Bölgesi'nde ilk kez yapılan bir çalışmada (Yabanlı ve diğ., 2019), MP'ler bazı deneysel tekniklerle birlikte standart işletim prosedürü kullanılarak analiz edilmiştir. Örnekleme istasyonlarının büyük şehirlerden ve sanayi bölgelerinden uzak olması, denizcilik faaliyetlerinin yaz sezonunda artması ve analizler sırasında partiküllerde

katran görülmesi nedeniyle kirliliğin deniz kaynaklarından kaynaklanabileceği öne sürülebildiği sonucu çıkarılmıştır.

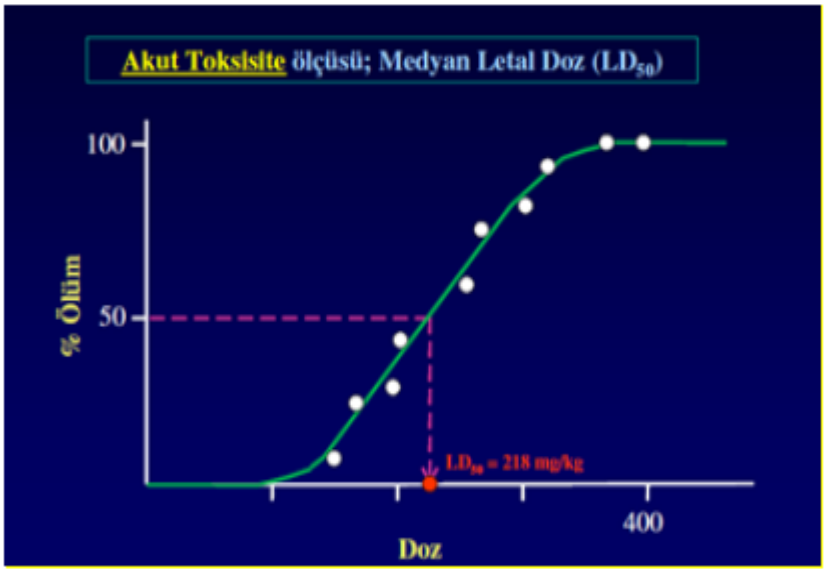
2.1.2. Toksisite Testlerinin Sınıflandırılması

Akuatik toksisite testleri, bilimsel araştırmalarda, sucul alanlardaki kimyasal maddeleri izlemede ve çalışmalarda yapılan deneylerin yorumlanmasında kullanılan bir yöntemdir (Çetinkaya, 2005). Toksikolojide kullanılan bu testler, analiz süresine göre gruplara ayrılabilir (Saygı, 2003). Bunlar;

- Akut toksisite testleri,
- Subakut toksisite testleri,
- Subkronik toksisite testleri,
- Kronik toksisite testleri,
- Özel toksisite testleri'dir.

2.1.2.1. Akut Toksisite Testleri

Akut toksisite çalışması, insanlar ve hedef olmayan çevresel organizmalar için kimyasalların risk değerlendirmesinde kullanılabilir ve hayvanların %50' sini öldüren doz olarak tanımlanan LD_{50} (LC_{50}) birimi ile, kimyasal ajanların toksisitesinin tahmininde kullanılır (Agrawal ve diğ., 2007). Bunun yanında sıklıkla kullanılan etkili konsantrasyonu ED_{50} (EC_{50}), organizmanın hareketsizliğine veya tanımlanabilir başka bir özelliğine dayanır. Ortalama Öldürücü Konsantrasyon (LC_{50}) uygulaması, toksikologlar arasında kabul görmüş ve genellikle kimyasal kirleticilerin sudaki yaşama olumsuz etkilerini değerlendirmede çok yüksek oranda test edilmiştir (Johnson ve Finley, 1980). Stres maddesinin büyüklüğünü gösteren doz- cevap eğrisine Şekil 2.6'daki örnekte gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Stres maddesini gösteren doz- cevap eğrisi (Daphne ve diğ., 2007).

Akuatik ortamların ayrıntılı bir şekilde izlenmesi ve zamanla nasıl değiştiğinin gözlemlenmesi ile o ortamın su kalitesi ile ilgili yorum yapılabilmektedir. Akut toksisite biyodeneyleri, toksisite hakkında bilgi edinmek ve toksik maddelere karşı canlıların duyarlılığını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Ferrer ve diğ., 2006).

Atıksu, sediment, kontamine sular gibi çevre kirliliği izlemede akut toksisite çalışmaları önem taşımaktadır. Genel olarak toplu parametrelerden; çözünmüş oksijen, KOİ gibi parametreler çevre kirliliğini ifade etmede kullanılır (Parvez ve diğ., 2006). Bu parametreler çevredeki bileşikleri tanımlayabilir, fakat toksik maddelerin tek başına ve bilinen/bilinmeyen bileşikler ile karışım olmaları halinde etkileri hakkında bilgi vermemektedir ve bu nedenle biyodeneyler bütünleyici bir araç olarak sayılabilmektedir (Van der Grinten vediğ., 2010). Tablo 2.1'de akut toksisite için sınıflandırma dereceleri gösterilmiştir.

Tablo 2.1 : Toksisite sınıflandırması (Sönmez ve diğ., 2020).

Sınıflandırma	EC_{50} (mg L^{-1})	Akut Toksisite
0	>1000	Toksik Olmayan
1	>100-≤1000	Pratik Olarak Toksik Olmayan
2	>10-≤100	Hafif Zehirli
3	>1-≤10	Orta Derecede Zehirli
4	>0.1-≤1	Yüksek Toksik
5	>0.01-≤0.1	Çok Yüksek Toksik
6	≤0.01	Son Derece Zehirli

Daphnia magna üzerinde 48 saatlik akut immobilizasyon testi (OECD, 2004) ve tatlı su algleri ve siyanobakteriler üzerinde 72 saatlik büyüme inhibisyon testi (OECD, 2006) akut toksisite çalışmalarına örnek gösterilebilir.

Yapılan bir çalşmada (Sönmez ve diğ., 2020), kişisel bakım ürünlerinin ve özellikle kişisel bakım ve eczacılık ürünlerinde kullanılan PEG'lerin sucul ekosistemler üzerindeki akut toksisitesinin etkisi tespit edilmiştir. Bu kapsamda, bu çalışmada PEG'lerin bireysel akut toksisiteleri; PEG içeren kişisel bakım ürünleri arasında yer alan bebek şampuanı ve vücut losyonunun akut toksisitesi ve bu ürünlerin yüzey sularına ulaştıklarında olası akut toksisitesi belirlenmiştir. Sucul organizmalar üzerindeki toksik etkiyi belirlemek için, *Daphnia sp.* Akut Hareketsizlik Testi kullanılmıştır.

2.1.2.2. Subakut Toksisite Testleri

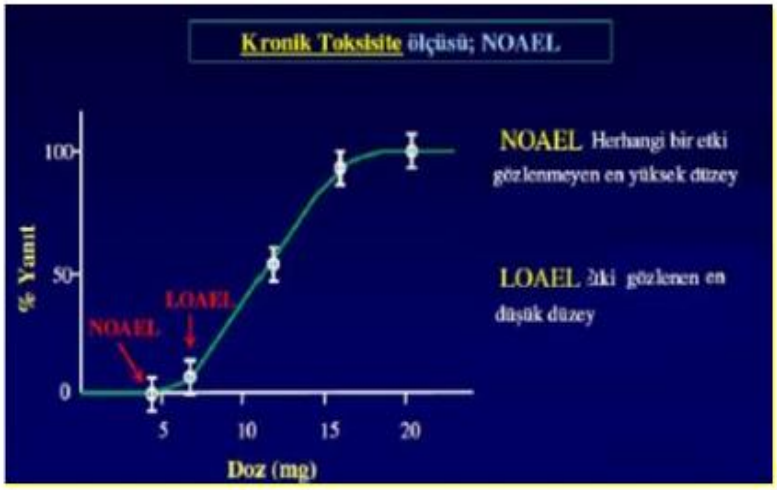
Subakut zehirlilik testleri; tekrarlayan doz zehirlilik denemeleri içerisinde değerlendirilir ve deneme süresi de genellikle 2 ila 4 hafta arasındadır. Bu denemeler; hem maddeye tekrarlanarak maruz kalınması durumunda oluşacak etkiler hakkında bilgi edinmek hem de subkronik zehirlilik denemelerinde kullanılacak dozu belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirilir (Kaya, 2014).

2.1.2.3. Kronik Toksisite Testleri

Kronik toksisite testleri, uzun sürede kimyasal maddelerin canlılar üzerinde sebep olabileceği toksik etkilerin belirlenmesi için yapılan bir toksisite testidir (Saygı, 2003). Kronik toksisite testi ile sucul ortamda yaşayan bir canlının, üreme, büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkileyecek bir kimyasalın konsantrasyonlarını belirlenmesini sağlamaktadır. Kronik etkiye

sebep olan kimyasal madde konsantrasyonları, akut etkiye göre daha düşük olmaktadır. Bu sebepten dolayı kronik toksisite testleri, akut toksisite testlerine göre daha duyarlı bir ölçüm sağlayabilirler. Kronik toksisite testinin, test organizmasının tüm yaşam evreleri (gamet evresi, gelişim evresi, olgunluk evresi vb.) boyunca yapılması gerektiği düşünülmektedir (Rand ve Petrocelli, 1984).

Bazı moleküller organizmalar üzerinde hemen etki gösterirken, bazıları ise belli bir süre geçtikten sonra etkisini göstermektedir. Örneğin, bazı kısa süreli toksisite çalışmasında, ilaç moleküllerinin sucul ortamda yaşayan canlılar üzerinde düşük konsantrasyonda bulunmaları sebebiyle akut toksik etki göstermediğini, ancak uzun süreli maruziyetin kronik toksik etkilere sebep olduğu görülmüştür (Tiwari ve diğ., 2017).



Şekil 2.7: Reseptöre karşılık gelen stres maddesinin doz- cevap eğrisi (Daphne ve diğ., 2007)

Reseptöre karşılık gelen stres maddesinin doz- cevap eğrisi Şekil 2.7'deki örnekte gösterilmiştir. NOAEL, bir organizmada saptanabilir olumsuz değişikliklere neden olmayan bir maddenin konsantrasyonu veya dozu olarak tanımlanmakta (Baird ve diğ., 2019) ve kronik toksisite testlerinin bir ölçüsü olmaktadır.

Balıklar üzerinde 28 günlük yavru büyüme testi (OECD, 2000), *Daphnia magna*' nın 21 günlük üreme testi (OECD, 2008) kronik toksisite çalışmalarına örnek gösterilebilir.

Akut ve kronik toksisite çalışmaları sonucunda, kirleticilere karşı tatlı su omurgasızları, tuzlu su omurgasızlarına göre biraz daha duyarlı olduğu görülmüştür. (Mitchell ve Holdway, 2000).

Bu bağlamda akut toksisite çalışmaları kronik toksisite çalışmalarına göre daha çok tercih edilmiştir.

2.1.2.4. Subkronik Toksisite Testleri

Bu testler, araştırılacak olan etken maddeye karşı deney hayvanlarının subkronik maruziyeti sonrasında görülebilecek etkilerin araştırılmasını amaçlar ve genellikle de 90 gün (1 ila 3 ay arasındada olabilir) sürer. Subkronik zehirlilik denemeleri; hayvanlarda görülebilir etkiye yol açmayan en yüksek madde miktarını belirlemek, hedef doku, organ veya sistemlerin etkilenme derecesini ortaya koymak, tekrarlanan maruziyet durumlarında dozetki ilişkisini değerlendirmek ve kronik zehirlilik denemeleri için doz belirlemek amacıyla yapılır (Kaya, 2014). Toksisite çalışmaları için doz seçimi, test maddesinin toksisitesi ile ilgili bilgilere dayanmalıdır. Toksisite çalışmalarında test maddesinin minimum üç doz seviyesi ve eşzamanlı bir kontrol grubu kullanılmalıdır. Toksisite çalışmaları tasarlarken ve yürütürken, şu maddeler dikkate alınmalıdır:

- Yüksek doz, test hayvanlarında toksik tepkilere neden olacak kadar yüksek olmalıdır.
- Düşük doz, test hayvanlarında toksik tepkilere neden olmamalıdır.
- Ara doz, test hayvanlarında minimal toksik etkileri (enzim seviyelerinde değişiklikler veya vücut ağırlığı artışlarında hafif düşüşler gibi) ortaya çıkarmak için yeterince yüksek olmalıdır.

Hiçbir doz, verilerin anlamlı bir şekilde değerlendirilmesini engelleyen bir ölüm vakasına neden olmamalıdır. Test maddesinin tüm doz gruplarına uygulanması aynı anda yapılmalıdır (Office of Food Additive Safety, 2003).

Farmakolojik ve toksikolojik etkilerin, morbiditenin ve mortalitenin genel belirtileri için tüm hayvanlar üzerinde çalışma boyunca günde en az bir veya iki kez rutin kafes tarafı gözlemleri yapılmalıdır. Gözlemler arasındaki olağan aralık en az 6 saat olmalıdır. Her hayvan için ayrı kayıtlar tutulmalı ve başlangıç zamanı ve herhangi bir etkinin özellikleri ve ilerlemesi, tercihen bir puanlama sistemi kullanılarak kaydedilmelidir (Office of Food Additive Safety, 2003).

2.1.2.5. Özel Toksisite Testleri

Özel zehirlilik denemeleri; karsinojen-mutajenteratojen etki denemeleri, gelişme ve üreme sistemi üzerine etki denemeleri ile diğer maddelerle etkileşme denemelerini kapsar. Bu grup

testler, özellikle gıdalarda kalıntıya yol açabilen ilaçlar, gıda katkı maddeleri, zirai mücadelede kullanılan maddeler, halk sağlığı veya çevre sağlığının korunmasında kullanılacak maddeler için oldukça önem taşımaktadır (Yarsan, 2013; Kaya, 2014; Yavuz, 2020).

2.1.3. Sucul Alanda Uygulanan Toksisite Test Örnekleri

Toksisite testleri sucul alanlarda kirleticilerin organizma üzerindeki etkilerini belirlemek için önem taşımaktadır. Staple ve diğ. (2009)' un yaptığı çalışmada, hem tatlı su hem de tuzlu suda yaşayan su türleri için 60'tan fazla mikroorganizma, alg, omurgasız ve balık türünü kapsayan yaklaşık 400 test sonucu rapor edilmiştir. Birçok benzer testi karşılaştırmak ve hemen hemen tüm önemli su habitatları ve sucul tür sınıflarını kapsayacak kadar önemli bir toksikolojik veri tabanı oluşturduğu düşünülmektedir.

Laboratuvar hayvanlarında toksisite testi, çevresel ajanlara maruz kalma ile ilişkili tehlikeleri ve riskleri değerlendirmek için EPA tarafından kullanılan bilgilerin çoğunu sağlamaktadır. Toksisite testi gerektiren düzenleme, girişim ve direktiflerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle EPA, yerleşik ve yeni ortaya çıkan toksisite testi yöntemlerinin ve stratejilerinin kapsamlı bir incelemesinin gerekliliğini kabul etti ve Ulusal Araştırma Konseyi'nden (NRC) böyle bir inceleme yapmasını ve toksisite testi için uzun vadeli bir vizyon ve strateji geliştirmesini istemektedir (National Research Council, 2006).

Toksisite testlerinin, atıksuların sucul alanlara deşarj edilmesinin kontrolünde biyolojik analizler ve kimyasal analizler ile birlikte kullanılması EPA tarafından önerilmektedir (Aydın ve Kara, 2006; Atay ve diğ., 2009).

Kimyasalların neden olduğu kirlilik için çevresel risk değerlendirmesi genellikle standart test organizmaları ile yapılan toksisite testlerine dayanmaktadır (van Leeuwen ve Vermeire, 2007). Ekotoksikolojik test yöntemlerine, kullanılan organizma grubuna göre bakteri testi, alg testi, su piresi testi, balık testi, böcek testi, tek hücreli organizmalar testi, solucan testi ve salyangoz testi örnek gösterilebilir (Fomin ve diğ., 2003).

2.1.4. Toksisite Testlerinde Kullanılan Organizmaların Seçimi

Besin zinciri yoluyla sucul alanlarda organizmalar arasındaki madde döngüsü ve enerji akışı sağlanmaktadır. Besin piramidinin üst basamaklarındaki canlılar, alt basamaklardaki canlılar

ile beslendiklerinden dolayı kirletici maddeleri yapılarında daha çok biriktirmiş olmaktadırlar (Arslan ve diğ. 2009).

Toksisite testlerinde, test maddesinin toksik etkisinin ve karakterizasyonunun belirlenmesinde seçilen organizmaların kullanılması, kısa sürede sonuç alabilmenin ve işleyen bir organizmanın incelenmesinde sundukları faydalar nedeniyle uzun bir süre devam etmesi düşünülen deneme metodlarıdır (Arome ve diğ., 2013). Toksisite testlerinde kullanılan organizmaların seçiminde etkili olan önemli faktörler şu şekilde sıralanmıştır (Festing ve Altman, 2002):

- Ekosistemi temsil eden yerli türler kullanılmalıdır.
- Seçilecek türün temin edilmesi kolay olmalı, test süresince yeterli sayıda benzer özelliklere sahip, organizma elde edilmelidir.
- Türler ekolojik ve ekonomik öneme sahip olmalıdır.
- Geniş duyarlılık aralığına sahip olmalıdır.
- Sucul organizmaların yüksek adaptasyon kabiliyetinin olması, hızlı, kolay, ekonomik üretimi ve kültürlerinin yapılabilir olması gerekmektedir.
- Yaşam gereksinimlerinin, tuzluluk, pH ve sıcaklık gibi fizikokimyasal isteklerinin bilinmesi ve sağlanması gerekmektedir.

2.1.4.1. Akut ve Kronik Toksisite Çalışmalarında Kullanılan Önemli Türler

Organizma türleri, trofik seviyeleri (üreticiler, birincil ve ikincil tüketiciler, ayrıştırıcılar), taksonomik grupları, organizma türleri ve suşları, yaş, cinsiyet, sıcaklık, vücut kitle indeksi, olgunluk ve organizmanın yaşam kalitesini etkileyen deney çevresel şartları gibi birçok faktör toksisitenin son noktasının tespitinde etkilidir (Hanrahan, 2013).

Yapılan çalışmada en çok kullanılmış olan organizmalar Tablo 2.2'de *Annelids, Arthropodibus, Chlorophyta, Chordata, Crustacea, Proteobacteria ve Rotifera* şubelerine göre gruplandırılmıştır.

Daphnia magna, çoğunlukla tatlı suda yaşayan dallı kabuklulardan oluşan büyük bir grup içinde, genellikle "su pireleri" olarak bilinmektedir (Şekil 2.8). *Daphnia,* ekotoksikoloji, ekoloji ve evrimsel biyolojideki en eski model organizmalardan biridir (Stollewerk, 2010). Akuatik ekosistemlerde *Daphnia*'lar besin zincirinin ikinci halkasını oluşturmalarından dolayı diğer canlılar için besin kaynağı olması ve algler ile beslenerek suyun berraklığını sağlanması

açısından önem taşımaktadır (Sarıgül ve diğ., 2009; Dodson ve Hanazato 1995). *Daphnia magna* organizması kullanılarak yapılan toksisite testleri, sucul toksikoloji alanındaki en yaygın kullanılan çalışmalar arasındadır (Sönmez ve diğ., 2016).

Tablo 2.2: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında kullanılan türlerin gruplandırılması.

Şube Adı	Tür Adı
Annelids	*Lumbriculus variegatus*
Arthropodibus	*Daphnia manga* *Ceriodaphnia dubia* *Artemia salina* *Daphnia pulex* *Gammarus sp.* *Ceriodaphnia silvestrii* *Asellus aquaticus*
Chlorophyta	*Chlorella vulgaris* *Pseudokirchneriella subcapitata*
Chordata	*Danio rerio* *Oncorhynchus mykiss* *Pimephales promelas* *Oryzias latipes*
Crustacea	*Tigriopus japonicus* *Hyalella azteca*
Proteobacteria	*Vibrio fischeri* *Photobacterium* *Escherichia coli* *Vibrio qinghaiensis*
Rotifera	*Brachionus calyciflorus*



Şekil 2.8:*Daphnia magna* mikroskop görüntüsü (Sönmez ve diğ., 2020).

Daphnia türleri kısa yaşam evresi, hızlı büyüme özelliği ve yüksek üreme kabiliyeti taşımasından dolayı toksisite çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır (Adema, 1978; Harmon ve diğ. 2003; Cooman ve diğ. 2005; Altındağ ve diğ. 2008).

Lumbriculus variegatus, Avrupa ve Kuzey Amerika'da bulunan, tortuda yaşayan tatlı su türüdür. Tipik olarak bataklıklar ve bataklıklar gibi sığ tatlı su ortamlarında bulunurlar, ancak aynı zamanda derelerin ve göllerin sığ kısımlarında ve bazen daha derin sularda da bulunabilirler (Drewes, 2004). *Lumbriculus variegatus,* biyolojik olarak birikebilen bileşiklerin akut ve kronik toksisitesinin ekotoksikoloji testinde yaygın olarak kullanılan bir test organizmasıdır. Ekolojik olarak tatlı su ekosistemlerinin ilgili bir bileşenini temsil etmesi ve kirletici maddelerin biyoakümülasyonunu değerlendirmek için yeterli olmasından dolayı toksisite çalışmalarında kullanılmaktadır (Phipps ve diğ., 1993).

Gammarus sp., Gammarid ailesindeki bir amfipod kabuklu cinsidir. Gammarid türleri, tatlı ve tuzlu sularda çevre toksikolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda önem arz etmektedir (Gerhardt ve diğ., 2011). Gammarid türleri denizlerde yaşamalarının yanında dere ve göl gibi tatlı sularda yaşamayı tercih eden türleri de mevcuttur. Su sıcaklığına bağlı olarak sonbahar ve kış mevsimlerinin belirli aylarında yavrulamaktadırlar ve çürümüş materyal ve mikro hayvanlar üzerinden beslenmektedirler (Badcock, 2004). Çevre toksikolojisi alanında memelilerin kullanıldığı çalışmalardaki kısıtlamalar nedeniyle *Gammarus sp.* gibi birçok amfipod omurgasız hayvanlar son zamanlarda daha fazla ilgi çekmektedir (Kandárová ve Letašiová,

2011). Bu nedenle, akut ve kronik toksisite çalışmalarında sıkça kullanılan organizmalardan biri olmuştur.

Deniz bakterisi olarak bilinen *Vibrio fischeri* kirlenmiş suyun kimyasal toksisitesini değerlendirmek için kullanılan çeşitli toksisite biyoanalizlerinin temelini oluşturmaktadır (Fernández ve diğ., 1995; Hao ve diğ., 1996). Endüstriyel ve evsel atıksuların, içme sularının kalitesinin, toprak ve sediment toksisitesinin analizinde *Vibrio fischeri* ile yapılan toksisite testleri kullanılmaktadır (Bundy ve Mowat, 1996; Calace ve diğ., 2005). Ayrıca *Vibrio fischeri*, arıtım öncesi ve sonrası işlemler için suyun toksikolojik değerlendirilmesinde kullanılan bir deniz mikroorganizmasıdır (Gerek, 2015). *Vibrio fischeri* ile yapılan testlerin farklı akut testlere göre daha ucuz olduğu görülmektedir (Parvez ve diğ., 2006).

Artemia salina Crustacea alt şubesi, Arthpoda şubesinde yer alan, gölde yaşayan bir kabuklu canlıdır. Biyolojik aktiviteleri araştırılan örneklerin sitotoksisitelerinin analizinde oldukça fazla bir şekilde *Artemia salina* larvaları kullanılmaktadır. Toksik özellikte olan maddelerin in-vivo olarak *Artemia salina* larvalarına olan öldürücü etkisi, hızlı ve kolay bir yöntem şekli olan "Brine-Shrimp Lethality Assay"in kullanılmasını sağlamıştır (Choudhary ve Thomsen, 2001).

Zooplanktonik organizmalar toksik kimyasal maddeler karşı en hassas gruplardan biri olduğu ve durgun sularda besin zincirinde merkezi bir konumda olmasından dolayı ekotoksikolojik test çalışmalarında kullanılmaktadır. Zooplanktonik organizmaların toksik maddelere karşı vermiş oldukları tepkiler ile ekosistem ile ilgili bilgi edinilebileceği düşünülmektedir (Hanazato, 2001).

Mendonça ve diğ. (2007), çevresel zararlı maddeleri içeren atıksularda *Vibrio fischeri, Daphnia magna* ve *Lemna minor* organizmaları ile yapılan akut ve kronik toksisite testlerinin korelasyon analizinin değerlendirmesi için fizikokimyasal parametreleri kullanmışlardır. Bu karakterdeki atıksular için yapılan akut toksisite testleri için en hassas organizmanın *Vibrio fischeri,* kronik toksisite testleri için ise en hassas organizmanın *Daphnia magna* olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan tipteki atıksular için toksisite izleme çalışmalarının yapılması gerektiğini vurgulayarak, çevresel koruma için daha fazla bütçe ayrılmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır (Sönmez ve Sivri, 2020b). Burada akut ve kronik toksisitenin, atıksu karakterizasyonuna göre organizma üzerindeki etkisinin değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Bitki, hayvan ve bakteri ile gerçekleştirilen toksisite testleri kolay, az zaman gerektiren ve düşük maliyetli olmakla birlikte, karmaşık kimyasal testlerden daha hassas ve güvenilir sonuçlar vermektedirler. Bu avantajlarından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır (Devare ve Bahadır, 1994).

Sucul alanlarda organizmalar ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, Çin'de evsel ve endüstriyel atık suların arıtımının yapıldığı büyük ölçekli (1 milyon m^3/gün) bir arıtım sistemi çıkış suyunun toksisite ve östrojenisitesinin değerlendirildiği bir çalışmada, *Oryzias latipes* balık türünün erginleri değişik konsantrasyonlarda (%5, %10, %20, %40, %50) çıkış suyuna, 28 gün süreyle maruz bırakılmıştır. Buna göre %20 ve altı konsantrasyonlarda çevreye verilen çıkış suyunun balıklarda östrojenik olduğu ve %40 ve %50 konsantrasyonlarda ise doğrudan karaciğer bozukluğuna neden olduğu ileri sürülmüştür (Ma ve diğ., 2005).

2.1.4.2. Organizmalar ile Sucul Alandaki Kirliliği İzleme Çalışmaları

Kimyasal analiz yöntemleri sucul alanlarda kirlilik izleme çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Fakat bu analiz yöntemleri sucul alandaki kirlilik potansiyelinin organizmalar üzerindeki etkisini göstermekte yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu sebeple su ortamındaki kirletici maddeleri izleme ve analiz etmede canlı türler kullanılmaktadır. Biyoizleme çalışmaları sahil kesimlerde kirletici maddelerin geçici ve kalıcı durumları ile ilgili karar vermek için uygulanan yöntemlerdir. Birçok canlı türü kirletici maddelerin biyokullanılabilirliğinin takip edilmesi ve toksik etkilerinin analiz edilmesinde indikatör olarak kullanılarak mevcut alanın kirlilik durumu ile ilgili yorum yapılabilmesini sağlamaktadır (Taylan ve Özkoç, 2007; Başçınar, 2009).

Bir türdeki ekolojik etkinin var olup olmadığını belirlemek için kullanılan canlılara biyoindikatör, bir canlının büyüme ve solunum hızı gibi biyolojik, kimyasal, fiziksel, kimyasal ya da biyolojik davranış tepkilerindeki değişimleri gösteren canlılara biyomonitör denir (Rainbow, 1995). Biyomonitör canlılar çevre kirleticileri için önceden tespit edici indikatör organizmalardır, kirletici maddeler diğer yöntemlerde olduğu gibi tahmin gerektirmeden önceden ölçülüp izlenebilir (Özkoç, 1999). Biyoindikatörlerin en önemli kullanılma nedeni organizmaların dokularında biriken kirletici maddelerin analiz edilmesi ile bu maddelerin canlıların yaşadığı çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilebilecek olmasıdır (Tataruch ve Kierdorf, 2003). Bu kirletici maddeler yalnızca ortamda değil, çevresel koşullara bağlı olarak canlı yapısına geçerek besin zincirinde birikmektedir. Canlı türleri alıcı ortam ile

bir denge içinde olmasından dolayı ortamdaki kirleticileri temsil etmektedir. (Taylan ve Özkoç, 2007). Ekosistemdeki organizmaların her biri izlenemeyeceğinden dolayı ortamdaki kirleticileri tespit etmek ve değerlendirmek için en uygun biyoindikatör canlının seçilmesi önemlidir (Burger, 2006).

Tablo 2.3: Sucul canlıların organik kirleticileri ortamdan alma şekilleri (Erkoç, 2010)

Balık	Solungaçlar	Sucul yaşam alanlarından homojen ya da heterojen olan kirleticileri almaktadır
	Sindirim	Besin maddeleri yoluyla almaktadır
Akuatik memeliler	Sindirim	Besin maddeleri yoluyla ve az da olsa sucul yaşam alanlarından kirleticileri almaktadır
Akuatik amfibiler	Sindirim	Besin maddeleri yoluyla kirleticileri almaktadır
	Deri	Sucul yaşam alanlarından az da olsa homojen ya da heterojen olan kirleticileri almaktadır
Akuatik omurgasızlar	Sindirim	Sucul yaşam alanlarından az da olsa homojen ya da heterojen olan kirleticileri almaktadır
	Solunum yüzeyleri	Sucul yaşam alanlarından homojen ya da heterojen olan kirleticileri almaktadır

Sucul canlıların organik kirleticileri alma şekilleri Tablo 2.3'te yer almaktadır. Balıklar, algler, bakteriler, protozoalar, kabuklular, makrofitler ve planktonik organizmalar gibi sucul canlılar su kalitesinin belirlemesinde rol almaktadır (Kazancı ve Girgin, 1998; Başçınar, 2009). Çevresel stres etkenlerine bağlı olarak biyolojik çeşitlilik yapısındaki değişimler son dönemlerde ekosistemin bütünlüğünü belirlemek için yapılan uygulamalarda değer kazanmıştır. Parazitlerin kirliliğe karşı tepkilerinin belirlenmesinde çevresel parametrelerin kullanıldığı çalışmalar son yıllarda artmıştır (Turgut ve Özgül, 2009). Bu sebeple sucul

alanlardaki kirletici maddelerin toksisitelerinin belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde organizmalardan yararlanılmaktadır.

1.2.5. Sucul Ekosistemler

İnsanlar ve ekosistemler tarafından kullanılabilen suyun kalitesi ve miktarı, iklim değişikliğinden, tarım, enerji üretimi, endüstri, rekreasyon ve çevre için artan risk ve maliyetlerden etkilenmektedir. Yükselen su sıcaklıkları, okyanus asitlenmesi, geri çekilen arktik deniz buzu, deniz seviyesinin yükselmesi, yüksek gelgit su baskınları, kıyı erozyonu, yüksek fırtına dalgalanmaları ve şiddetli yağış olayları sucul alanları tehdit etmektedir. Bu etkilerin devam etmesi, okyanus ve deniz türlerini riske atmakta ve belirli balıkçılık üretkenliğini de azaltmaktadır (U.S. Government Publishing Office, 2018).

Ekosistem içerisinde belirli görevleri olan her canlı, hem kendi hem de diğer canlılar ile bir uyum halindedir. Çeşitli dış etkenler ile bu uyumun bozulması ekosistemin varlığını tehdit etmektedir. Ekosistem ve su yönetiminin devamlılığı için en uygun planlama üniteleri olan havzalar ekosistemin en önemli parçalarındandır (Kauffman, 2002).

Şekil 2.9'a göre yerleşim alanları ile su kaynakları arasında bir ilişki olduğu gibi kalkınmışlık düzeyi ile su kaynakları arasında da bir bağ bulunmaktadır ve ülkeler ya da topluluklar arasında suya erişim noktasında fırsat eşitliği söz konusu değildir. Kişi başına düşen su miktarı 1500 m^3/yıl'dan az ise su stresi, kişi başına düşen su miktarı 1000 m^3/yıl'dan az ise su kıtlığı, 500 m^3/yıl'dan az ise mutlak su kıtlığı söz konusu olmaktadır (Turan ve Bayrakdar, 2020).

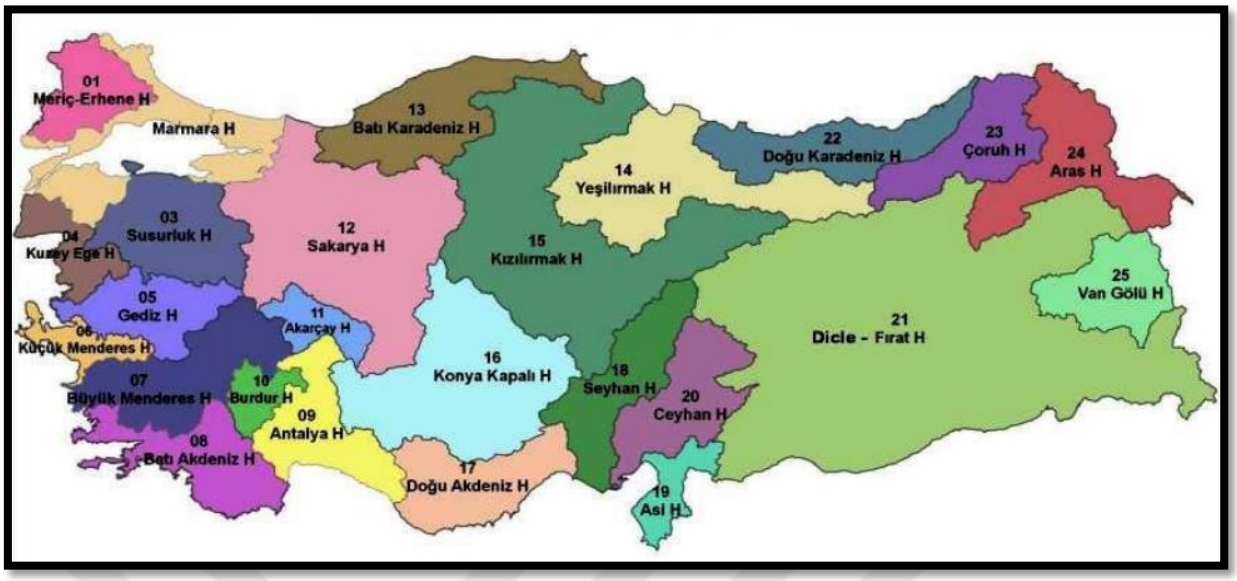


KUZEY AMERİKA	AVRUPA	ASYA VE AVUSTRALYA
1 -Yukon (Alaska-Kanada)	25-Danube (Almanya, Avusturya, Slovakya, Macaristan, Hırvatistan, Sırbistan, Bulgaristan, Romanya, Moldova ve Ukrayna)	13 -Volga (İdil Havzası-Rusya)
2-Mackenzie-(Kanada)	AFRİKA VE BATI ASYA	14-Obi (Rusya)
3-Nelson-(Kanada)	8-Nijer (Gine, Mali, Nijer)	15-Yenisey-(Rusya-Arktik Okyanusu)
4-Missisippi (ABD-Kanada)	9-Lake Chad Basin (Nijer-	16-Lena(Rusya)
5-St Lawrence-(ABD)	10- Kongo-(Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Kongo Cumhuriyeti ve Orta Afrika Cumhuriyeti)	17-Kolyma-(Sibirya-Rusya)
GÜNEY AMERİKA	11-Nil (Mısır, Sudan, Burundi, Ruanda, Kongo, Tanzanya, Kenya, Uganda ve Etiyopya)	18-Amur (Rusya-Çin Mançurya)
6-Amazon-(Peru-KolombiyaBrezilya-Bolivya Ekvador-Veneruela)	12-Zamberi (Zambiya-Zimbabve-Mozambbik)	19-Gani (Hindistan-Bangladeş) / Brahmaputra (Nepal-Bangladeş
7-Parana (Brezilya-ArjantinParaguay)	26-Orange (Lesotho, Güney Afrika Cumhuriyeti	20-Yangtze-(Çin)
	24-Fırat-Dicle (Türkiye-Suriye-Irak/TürkiyeIrak	21-Murray Darling (Avustralya)
		22-Huang He(Sarı Nehir (Çin)

Şekil 2.9: Büyük nehir havzaları ve ülkeler (Turan ve Bayrakdar, 2020).

Su miktarının nüfusa göre dağılımındaki denge sorunu, dünya çapında olduğu gibi Türkiye'de de mevcuttur. Havzalardan yararlanan nüfus ile havzalardaki akış miktarı arasında bir orantı sorunu vardır. Türkiye'de toplam nüfusun %28'i Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır ve bu bölgedeki havzalar toplam akışın yalnızca %4'lük kısmını oluşturmaktadır (Aküzüm ve diğ., 2010).

Şekil 2.10'da Türkiye'deki su havzaları gösterilmiştir. Türkiye'deki su kaynaklarının gelişim seyrinin incelenmesi drenaj sahaları vasıtasıyla yapılmakta ve su alanları 25 havzaya ayrılmaktadır. Akarsularından faydalanılabilir su miktarı 95 km³, yeraltı su rezervleri 13,66 km³ olup böylece yerüstü ve yeraltı toplam yararlanılabilir su miktarı 108,66 km³'tür (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı/ Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü/ Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2017).



Şekil 2.10: Türkiye su havzaları haritası (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019).

1.2.5.1. Tuzlu Su Ekosistemleri

Dünya yüzeyinin yaklaşık olarak %70'ini oluşturan denizler; yeryüzünde kapladıkları 1,338 milyar km³ hacim ile yeryüzündeki su varlığının %96,5'ini oluşturmaktadır (Msxlabs, 2015). Tuzlu su ekosistemleri canlılar için bir yaşam alanıdır. Ancak, iklim değişikleri ile beraber sucul ekosistemlerin de aşırı ısınması, balık sayısının azalmasına, planktonik canlıların zarara uğramasına, bazı canlı türlerinin göç etmesine ve bu durumda da sucul alanlarda besin zincirinde kopmalara sebebiyet vermektedir (Anonim, 2004a). Sahip oldukları canlı ve cansız kaynaklar ile turizm, balıkçılık, gıda, enerji, taşımacılık gibi pek çok sektöre hayat veren denizel ekosistemler aynı zamanda iklimsel değişkenlerin dengede olmalarında rol almaktadır (TÜBİTAK, 2020). Tuzlu su ekosistemleri için yapılmış bir çok çalışma vardır. Örneğin, Sivri ve diğ., (2009), İstanbul'un güneybatı sahilindeki yüzey sularının bakteriyolojik su kalitesini ve enterik bakterilerin oluşumunu CBS aracılığıyla incelemiştir. Bu çalışma ile denizdeki enterik bakterilerin mekansal dağılımını daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Aynı zamanda su kalitesi modelleme çalışmaları için girdi verilerinin belirlenmesi ve sağlanmasının ilk adımları olarak da kullanılabileği sonucu çıkarılmıştır.

1.2.5.2. Tatlı Su Ekosistemleri

Dünya yüzeyinin 3/4'ü sularla kaplı olsa da insanoğlunun kullanımına uygun tatlı su miktarı oldukça sınırlıdır. Yeryüzündeki toplam tatlı su miktarı yaklaşık olarak 35 milyon km^3'tür

ancak bunun yalnızca %0,3'ü yani oda yaklaşık olarak 105.000 km^3 ile ekosistemdeki canlıların kullanımına uygun tatlı su kaynaklarından meydana gelmektedir. Geri kalan tatlı sular yeraltı kaynaklarında, kutuplarda ve yüksek dağlardaki buzullarda bulunmaktadır (Muluk ve diğ., 2014).

İyi kalitede ve yeterli miktardaki su kaynaklarının varlığı insanoğlu ve diğer canlı türlerinin geleceği için büyük önem taşımaktadır. Sucul alanlar üzerindeki baskı gün geçtikte artmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık 1,2 milyarı su sıkıntısı olan yerleşim yerlerinde yaşamaktayken, bu rakamların 2025 yılında neredeyse üçte iki seviyesine çıkabileceği öngörülmektedir (WWF, 2014).

1.2.5.3. Atıksu Alanları

İnsanların kullanmış olduğu yüzeysel ve yeraltı sularına, atıksu ya da iyi arıtılmamış atıksuların karışması ile çok önemli sağlık tehditleri ortaya çıkmaktadır. İnsanlara güvenilir içme suyu kaynakları sağlanması için atıksu arıtımının iyi yapılması gerekmektedir (Üçüncü, 2019).

Arıtma proseslerinden geçerek arıtılan atıksuların tarımsal sulama, kentsel, endüstriyel ve çevresel gibi çeşitli kullanım amaçları mevcuttur. Arıtılmış atıksuların kentsel amaçlı olarak; araba yıkama, yangın söndürme, sifon suyu, toz kontrolü, kar eritme kullanımları örnek verilebilir. Çevresel amaçlı kullanımlarına örnek olarak; yapay sulak alanları, kıyı yaşam alanlarının oluşturulması söylenebilir. Proses suyu, kazan besleme suyu ve soğutma suyu endüstriyel kullanımlarına örnek olarak gösterilebilir (Bixio ve diğ., 2016; Hansen ve diğ., 2016).

Arıtma proseslerin arıtım derecesi atıksuların tekrar kullanılmasında önemli olmaktadır. Örneğin, endüstriyel amaçlı kullanım durumunda daha iyi bir arıtım sağlamak amacı ile kimyasal oksidasyon, membran teknolojileri, iyon değiştirme gibi ileri arıtım yöntemleri kullanılması gerekebilir (Yuan ve He, 2016; Baresel ve diğ., 2016).

1.2.5.4. Acı Su Ekosistemleri

Tatlı su ve deniz suyunun karıştığı sucul alanlar acı su olarak adlandırılmaktadır. Yeryüzünde kaynaklarına göre sular TÇM değerlerinde değişiklik göstermektedir. Tatlı su kaynakları için TÇM değeri 1500 mg/L ile üst sınır olmaktadır. Acı su kaynakları 1000 mg/L ile 5000 mg/L TÇM değerine sahip olabilmektedir. 5000 mg/L ile 15000 mg/L TÇM değerindeki su

kaynakları ise çok acı su ve bu sınırdan daha fazla TÇM değeri içeren kaynaklar ise tuzlu su olarak adlandırılmaktadır (Cüce, 2020).

1.2.5.5. Özel Sucul Ekosistemler

Sulak alanlar ve lagüner ortamlar ekosistem için önem taşıyan ve birçok görevi olan özel alanlardır. Kıyısal lagünler deniz ve kara arasında yer almasından dolayı denizel ve karasal faktörlerin etkisi altında olmakta ve tatlı su ve deniz suyu alanları için bir geçiş bölgesi olmaktadır. Kimyasal ve fiziksel çevre şartlarına göre lagüner sistemlerin ekolojik yapısı değişiklik göstermektedir (Gilabert, 2001). Tatlı su, deniz suyu ve karasal biyotoplar için bir geçiş bölgesi de olmasından dolayı jeolojik ve hidrolojik sebepler ile abiyotik yapıları değişime uğrayabilmektedir (Tagliapietra ve Ghirardini, 2006).

Mevsim, rüzgar ve gelgit durumuna bağlı olarak lagüner sistemlerde suyun yer değişimi olmaktadır. Mevsim ya da günlere bağlı olarak göllerdeki derinlik değişmektedir. Işık geçirgenliği dipteki bazı canlıların fotosentez yapabilmesine imkan sağlayacak kadar yüksektir. Göle karışan tatlı su ya da tuzlu su miktarı ve mevsimsel şartlar lagünlerin tuzluluğunu etkileyen unsurlar olmaktadır. Özellikle sıcak havalarda tuzluluk miktarı artarken, yağışlı dönemlerde tuzluluk miktarı azalmaktadır. Bazı lagüner sistemler tuzluluk tabakalaşması görülebilmektedir. Bu durum yoğunluğu birbirinden farklı olan tatlı su ve tuzlu sudan kaynaklanmaktadır. Tuzluluk tabakalaşması suların durgun olmasına, bentik bölgelerde oksijen azlığı ve hidrojen sülfür birikimine sebep olabilmektedir (Remane ve Schlieper, 1971; Kjerfve, 1994). Türkiye'de kıyısal bölgelerde toplam 72 lagün yer almaktadır ve toplam kıyı uzunluğu 7.186 km'dir. Türkiye'de lagünlerin kıyısal alanlarda kapladığı yer 60.000 hektar olup, bunların %40'ı Ege kıyıları, %24'ü Akdeniz kıyıları, %19'u Karadeniz kıyıları ve %17'si Marmara kıyılarında yer almaktadır (TÜGEM, 1997).



Şekil 2.11: Akyatan Lagününün uydu görüntüsü (Çelik ve diğ., 2013).

Yapılan bir çalışmada, 1990-2010 yılları arasında Akyatan Lagünü'nün (Şekil 2.11) alanında %6'lık bir azalma olduğu görülmüştür. Akyatan Lagünü'nün "Ramsar Alanı", "Yaban Hayatı Geliştirme ve Koruma Sahası" ve "doğal sit" statüsüne sahip olmasına karşın yeterince korunamadığı tespit edilmiştir (Çelik ve diğ., 2013). Polat ve diğ., (1995)'nin Akyatan Lagünü'nde yaptıkları araştırmada fitoplanktonik organizmaya ait 65 takson bulunmuştur ve sırasıyla 35 taksonu *Bacillariophyta,* 10 taksonu *Cyanophyta*, 9 taksonu *Chlorophyta*, 9 taksonu *Dinophyta* ve 2 taksonu *Euglenophyta* türlerinden oluştuğu tespit edilmiştir.

Kara ve sucul ekosistemlerin kesişim bölgesi olan kıyılar insanların ilgi duyduğu ve her türlü faaliyetlerle yararlandığı bir ortak kullanım alanı olmasıyla büyük öneme sahiphir. Hızlı nüfus artışı, endüstrileşme, turizm ve ulaşım gibi faktörler kıyısal alanların yoğun kullanılmasına sebebiyet vermiştir (Garipoğlu ve Uzun, 2014).

Dünya nüfusunun gittikçe artması ve bu nüfus artışı ile ortaya çıkan faaliyetlerin yoğun baskısı sonucunda, kıyısal alanlar sürekli değişime uğramıştır. Kıyısal alanların önemli özelliklerinden biri de mevsimsel, yıllık veya günlük dönemlere göre değişime uğramasıdır. Bu değişimlerin tespit edilebilmesi açısından, belirli bölgelerin belirli zaman ve periyotlarla izlenmesi gerekmektedir (Dellepiane ve diğ., 2004; Alesheikh ve diğ., 2004). Örneğin Kalkan ve Altuğ (2013), Güllük Körfezi kıyısal alanında bir çalışma yapmıştır. Bu bölgede belirlenen

istasyonlardan alınıp incelenen yüzeysel sular çeşitli çevresel parametreler ile değerlendirilerek değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

2.2. BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Bibliyometrik bir analiz, mevcut araştırma literatürünün kapsamını, araştırma faaliyetindeki eğilimleri ve kalıpları inceler (Grant ve Booth, 2009; Levac ve diğ., 2010). Bibliometrik analizler, belirli bir alandaki literatüre ulusal ve uluslararası katkıların bir ölçüsünü sağlamada ve uluslararası işbirliğinin kalıplarını sağlamada etkilidir ve yüksek araştırma aktivitesi olan alanları tanımlayan ve gelecekteki çalışmalar için araştırma boşluklarını belirlemeye yardımcı olan bir yöntemdir (van Raan, 2014; Wallin, 2005; Mendis ve diğ., 2015; Ellegaard ve Wallin, 2015).

Bibliyometri, yazarlık, kaynaklar, konular, coğrafi kökenler ve alıntılar gibi yayın özelliklerini araştırarak araştırma performansını artırmak veya araştırma eğilimlerini değerlendirmek için çeşitli alanlarda geniş uygulamalara sahiptir (Small, 2003). 1960'tan beri Kıyı ve Nehir Ağzı Araştırma Federasyonu tarafından yayınlanan "haliçler ve kıyılar" için bibliyometrik analiz yapılmıştır ve verilerin bibliyografik analizi 1992–2005 döneminde Science Citation Index Expanded (SCI-Expanded) çevrimiçi versiyonu ile derlenmiştir (Fourqurean ve diğ., 2008).

1991-2007 yılları arasında içme suyu alanında kurşunla ilgili küresel araştırmayı belirlemek ve aynı zamanda araştırma eğilimlerini daha iyi anlamak için Institute of Scientific Information (ISI) tarafından yayınlanan Science Citation Index'e (SCI) dayalı bir bibliyometrik analiz yapılmıştır (Hu ve diğ., 2010).

2.2.1. Bibliyometrik Analizde Kullanılan Veri Tabanları

Kitap, makale ve diğer yayınların istatiksel analizi yapılırken çeşitli veri tabanları kuıllanılmaktadır. Çeşitli nitelikleri olan veri tabanları ile araştırmacılara birçok imkan sağlamaktadır. Bibliyografik veri tabanları bu nedenle, bilimsel çalışmaların haritalandırmasının değerlendirildiği çalışmalarda oldukça önemlidir. Bibliyografik araştırma çalışmalarında sıklıkla kullanılan veri tabanları mevcuttur. Scopus, Google Akademik (GS), Microsoft Academic (MA), Education Resources Information Center (ERIC) ve Web of Science (WoS) veri tabanları bunlardan bazılarıdır (Karagöz ve Şeref, 2020).

Scopus, Elsevier Yayınevi tarafından 2004 yılından itibaren bilim dünyasına sunulmuş ve yararlanılmaya başlanmıştır. Sosyal bilimler, fen bilimleri, tıp, sanat, insani bilimler ve teknoloji gibi farklı alanları içermekte ve hakemli dergi sayısı açısından en geniş veri tabanı olması ile önemli bir konumdadır (Taşkın ve diğ., 2016). Scopus, küresel çapta 21.915 dergi, 57 milyon yayın ve 5000 yayıncıyı içermektedir (Elsevier, 2015). Akademik kitaplar, ticari yayınlar ve konferans bildirileri gibi yayın türlerini de içeriğine ekleyerek geçmişten günümüze gelişme kaydetmiştir (Rew, 2013). 2020 yılında ise, 75 milyon yayın, 24.600 dergi ve 5000'den fazla yayıncıyı içererek (Elsevier, 2020), Scopus'un son 5 yılda içeriğini geliştirdiği görülmüştür. Bu nedenle bu tez çalışmasında Scopus veri tabanından yararlanılmıştır.

Türkiye'de Scopus TÜBİTAK ULAKBİM'in EKUAL projesi çerçevesinde; vakıf üniversiteler, devlet üniversiteleri, KKTC üniversiteleri, harp akademisi, harp okulları, polis akademisi ve TÜBİTAK gibi kuruluşlar kullanmaktadır (ULAKBİM, 2015).

2.2.2. Bibliyometrik Analizde Görselleştirme Yaklaşımı

Metin madenciliği bir veri yığını içindeki verilerin özelliklerinin ortaya çıkarılması, kümelenmelerinin sağlanması, sınıflandırmalarının gerçekleştirilmesi, özetlenmelerinin sağlanması, trend analizinin ortaya çıkarılması ve görselleştirmelerinin yapılması amacıyla kullanılan (Karanikas, 2002) temeli anahtar kelimelerin kaç kez tekrar ettiği bağlamında hesaplanan frekansın sunulduğu uygulamalardır. Metin madenciliği ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalardan biri olarak bibliyometrik analiz, araştırma bulgularının sunulması açısından bir hayli öneme sahip olduğu karşımıza çıkmaktadır. (Temizkan, 2015). Bu bulgular, anahtar kelimeler, yazar sayısı, atıf ve araştırma konusu gibi verileri içerebilmektedir. Metin madenciliği uygulamalarının daha iyi anlaşılması için, bibliyometrik analize ilişkin detaylı bir tanımlama yapmak ve özelliklerini belirlemek önemlidir.

Bibliyometrik verilerin görselleştirilmesi çalışmalarında bibliyometrik yazılım araçları büyük önem taşımaktadır. Bibliyometrik analizlerde görselleştirme yaklaşımı bağlamında mesafe tabanlı ve grafik tabanlı yaklaşım harita türleri kullanılmaktadır (Garfield, 2009). Araştırmacının kendi araştırma sorularındaki hedeflenen analizlere yönelik grafik tabanlı veya mesafe tabanlı haritalardan faydalanmalıdır. Veriler arasındaki ilişkilerin araştırma problemi olduğu durumlarda mesafe tabanlı haritalar kullanılabilecek iken, sadece mevcut verilerin

ortaya konulmasının amaçlandığı çalışmalarda da grafik tabanlı haritaların kullanıldığı bibliyometrik analizlerden yararlanılmaktadır. Mesafe tabanlı ve grafik tabanlı haritalar oluşturmak için farklı haritalandırma teknikleri bulunmaktadır. Grafik tabanlı haritalama için Kamada–Kawai, Fruchterman–Reingold ve Pathfinder ağları gibi teknikler bulunurken, mesafe tabanlı haritalama için çok boyutlu ölçekleme, VOS, VxOrd, Kopcsa–Schiebel gibi teknikler bulunmaktadır (Artsın, 2020).

Metin madenciliği araçlarından biri olan VOSviewer® programı ile gerçekleştirilen birçok çalışma bulunmaktadır. Ortak yazarlık, bibliyografik eşleştirme, ortak alıntı ağları ve bibliyometrik ağların analizi (Perianes ve diğ., 2016), yayınların ve dergilerin atıf ilişkileri arasındaki iş birliğinin analizi (Van Eck ve diğ., 2011) ve çok kriterli karar verme ile ilgili yayınların bibliyometrik analizi (Yu ve diğ., 2018) ve sosyal paylaşım web sitelerinin, öğrencilerin akademik performansı üzerindeki etkisinin incelendiği (Doleck, 2018) bibliyometrik analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. VOSviewer®'da gerçekleştirilen çalışmalarda veri seti farklı dosya formatlarında yüklenebilmektedir. Yayın, dergi ve araştırmacılara ait ağların görsel olarak sunulması VOSviewer® programı ile sağlanmaktadır (Zan, 2019).

Türkiye'de VOSviewer® programı kullanılarak birçok bibliyometrik analiz çalışması yapılmıştır. Örneğin, küresel araştırma eğilimleri hakkında bibliyometrik analizin sunulmasında belirlenen sucul alanlardan elde edilen veriler, VOSviewer® üzerinden sosyal ağ analizi kullanılarak görselleştirilmiş ve yorumlanmıştır (Akduman ve diğ., 2020).

2.2.3. Bibliyometrik Analiz Yöntemi ile Yapılmış Çalışmalar

Bibliyometrik analiz yöntemi ile yapılmış olan Journal of the American Chemical Society dergisinde yayınlanan makalelerin kaynakçalarının değerlendirildiği ilk atıf analizi çalışması 1927 yılında yayınlanmıştır. Elde edilen veriler ile ABD'deki bir kolej kütüphanesi için çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Al ve Tonta, 2004).

Ülkemizde, 1970 yılında Ahmet Kemal Özinönü'nün yayınlamış olduğu "Growth in Turkish positive basic sciences" isimli kitap, bu alanda yapılmış çalışmaların ilki olma özelliğini taşımaktadır. Bu çalışma ile Türkiye'deki bibliyometri çalışmalarının fizik, biyoloji, kimya, yer bilimleri ve matematik ve yer bilimleri dallarındaki bilimsel verimliliği değerlendirilmiştir (Al, 2008).

Bibliyometrik analiz yöntemi ile birçok çalışma daha yapılmıştır. Sweileh ve diğ., (2016), 1980-2015 yılları arasında belirlenen alandaki mevcut sorunları ve gelecekteki araştırma eğilimlerini anlamak için içme suyu ve rekreasyon suyu ile ilgili yayınları bibliyometrik analiz yöntemi ile sağlık açısından değerlendirmişlerdir. Elde edilen veriler VOSviewer® kullanılarak görsel hale getirilmiş ve yorumlanmıştır.

Yapılan bir çalışmada, 13 Orta Doğu Arap (MEA) ülkesinden kaynaklanan araştırma verimliliği toksikoloji dergilerinde yayınlanan makaleler ile analiz edilmiştir. Yöntemler 1 Ocak 2003 tarihi ile 31 Aralık 2012 tarihi arasında olan veriler, 13 MEA ülkesinden herhangi birinde bir "kaynak başlık" olarak toksikoloji alanında belirli kelimeler ile arama yapılmıştır. Araştırma verimliliği, diğer bibliyometrik çalışmalarda geliştirilen ve kullanılan bir metodolojiye göre değerlendirilmiştir (Zyoud, 2014).

Dezenfeksiyon işlemi sırasında üretilen toksik etkisi olan dezenfeksiyon yan ürünleri (DBP'ler) ile ilgili Web of Science'tan Genişletilmiş Science Citation Index'e dayanarak bir çalışma yapılmıştır. Mevcut durumu ve eğilimi analiz etmek için içme suyundaki DBP'ler hakkında 1975'ten 2018'e kadar toplam 3570 yayın belirlenmiştir. Bu derleme, yayınların sayısını, çok alıntı yapılan makaleleri, araştırma alanlarını, yazarları, önde gelen ülkeleri ve kurumları vurgulamaktadır (Tang ve diğ., 2020). Çalışma toksisite ve insan sağlığı açısından yorumlanmıştır.

Nanopartiküllerin (NP'ler) çeşitli endüstriyel, biyomedikal ve tüketici uygulamalarındaki avantajları nedeniyle, kasıtlı olarak (tıpta olduğu gibi) veya kasıtsız olarak (çevreye maruz kalma) insan vücuduna girmektedirler. Bununla birlikte, bugüne kadar NP'lerin zararlı etkileri, özellikle üreme ve gelişim toksisitesinde hala belirsizdir. Bu çalışmada, Web of Science veri tabanına dayanarak 2006'dan Aralık 2016'ya kadar NP'lerin üreme ve gelişimsel toksisitesi ile ilgili 266 makale araştırılmıştır. Bibliyometrik analize göre, Çin ve ABD'nin bu alanda önde gelen ülkeler olduğu görülmüştür (Wang ve diğ., 2017).

Digoksin toksisite araştırmalarındaki eğilimleri, köklü kalitatif ve kantitatif bibliyometrik göstergeler kullanarak değerlendirmek için yapılan çalışma, Scopus'ta indekslenmiş yayınlara dayanmaktadır. 1849-2015 yılları arasında digoksin toksisitesi konusuna atıfta bulunan makaleler; doküman türü, yayın dili, ülkeler / bölgeler, kurumlar, dergi, etki faktörleri, toplam

atıf sayısı, h-indeksi, yayın başına ortalama atıf sayısı gibi alt başlıklar halinde kategorize edilmiş ve yorumlanmıştır (Zyoud ve diğ., 2018).

2.2.4. Araştırma Makalelerinin Yayınlandığı Dergilerin Q Değeri

Bilimsel dergiler, yayınlanacak makalelerin bilimsel iletişim yönünden belirli plan ve işleve göre düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu şekilde, bilimsel yönden içerik, düzen ve yöntem gibi bazı kuralların oluşumuna da global düzeyde katkı sağlamaktadır (Köksoy, 1997).

Günümüzde etki faktörü, H indeks, atıf yarı ömrü, acil indeks, Eigenfaktör skor, dergilerin Q değerleri gibi çeşitli analitik kaynaklar kullanılmaktadır (Asan ve Aslan, 2020). Bu analitik kaynaklar ile dergilerin kaliteleri hakkında çeşitli istatistiki bilgiler elde edilebilmektedir.

Bilimsel dergilerin, yazarların ve kurumların çıktılarını ölçmek için çeşitli analitik kaynaklar kullanılır. Bunlardan en bilinenlerinden biri dergilerin etki faktörüdür (IF). Etki faktörü terimi, sonraki yıllarda bir dergide tam metin veya derleme makalelere göre yayınlanan tam metin ve derleme makalelerin atıfları ile ilgilidir. Etki faktörünün hesaplanması, bilimsel derginin son üç yıldaki performansına dayanmaktadır. Q değeri, İngilizce "çeyrek" kelimesinden türetilmiştir ve çeyrek anlamına gelir. Bir derginin Q skorunu hesaplamak için o dergide yer alan kategoride yer alan dergi sayısının bilinmesi gerekmektedir (Asan ve Aslan, 2020).

Scopus, SciFinder, Google Scholar, CrossRef, BIOSIS gibi veri tabanları dergi kalitesini değerlendirmek amacıyla “usage factor, hit rates, y factor, prestige factor, h-index, immedicacy index vb.” faktörleri tanımlamıştır (Özmen, 2007). Dergiler her yıl farklı konu başlıkları altında kendi aralarında sıralanmakta ve sıralamada ilk %25'lik çeyrekte yer alan dergiler Q1, ikinci çeyrektekiler Q2, üçüncü çeyrektekiler Q3 ve son çeyrektekiler ise Q4 dergileri olarak JCR'de etki faktörlerine göre gruplandırılmıştır (Tonta, 2017).

Yapılan çalışmada, tespit edilen dergilerin Q etki faktörü sıralamasını yapan Elsevier’in bir ürünü olan Scimago Journal & Country Rank (SJR)’den yararlanılmıştır (www.scimagojr.com). Buna göre Q1 kategorisi derginin en önemli birinci, Q2 kategorisi derginin en önemli ikinci, Q3 kategorisi derginin en önemli üçüncü ve Q4 kategorisi ise derginin en az bilgi ürettiği değer grubunu temsil etmektedir.

2.2.5. Tez Konusu ile ilgili Olarak Yapılmış Benzer Çalışmalar

Çevresel risk değerlendirmeleri ve su kalite kontrol uygulamalarında ekotoksisitenin tespit edilebilmesi için biyoanaliz çalışmalarının yapılması önem taşımaktadır (Aydın ve diğ., 2000). Scopus arama motorunda yapılan araştırmaya göre Çevre Bilimleri alanında toksisite ile ilgili derleme çalışmalarının sayısı oldukça fazla olduğu görülmektedir.

Türkiye'de sucul alanlarda (nehir, akarsular, deniz, göl vb.) 1999-2019 yılları arasında yayınlanan "bakteriyolojik su kalitesi" ile ilgili yapılmış çalışmaların bibliyometrik analizi yapılmıştır (Akduman ve diğ., 2020). Türkiye sucul alanlarında yapılan bakteriyolojik su kalitesi ile ilgili global ölçekte nitelikli bilimsel dergilerde yayınlanmış çalışmaların, bibliyometrik analizlerinde 44 adet makale tespit edilmiş ve sonuçlar ağ analizleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Organoklorlu pestisitler (OCP'ler) kimyasal sınıfı toksiktir ve hava ya da su yoluyla uzun menzilli taşıma kabiliyetlerinden dolayı, insan ve genel olarak ekosistem üzerinde çeşitli olumsuz etkilere neden olmaktadır (Feng ve diğ., 2011; Wu ve diğ., 2015). Ekosistem bileşenlerindeki organoklorlu pestisitlerin (OCP'ler) analizi, muhtemelen endokrin bozucu özelliklerinden dolayı çevre bilimciler arasında önemli bir niş alan olmuştur. Çeşitli bibliyometrik endeksleri kullanarak 1992'den 2018'e kadar OCP araştırmalarının küresel araştırma verimliliğini değerlendirilmiş biyolojik ve çevresel matrislerde OCP araştırmalarına odaklanan toplam 2326 makale Web of Science'tan (WoS) alınmıştır. WoS'den indirilebilen OCP araştırmalarıyla ilgili inceleme ve araştırma makaleleri, küresel yıllık çıktılar, ülke ve yazarın üretkenliği, uluslararası ilişki ağları açısından değerlendirilmiştir (Olisah ve diğ., 2019).

2015-2019 yılları arasında Dünya çapında "Tarım ve Biyolojik Bilimler" ve "Çevre Bilimleri" olmak üzere iki araştırma alanında yayınlanan su ekosistemlerinde "Antibiyotik Direnci" ve "*Escherichia coli*" ile ilgili konularda anahtar sözcüklerin kullanıldığı çalışmalar belirlenmiştir (Şahin ve diğ., 2020). Bibliyometrik analiz yöntemi ile yapılan çalışmada 2115 makale incelenmiştir.

2000-2014 yılları arasında yayınlanan ve farmasötik karışımların olumsuz etkilerini ele alan 57 çevresel ve insan toksikolojisi çalışmasının güncel bir derlemesinde, farmasötik karışımların farklı biyolojik sistemlere etkilerine ilişkin deneylerin tasarımı ve sonuçların

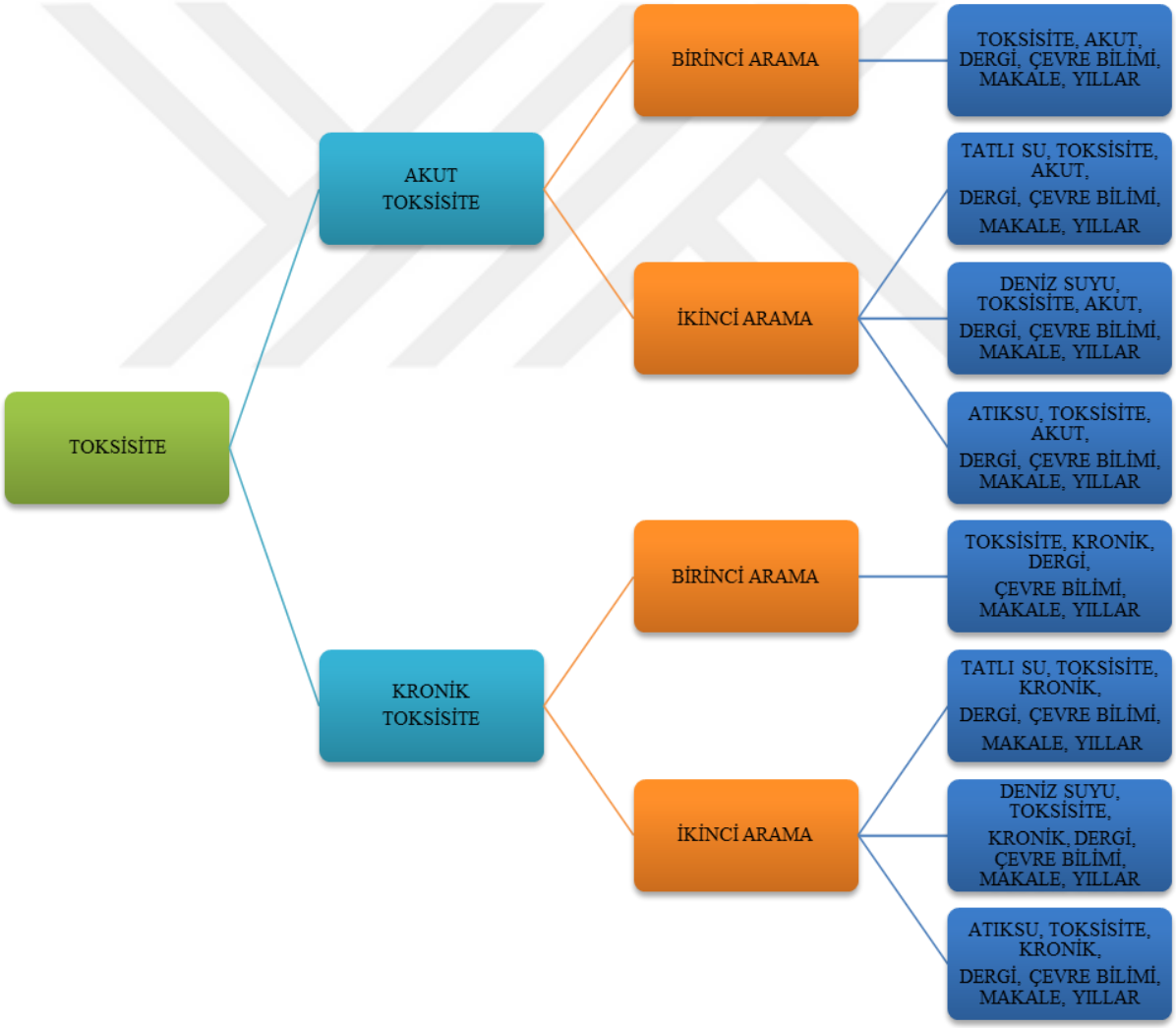
analizi ile ilgili temel zorluklar bu çalışmada sunulmakta ve tartışılmaktadır (Vasquez ve diğ., 2014).

Lityum toksisitesi alanındaki küresel araştırma eğilimlerini değerlendirmek için bibliyometrik yaklaşımlar kullanarak lityum toksisitesiyle ilgili yayınların derlendiği çalışmada, en çok çalışma yapan ülke ABD (%25,38) olmuş, ardından İngiltere (%7,82), Fransa (%6,85) ve Kanada (%3,55) diğer çalışma yapan ülkeler olmuştur (Zyoud ve diğ.,2017).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 ÇALIŞMA METODOLOJİSİ VE İŞ AKIŞI

Bu çalışmada, arama motoru Scopus (https://www.scopus.com) kullanılarak, 2015-2020 yılları arasında Çevre Bilimi ile ilgili akut ve kronik toksisite çalışmalarını tespit etmek amaçlanmıştır. Toksisite çalışmalarının tespit edilmesinde önceden belirlenmiş anahtar kelimeler kullanılmıştır. Şekil 3.1'de çalışmanın iş akışı görülmektedir.



Şekil 3.1: Akut ve kronik toksisite çalışmaları ile ilgili yapılan araştırmanın iş akışı.

Şekil 3.1'de görüldüğü gibi hem akut toksisite hem de kronik toksisite araştırmasında 2 adım izlenmiştir. Birinci adımda, akut ve kronik toksisite ile ilgili "Toksisite", "Akut/Kronik", "Dergi", "Çevre Bilimi", "Makale" ve "Yıllar" anahtar kelimeleri ama özellikle uluslararası çalışmaların belirlenmesi için İngilizce karşılıkları kullanılarak genel bir arama yapılmıştır. İkinci adımda ise akut ve kronik toksisite ile ilgili "Toksisite", "Akut/Kronik", "Dergi", "Çevre Bilimi", "Makale", "Yıllar", "Tatlı su", "Tuzlu su" ve "Atıksu" anahtar kelimeleri kullanılarak daha özel bir arama yapılmıştır. Birinci ve ikinci aramayı birbirinden ayıran temel fark ikinci aramada çalışma ortamlarının tatlı su, tuzlu su ve atıksu özelinde olmasıdır. Çalışma iki adımda gerçekleştirilerek akut ve kronik toksisite bilimsel çalışmalarının daha geniş bir yelpazede yorumlanabilmesi sağlanmıştır.

3.2. AKUT VE KRONİK TOKSİSİTE ARAMA KRİTERLERİ

Akut ve kronik toksisite çalışması için iki ayrı arama adımı belirlenmiştir. Birinci arama ikinci aramanın bir üst kümesidir yani bir diğer ifade ile birinci arama ikinci aramayı kapsamaktadır.

Birinci adımda, akut ve kronik toksisite ile ilgili genel bir arama yapılmıştır. Akut/kronik, toksisite, Çevre Bilimi, dergi, makale, yıllar (acute/chronic toxicity, Environmental Science, journal, article, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019) anahtar kelimeleri kullanılarak genel bir arama yapılmıştır. Yapılan araştırma, özellikle Çevre Bilimi arama kriteri ile sınırlandırılmıştır. Çünkü Çevre Bilimi alanı altında akuatik ve atıksu ortamlarında yapılan akut ve kronik toksisite çalışmalarını tespit etmek amaçlanmıştır.

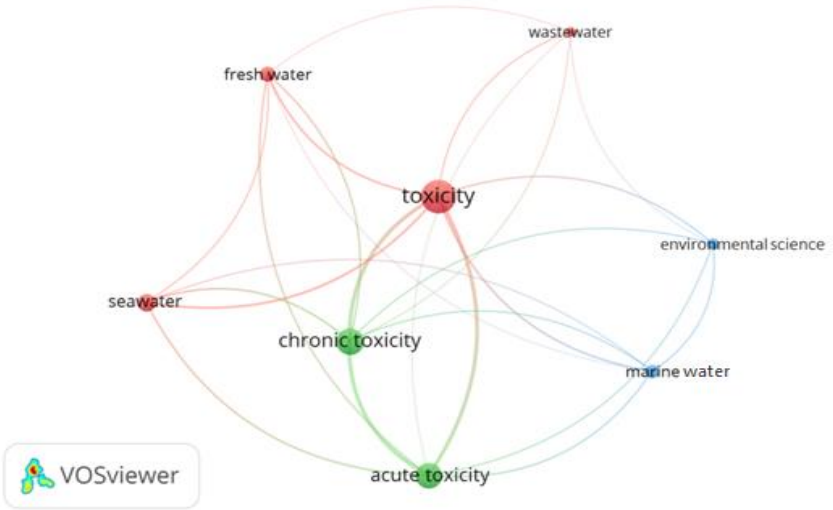
İkinci adımda, akut/kronik toksisite, Çevre Bilimi, dergi, makale, yıllar (acute/chronic, toxicity, Environmental Science, journal, article, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019) anahtar kelimeleri ile, tatlı su, tuzlu su ve atıksu ortamlarında (freshwater, seawater, marine water, wastewater) anahtar kelimeleri kullanılarak özel bir arama yapılmıştır.

Makale, Çevre Bilimi, dergi ve yıllar anahtar kelimeleri her iki aramada da kullanılmıştır. Çalışma 2015-2020 arasında yapılmış olan akut ve kronik toksisite çalışmalarını kapsamaktadır.

Verilerin kategorize edilmesinde, her iki aramada da sonuçların kapsamlı bir kontrolü yapılmıştır. Scopus arama motorunda bulunan veriler işlenirken Microsoft Excel® programından yararlanılmıştır. Böylece hata payı minimuma indirilmiş, araştırmalar sırasıyla kaydedilmiştir. Scopus arama motorunda ikinci arama için tanımlanan her makale, çalışma ortamı (tatlı su, tuzlu su ve atıksu), toksisite (akut/kronik), yazarlar, organizma, makale adı, dergi adı ve yıllar şeklinde kategorize edilmiştir.

3.2.1. Çalışmada Kullanılan Anahtar Kelimelerin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan anahtar kelimelerin her biri belirli sebeplerden dolayı seçilmiştir. Uluslararası çalışmalar hedeflendiğinden, yazım dili olarak İngilizce tercih edilmiş ve çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin de İngilizceleri üzerinden araştırma yapılmıştır. Akut ve kronik toksisite ile ilgili bir araştırma yapıldığı için "Acute", "Chronic" ve "Toxicity" anahtar kelimeleri seçilmiştir. Yapılan çalışmada "Çevre Bilimi" alanındaki toksisite çalışmalarını tespit etmek amaçlandığı için "Environmental Science" anabilim dalı ve araştırma dalının kümesi kullanılmıştır. Bu şekilde toksikolojinin farklı anabilim dallarında yürütülen çalışmalarından sıklıkla çalışmanın belirlendiği, tıp, kimya, farmakoloji gibi çalışma alanları kapsam dışı kalmıştır. Anahtar kelimelerin arasındaki ilişkiye bakarak ve bu ilişkinin istatistiksel olarak da anlamlılığını dikkate alarak anahtar kelime seçimi yapılmıştır. Şekil 3.2'de çalışmada kullanılan anahtar kelimeler arasındaki sosyal ilişki ağı gösterilmiştir.



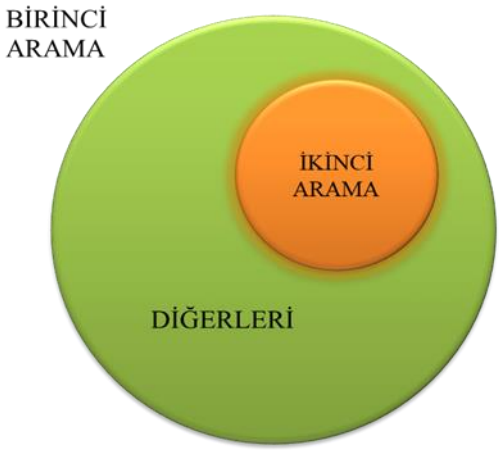
Şekil 3.2: Arama motorunda kullanılan anahtar kelimelerin ilişkisi (VOSviewer®).

Toksisite çalışmaları için, tatlı su, tuzlu su ve atıksu ortamları araştırılmıştır. Tatlı su ortamları için “Freshwater (FW)”, atıksu ortamları için “Wastewater (WW)” ve tuzlu su ortamları için “Marine water (MW)” ve “Seawater (SW)” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Tuzlu su ortamları için hem “marine water” hem de “seawater” anahtar kelimelerinin seçilmesiyle tuzlu su ortamlarında daha çok çalışma tespit etmek amaçlanmıştır. Yalnızca dergilerde yayınlanan çalışmaları incelemek için “Journal” arama kriteri kullanılarak kitap bölümleri, incelemeler, görüş bildirileri ve konferans bildirileri analiz dışı bırakılmıştır. “Article” arama kriteri ile yalnızca makale çalışmaları tespit edilmiş ve böylelikle derleme çalışmalarının kapsam dışı kalması sağlanmıştır. Çalışma, günümüze yakın ve güncel veriler sunmak adına “2015”, “2016”, “2017”, “2018” ve “2019” yılları ile sınırlandırılmıştır

3.2.2. Akut ve Kronik Toksisite ile ilgili Birinci Arama Kriterleri

Scopus ile yapılan birinci aramada, tüm ortamlar için sınırlayıcı anahtar kelimeler olarak “Toxicity” ve “Acute” veya “Chronic” kullanılmış, yıllara bağlı değişimin belirlenebilmesi için de “2015” veya “2016” veya “2017” veya “2018” veya “2019” seçilmiştir. Özellikle son dönemlerde yapılan toksisite çalışmaları ve bu çalışmalarda tercih edilen yöntemlerin belirlenebilmesi hedefli çalışmada, son 5 yıl dikkate alınmıştır. Dergi yayınları içerisinde “Journal” orijinal çalışmalar ve makalelelerin tespiti amacıyla “Article” veya “Original research” kelimelerinde arama yapılmıştır. Bilim dalı olarak farklı anabilim dalları yayınları ile karşılaşılmamasını sağlamak amaçlı olarak sadece “Environmental Science” kullanılmıştır.

Seçilen yıllar aralığı olarak; 2015-2020 yılları arasında akut ve kronik toksisite ile ilgili bulunan bilimsel çalışmalar, ortam sınırlaması olan ikinci araştırma için zemin oluşturarak yüzdesel veri elde etmeye yardımcı olmuştur. Kitap bölümleri, incelemeler, görüş bildirileri ve konferans bildirileri araştırma kabulleri gereği analiz dışı bırakılmıştır. Bu tez çalışmasındaki en önemli gerek şart; tarama yapılan yayındaki toksisite çalışmasının, mutlaka sucul ortamlardan örnek alınarak yürütülmüş olması kabulüdür.



Şekil 3.3: Birinci ve ikinci arama arasındaki ilişki kümesi.

Birinci aramadan elde edilen veriler ile, ikinci aramadan elde edilen verilerin farkı "Diğerleri" kategorisindeki çalışmaları oluşturmaktadır (Şekil 3.3). "Diğerleri" kategorisi, akut ve kronik toksisitede tatlı su, tuzlu su ve atıksu ortamları haricindeki çalışmalardan ve 3.2.4'te bahsi geçen analiz dışı bırakılan çalışmalardan oluşmaktadır.

3.2.3. Akut ve Kronik Toksisite ile ilgili İkinci Arama Kriterleri

Scopus ile yapılan ikinci aramada, anahtar kelimeler olarak "Toxicity" ve "Acute" veya "Chronic" veya tatlı su ortamları için "Freshwater" veya tuzlu su ortamları için "Marinewater/Seawater" veya atıksu ortamları için "Wastewater" kullanılmış, yıllar arasındaki değişimi gözlemleyebilmek adına "2015" veya "2016" veya "2017" veya "2018" veya "2019" yılları ile sınırlandırılmıştır. Dergi yayınları için "Journal", orijinal çalışmalar ve makalelelerin tespiti amacıyla "Article" veya "Original research" kelimelerinde arama yapılmıştır. Bilim dalı olarak farklı anabilim dalları yayınları ile karşılaşılmamasını sağlamak amaçlı olarak sadece "Environmental Science" kullanılmıştır. Kitap bölümleri, incelemeler, görüş bildirileri ve konferans bildirileri araştırma kabulleri gereği analiz dışı bırakılmıştır.

Tatlı su (FW), tuzlu su (SW-MW) ve atıksu (WW) sınırlayıcı kelimeleri kullanılmadan yapılan, bir diğer ifade ile ortam kısıtlaması olmadan yapılan akut ve kronik toksisite çalışmaları da diğerleri kategorisine dahil edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ayrı başlıklar halinde sıralanmıştır.

İkinci aramada Çevre Bilimi ile ilgili bazı anahtar kelimeler kullanılarak Scopus arama motorunda tanımlanan her makale çalışma ortamı (tatlı su, tuzlu su ve atıksu), toksisite (akut/kronik), yazarlar, organizma, makale adı, dergi adı ve yıllar şeklinde kategorize edilmiştir. Çalışma ortamlarına göre kategorize ederken, bazı çalışmalar iki ya da üç farklı ortamda gerçekleştiği fark edilmiştir. Bu çalışmalar tatlı su-tuzlu su (FW-MW-SW), tatlı su-atıksu (FW-WW), tatlı su-tuzlu su-atıksu (FW-MW-SW-WW) ve tuzlu su (MW-SW) şeklinde kategorize edilmiştir. Tuzlu su ortamında hem MW hem SW anahtar kelimeleri kullanılarak tuzlu su ortamı için daha çok veri elde edilmesi sağlanmıştır.

Hem birinci hem de ikinci aramada, makaleleri tespit etmek için "Article", yalnızca Çevre Bilimi ile ilgili çalışmaları tespit etmek için "Environmental Science" ve yine yalnızca dergilerde yayınlanan makaleleri tespit etmek için "Journal" arama kriterleri kullanılmıştır. Güncel veriler elde etmek adına son 5 yıl için "2015, 2016, 2017, 2018, 2019" yılları ile sınırlandırılması yine hem birinci hem de ikinci arama kriterlerinde geçerli olmuştur.

3.2.4. Çalışmada Analiz Dışı Bırakılan Makaleler için Kabuller

Yapılan çalışmada tespit edilen her makale bazı kabullere göre kategorize edilmiştir. Bu sebeple bazı çalışmalar bu kabullere uymadığından dolayı için analiz dışı bırakılmıştır. Bunlar sırasıyla; organizma kullanılmadan yapılmış çalışmalar, Çevre Bilimini yakından ilgilendirmeyen çalışmalar, bir veri tabanında araştırılmış sucul alandaki toksisite çalışmaları, kimyasal maddenin yalnızca organizmaya etkisi üzerine yapılan çalışmalar, kimyasal bileşiklerin yapısı ile ilgili çalışmalar, laboratuvar ortamında yapılmayan çalışmalar, derleme çalışmaları, organizmanın yapısı ile ilgili çalışmalar, araştırma ortamı su olmayan çalışmalar ve sucul alanda toksisite ile ilgili olmayan çalışmalardır.

Çevre Bilimini yakından ilgilendirmeyen çalışmalar kategorisinde, tıp, farmakoloji, kimya, biyoloji anabilim dallarında yapılmış çalışmalar bu tez konusuna dahil edilmemiştir. Örneğin; "Chronic in Vivo Effects of Repeated Exposure to Low Oral Doses of Tetrodotoxin: Preliminary Evidence of Nephrotoxicity and Cardiotoxicity" başlıklı çalışma, Farmakoloji anabilimi ile ilgili olduğu ve Çevre Bilimini kapsamadığı için diğerleri başlığına dahil edilmiştir.

"FW, WW, MW ve SW" anahtar kelimeleri ile yalnızca sucul alanlarda yapılan çalışmalar hedef alınmıştır. Ancak bazı çalışmalarda "FW, WW, SW ve MW" anahtar kelimeleri geçmiş

olsa da, bu çalışmalar bir sucul alandan örnek alınarak yapılmamış bir çalışma olduğu tespit edilmiştir. Araştırma ortamı su olmayan çalışmalar kategorisindeki çalışmalara verilebilecek en başarılı örnek; "Phosphogypsum as a soil Fertilizer: Ecotoxicity of Amended Soil and Elutriates to Bacteria, Invertebrates, Algae and Plants" dir. Yapılan bu çalışma toprak ortamında gerçekleştirilmiş bir toksisite çalışmasıdır. Araştırmalar toksisite ile ilgili olduğu halde toprak ortamında gerçekleştirilmiş bir çalışmadır. Yapılan çalışmada tespit edilen makalelerin sucul ortamdan örnek alınarak gerçekleştirilmesi çok önemli bir kriterdir.

"Article" arama kriteri ile yalnızca makale çalışmaları tespit etmek amaçlanmıştır ancak makalelerin her biri incelendiğinde içlerinde derleme çalışmalarının da olduğu görüşmüştür. Örneğin; "Ecophysiological perspectives on engineered nanomaterial toxicity in fish and crustaceans" başlıklı çalışma bir derleme çalışması olduğu için kapsam dışı bırakılmıştır.

Bir veritabanında araştırma toksisite ile ilgili araştırma yapılmış makaleler de kapsam dışı bırakılmıştır. Örneğin; "Using REACH for the EU Environmental Footprint: Building a Usable Ecotoxicity Database, Part I" adlı makalede "REACH " veri tabanında bulunan sucul ekotoksisite verileri üzerine bir çalışma yapılmıştır ve bu nedenle bu makale de kapsam dışı bırakılmıştır.

Tüm anahtar kelimelerin kullanılmasına rağmen, elde edilen çalışmalardan istenilen kriterlere uymayanlar kapsam dışı bırakılıp "Diğerleri" grubuna dahil edilmiştir.

3.2.5. Çalışmada Verilerin Görsel Olarak Sunulması

Verilerin görsel halde sunulması için Microsoft Excel® ve VOSviewer® programı kullanılmıştır. Akut ve kronik toksisite ile ilgili yapılan bu çalışmada Scopus arama motorundan elde edilen veriler Microsoft Excel® formatında kaydedilmiştir. Microsoft Excel® formatında bulunan veriler ise VOSviewer® programına aktarılarak görselleştirilmiş ve yorumlanmıştır. VOSviewer®, bibliyometrik ağların görselleştirilmesi için tasarlanmış bir bilimsel haritalama programıdır.

Yapılan çalışmada verilerin görsel olarak sunulmasında VOSviewer® analitik aracının version 1.6.16 sürümü kullanılmıştır. Teknikler içerisinde en iyi performansa sahip olan VOS analitik aracı olmasından dolayı (Van Eck ve diğ., 2010) yapılan çalışmada tercih edilmiştir. VOSviewer®, bibliyometrik ağların görsel olarak sunulmasını ve incelemesini VOS

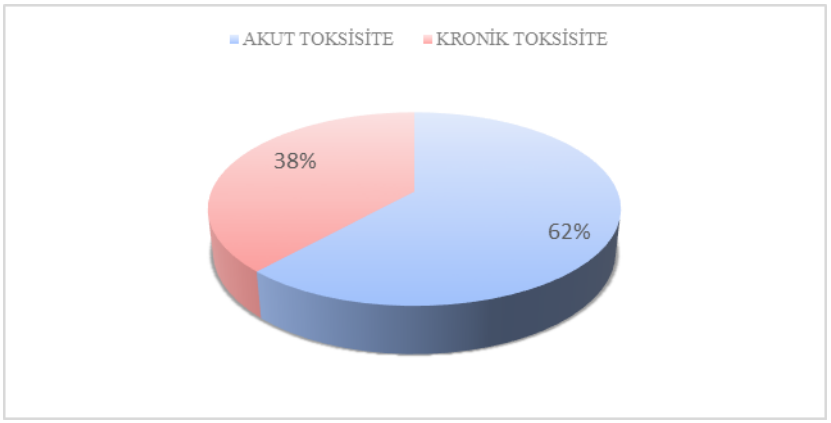
haritalama yöntemine kolay erişim sağlayarak desteklemektedir (Van Eck ve diğ., 2010). Görsellerin yorumlanması, haritadaki dairelerin büyüklüğü, kullanılan yazı tipi ve sınıf sayısını renk kümeleri ile belirtilmektedir. Daireler ile ilgili benzerlik ve ilişkinin yorumlanmasında, daireler arasındaki uzaklıkla sağlanmaktadır (Khalil ve Crawford, 2015).

4. BULGULAR

Çalışmada bulguların yorumlanabilmesi için; Scopus arama motorunda 2015-2020 yılları arasında tanımlanan her makale, çalışma ortamı (tatlı su, tuzlu su ve atıksu), toksisite (akut/kronik), yazarlar, organizma, makale adı, dergi adı ve yıllar şeklinde kategorize edilmiştir. Kategorizasyonun ardından; bulgular toksisite maruziyeti, çalışma ortamları, yıllar, test organizmaları, ülkeler ve yayınlanan dergilere göre alt başlıklar halinde sunulmuş ve yorumlanmıştır.

4.1. TOKSİSİTEDE MARUZİYETE GÖRE DAĞILIM

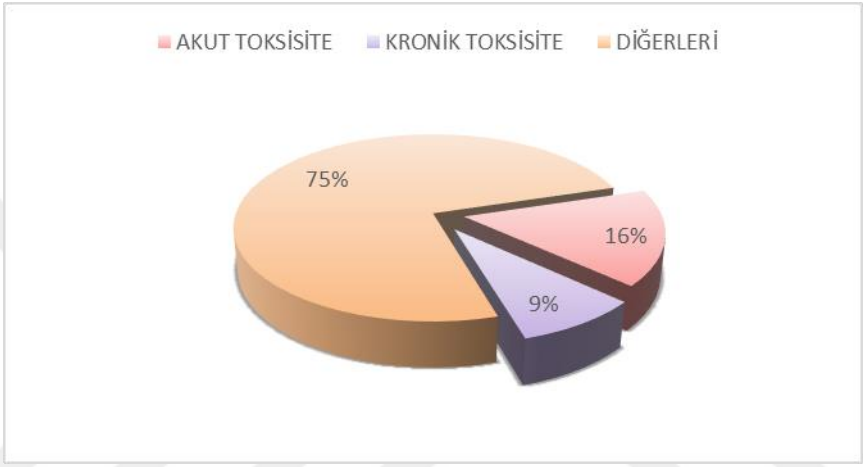
Çalışma toksisite maruziyetine göre akut ve kronik toksisite olarak sınıflandırılıp, yorumlanmıştır. Scopus araştırmasına dayanarak, akut ve kronik toksisite ile ilgili 2015-2020 yılları arasında yapılan birinci aramada, 7043 makale bulunmuş olup, bu makalelerin %62'si akut, %38'i kronik toksisite çalışmaları oluşturmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Akut ve kronik toksisite ile ilgili yapılan birinci arama.

Ortam sınırlaması yapılan ikinci aramada ise akut toksisite ile ilgili 1162 makale, kronik toksisite ile ilgili ise 613 makale tespit edilmiştir. (Şekil 4.2). Ancak, tespit edilen 7043 makalenin 5268 adedi, sucul ortamdan örnek alınmadan yapılan bir toksisite çalışması olması, organizma kullanılmadan yapılmış çalışmalar olması, Çevre Bilimi ile ilgisi olmayan çalışmalar olması, sucul alanda bir veri tabanında araştırılmış toksisite çalışmaları olması,

kimyasal maddenin yalnızca organizmaya etkisi üzerine yapılan çalışmalar olması, kimyasal bileşiklerin yapısı ile ilgili çalışmalar, laboratuvar ortamında yapılmayan çalışmalar, derleme çalışmaları, organizmanın yapısı ile ilgili çalışmalar, araştırma ortamı su olmayan çalışmalar ve sucul alanda toksisite ile ilgili olmayan çalışmalar olması sebepleri ile diğerleri kategorisine alınmıştır. Diğerleri kategorisindeki makalelerin 3186'sı akut toksisite, 2082'si kronik toksisite ile ilgilidir.



Şekil 4.2: Akut ve kronik toksisite ile ilgili yapılan ikinci arama.

Birinci aramada "FW, WW, SW ve MW" çalışma ortamı sınırlaması olmadığı için çok sayıda makale tespit edilmiştir. İkinci aramada çalışma ortamı sınırlaması olduğu için elde edilen makale sayısı birinci aramaya göre oldukça azdır. Birinci aramadan elde edilen makaleler ile ikinci aramadan elde edilen makaleler arasındaki fark "Diğerleri" kategorisine dahil edilmiştir. Ancak burada tek faktör çalışma ortamı kısıtlaması değildir. Çalışmalarda "Toxicity, acute, chronic, FW, WW, SW ve MW" anahtar kelimeleri ve "Journal, article, Environmental Science, 2015, 2016, 2017, 2018 ve 2019" sınırlayıcı kriterler kullanılmasına rağmen bazı çalışmaların bu kriterlere uymadığı görülmüştür. İkinci aramada elde edilen makaleler tek tek incelendiğinde, bilim dalı olarak farklı anabilim dalları yayınları ile karşılaşılmamasını sağlamak amacı ile Çevre Bilimini ilgilendirmeyen çalışmalar kapsam dışı bırakılmıştır. "FW, WW, SW ve MW" anahtar kelimeleri sucul alanlarda, ortam sınırlaması için kullanılmıştır. Ancak içerisinde ortam sınırlayıcı anahtar kelimeler kullanılmasına rağmen, çalışma ortamı sucul alan olmayan çalışmalar da olduğu görülmüştür. Yalnızca sucul

alanda yapılmış çalışmaları tespit etmek amacıyla sucul alanda gerçekleştirilmeyen çalışmalar kapsam dışı bırakılmıştır. Buradaki önemli noktalardan biri çalışmanın yalnızca sucul alan ile ilgili bir toksisite çalışması olması değildir. Yani yapılan toksisite çalışması mutlaka sucul alandan örnek alımı yapılarak gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir. Organizmalar ile yapılmış çalışmaları tespit etmek için herhangi bir bir arama kriteri kullanılmamıştır. Bu nedenle yine makalelerin her biri tek tek incelenmiş, aralarında organizma türlerini barındırmayan makaleler kapsam dışı bırakılmıştır. Böylelikle organizma türleri tespit edilmiştir. İkinci aramada akut/kronik toksisite, "Çevre Bilimi", dergi, makale, yıllar, tatlı su, tuzlu su ve atıksu arama kriterleri ile sınırlama yapılmış olsa da, toksikolojiyi yakından ilgilendirmeyen makale yerine derleme çalışmaları tespit edilmiştir. Burada "Article" arama kriteri kullanılmasına rağmen derleme çalışmalarının da olduğu görülmüştür. Bu sebeple makalelerin içeriğinin incelenmesinin önemliliği ortaya çıkmıştır. Tespit edilen tüm bu çalışmalarda "Diğerleri" kategorisine dahil edilmiştir.

4.2. ÇALIŞMA ORTAMLARINA GÖRE DAĞILIM

Ortam ile sınırlı ikinci aramada, 1775 makale bulunmuş olup, bu makalelerin 682'si tatlı su, 596'sı tuzlu su ve 497'si atıksu çalışmalarından oluşmaktadır.

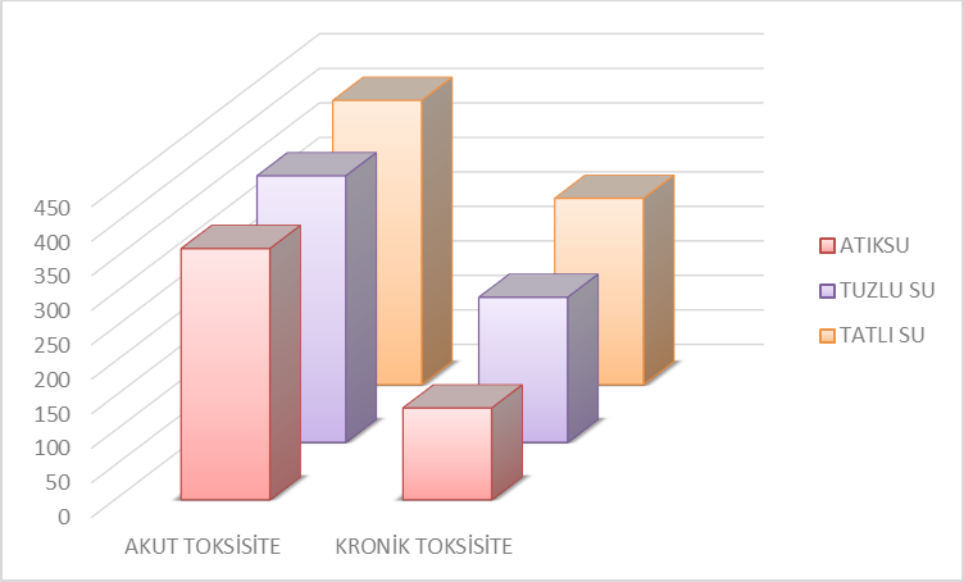
Birinci aramada ortam sınırlaması olmadan akut toksisite ile ilgili 4348, kronik toksisite ile ilgili ise 2695 makale tespit edilmiştir. Ortam kısıtlaması ile yapılan ikinci aramada ise akut toksisite ile ilgili 1162, kronik toksisite ile ilgili ise 613 makale tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Burada birinci aramada bulunan akut ve toksisite çalışmaları, ortam sınırlaması ile ikinci aramada bulunan akut ve kronik toksisite çalışmalarını kapsamaktadır. Bu bağlamda "Others" tatlı su, tuzlu su ve atıksu ortamları haricindeki akut ve kronik toksisite çalışmalarını da temsil etmektedir.

İkinci aramada, yalnızca ortamların (tatlı su, tuzlu su ve atıksu) yüzdesel olarak karşılaştırılmıştır. Akut toksisite çalışmaları %36'lık oran ile en çok tatlı su, %31'lik oran ile en az atıksu ortamlarında; kronik toksisite çalışmaları ise %44'lük oran ile en çok tatlı su, %22'lik oran ile en az atıksu ortamlarında gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: 2015-2020 yılları arasında ortamlarına göre kategorize edilen akut ve kronik toksisite çalışmaları (İkinci arama)

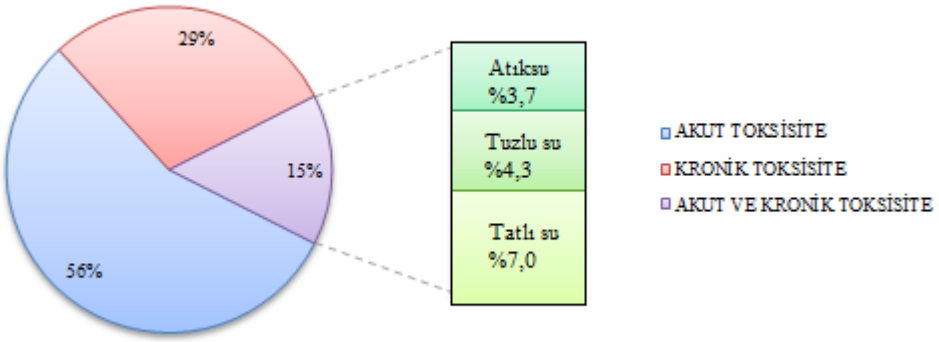
	AKUT TOKSİSİTE		KRONİK TOKSİSİTE	
ORTAM	MAKALE SAYISI	YÜZDE	MAKALE SAYISI	YÜZDE
TATLI SU	412	36,0%	270	44,0%
TUZLU SU	386	33,0%	210	34,0%
ATIKSU	364	31,0%	133	22,0%
TOPLAM	1162	100,0%	613	100,0%

Sınırlayıcı anahtar kelimeler kullanılarak yapılan ikinci aramadaki akut toksisite çalışmalarının 412'si tatlı su, 386 'sı tuzlu su ve 364'ü atıksu; kronik toksisite çalışmalarının 270'i tatlı su, 210'u tuzlu su ve 133'ü atıksu ortamlarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.3).



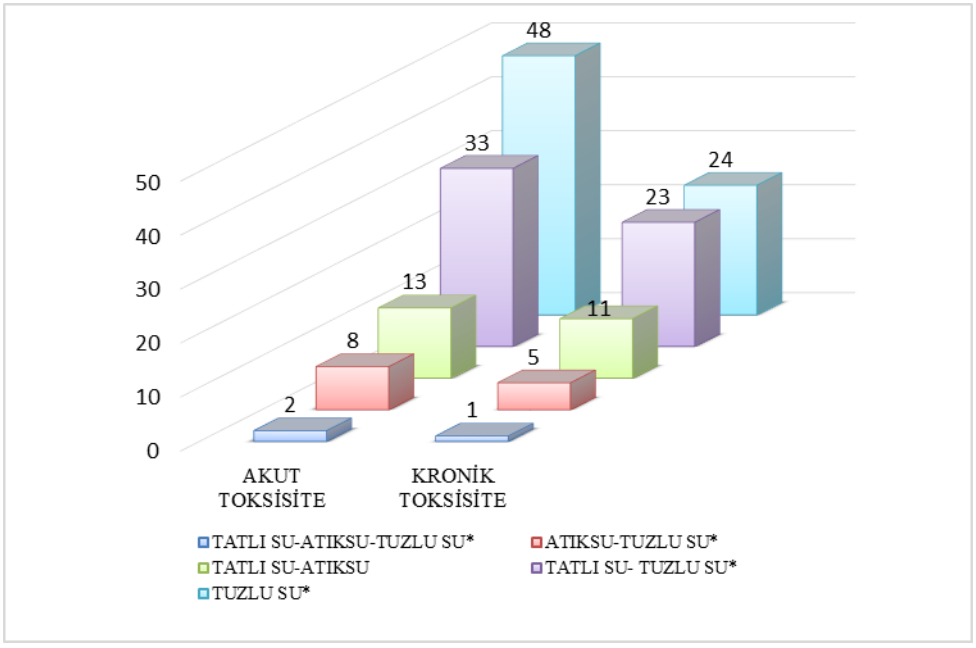
Şekil 4.3: 2015-2020 yılları arasında ortam sınırlaması olan akut ve kronik toksisite çalışmaları.

Bazı çalışmalarda hem akut hem de kronik anahtar kelimeleri beraber yer almaktadır. Akut ve kronik toksisite çalışmalarının beraber yer aldığı toplam 311 makale vardır. Kesişen akut ve kronik toksisite çalışmalarının 147'si tatlı su, 87'si tuzlu su ve 69'u atıksu çalışmalarından oluşmaktadır. Akut ve kronik toksisite çalışmalarının beraber yer aldığı kesişim kümesi Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Akut toksisite %56, kronik toksisite %29 ve hem akut hem kronik toksisitenin kesiştiği çalışmalar %15'lik paya sahiptir.



Şekil 4.4: Akut ve kronik toksisite çalışmalarının kesişimi (İkinci arama).

Çalışmalar ortamlarına göre tatlı su - tuzlu su (FW- MW ya da SW), tatlı su-atıksu (FW - WW), tatlı su - tuzlu su - atıksu (FW - MW ya da SW- WW) ve tuzlu su (MW - SW) şeklinde de kategorize edilmiştir.



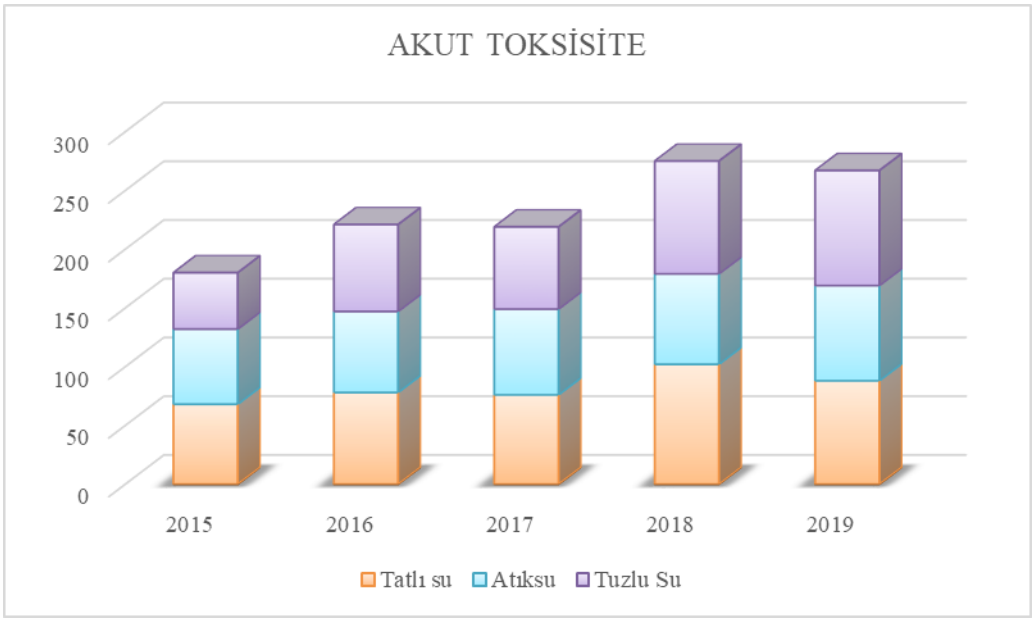
Şekil 4.5: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında ortamlarına göre birden fazla sayıda kaydedilen makaleler.

*Tuzlu su, hem marine water hem de seawater anahtar kelimeleri için kullandığından dolayı aynı makale birden çok kez kaydedilmiştir.

Araştırma yapılırken “FW, WW, SW ve MW” anahtar kelimeleri kullanılarak çalışma ortamlarına göre kategorize edilmiştir Şekil 4.5’te akut ve kronik toksisite çalışmalarında ortamlarına göre birden fazla sayıda kaydedilen makaleler gösterilmiştir. Akut toksisite çalışmalarında 104 makale, kronik toksisite çalışmalarında 64 makale birden fazla çalışma ortamında gerçekleştirilmiştir. Tatlı su-tuzlu su-atıksu ortamlarında 3 makale, tatlı su-atıksu ortamlarında 24 makale, tatlı su-tuzlu su ortamlarında 56 makale, atıksu-tuzlu su ortamlarında 13 makale yayınlanmıştır. Örneğin, bir makalede atıksu-tuzlu su ortamında gerçekleşmişse 2 kez, tatlı su-tuzlu su–atıksu ortamında gerçekleşmişse 3 kez sayılıp kaydedilmiştir. Tuzlu su ortamında hem “SW” hem “MW” anahtar kelimelerinde arandığı için yine bazı makaleler birden fazla incelenip kaydedilmiştir.

4.3 YILLARA BAĞLI DAĞILIM

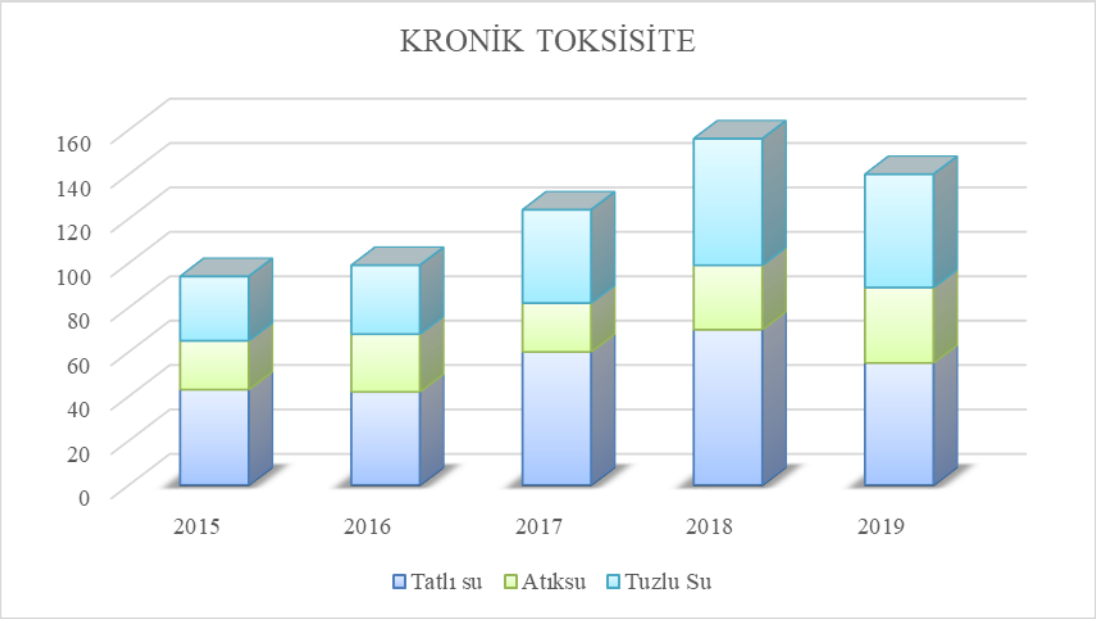
Yıllara bağlı dağılımda akut ve kronik toksisite çalışmaları, tatlı su (FW), atıksu (WW) ve tuzlu su (MW-SW) olarak kategorize edilmiştir.



Şekil 4.6: Yıllara bağlı olarak akut toksisite çalışmalarındaki değişim.

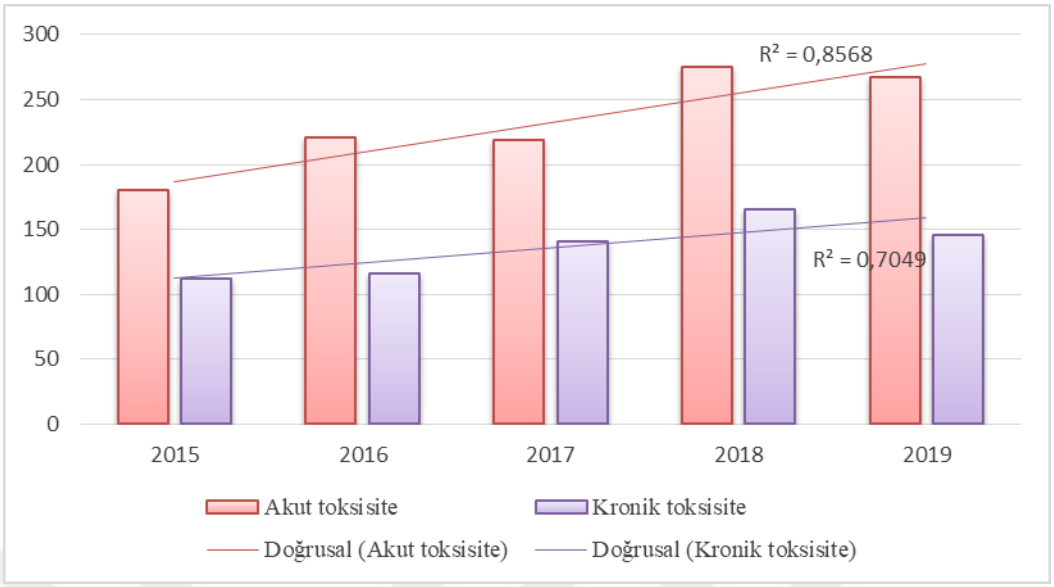
Akut toksisitede Şekil 4.6'ya göre ortalama yıllara bağlı sırasıyla; 60, 74, 73, 92 ve 89 çalışma olduğu görülmüştür. En çok çalışmanın 2018 yılında 102 makale ile tatlı su (FW) ortamında, en az çalışma ise 2015 yılında 48 makale ile tuzlu su (SW-MW) ortamı olmuştur.

Kronik toksisitede Şekil 4.7'ye göre ortalama yıllara bağlı sırasıyla; 32, 33, 41, 52 ve 45 çalışma olduğu görülmüştür. En çok çalışmanın 2018 yılında 70 makale ile tatlı su (FW) ortamında, en az çalışma ise 2015 ve 2017 yıllarında 22 makale ile atıksu (WW) ortamı olmuştur.



Şekil 4.7: Yıllara bağlı olarak kronik toksisite çalışmalarındaki değişim.

Hem akut hem de kronik toksisite çalışmalarının en fazla olduğu yıl 2018, en az olduğu yıl ise 2015'tir. Yıllara bağlı, akut toksisite çalışmalarının ortalaması 232, kronik toksisite çalışmalarının ortalaması ise 122'dir. Akut toksisite çalışmalarının kronik toksisite çalışmalarına göre sayıca üstünlüğü görülmektedir. Akut ve kronik toksisite çalışmalarında yıllara göre sırasıyla 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında bir artış olduğu ancak 2019 yılında ise bir azalış olduğu tespit edilmiştir.

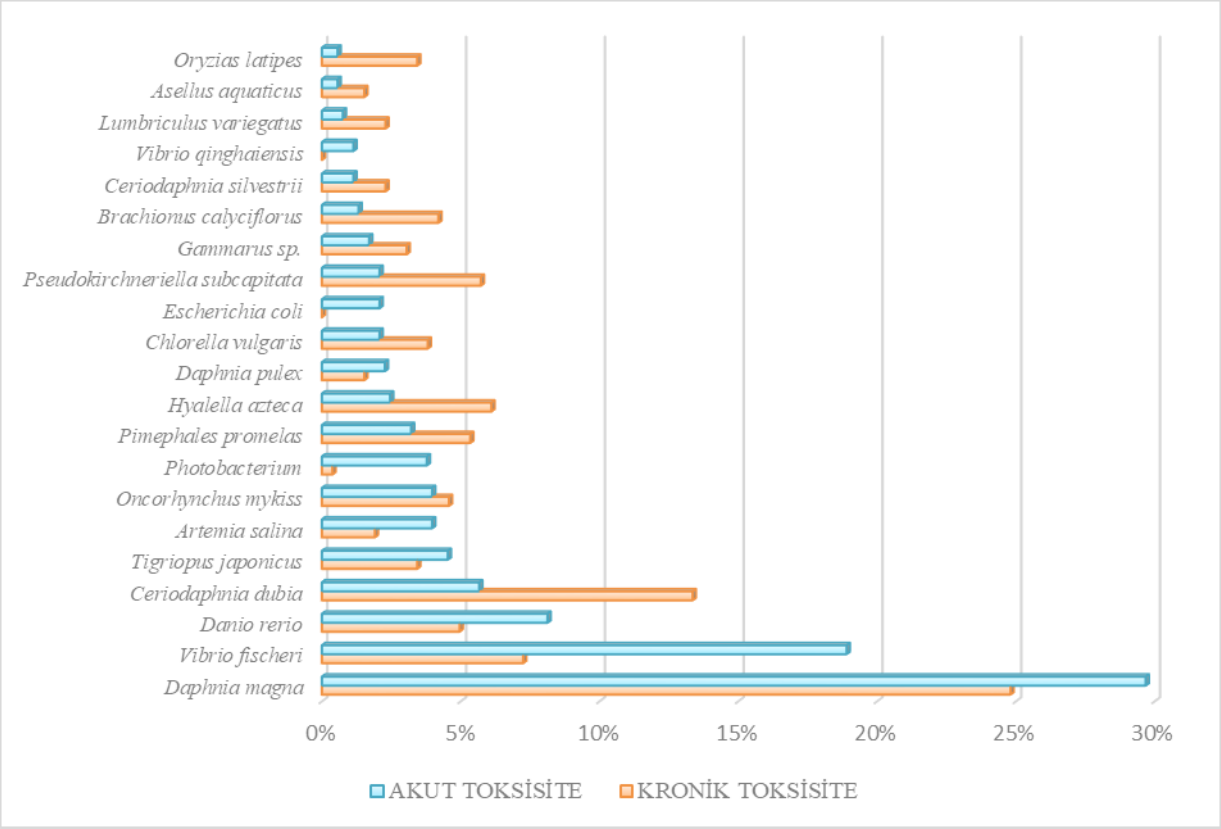


Şekil 4.8: Yıllara bağlı olarak akut ve kronik toksisite çalışmalarındaki değişim.

Şekil 4.8'de akut ve kronik toksisite çalışmalarındaki değişimi daha iyi gözlemlemek adına grafiğe eğilim çizgisi eklenmiştir. Akut toksisite çalışmalarında 2015 yılından 2019 yılına kadar doğrusal eğilim çizgisine bakıldığında R^2 değerinin 0,8568 bulunmuştur. Kronik toksisite çalışmalarında 2015 yılından 2019 yılına kadar doğrusal eğilim çizgisine bakıldığında R^2 değerinin 0,7049 olduğu görülmüştür. R^2 değerinin 1'e yakın olması eğilim çizgisinin verilere yakınlığını yani uygunluğunu göstermektedir. Akut toksisite çalışmalarında, 2017 ve 2019 yıllarında bir düşüş olsa da 2015 yılından 2019 yılına bir artış meydana gelmiştir. Kronik toksisite çalışmalarında, 2019 yılında bir düşüş vardır ancak 2015 yılından 2019 yılına kadar bir artış olduğu tespit edilmiştir.

4.4. TEST ORGANİZMALARINA GÖRE DAĞILIM

Akut ve kronik toksisite çalışmaları, kullanılan test organizmalarına göre sınıflandırılmıştır. Akut ve kronik toksisite çalışmalarında en çok kullanılan organizmalar Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

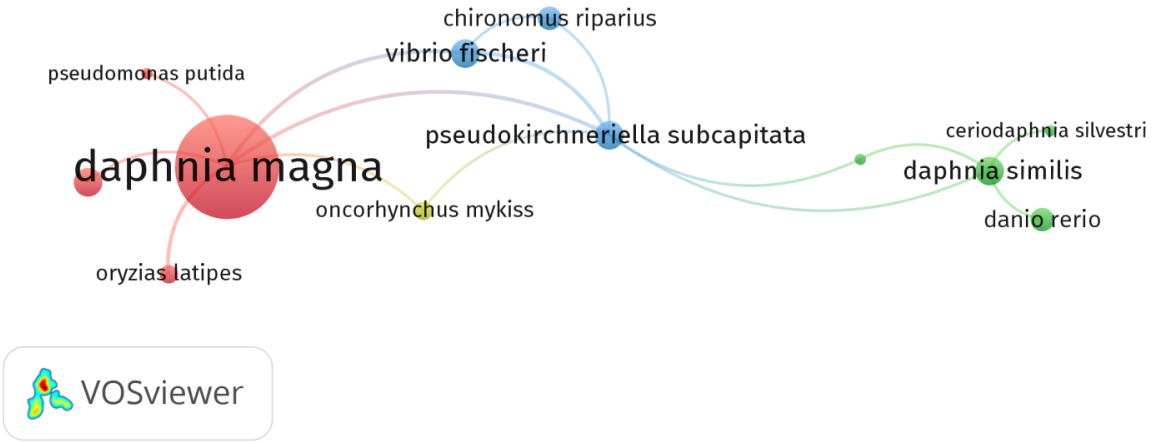


Şekil 4.9: Akut vekronik toksisite çalışmalarında en çok kullanılan organizmalar.

Daphnia magna, akut toksisite çalışmalarında %30, kronik toksisite çalışmalarında %25 oranıyla en çok kullanılan organizma olmuştur

Akut toksisite çalışmalarında sıklıkla kullanılan diğer organizmaların yüzdesel oranı sırasıyla *Vibrio fischeri* %19, *Danio rerio* %8 *ve Ceriodaphnia dubia* %6'dır (Şekil 4.9).

Kronik toksisite çalışmalarında sıklıkla kullanılan diğer organizmaların yüzdesel oranı sırasıyla, *Daphnia magna*'dan sonra sırayla *Ceriodaphnia dubia* %13, *Vibrio fischeri* %7, *Hyalella azteca* ve *Pseudokirchneriella subcapitata* %6'dır (Şekil 4.9).

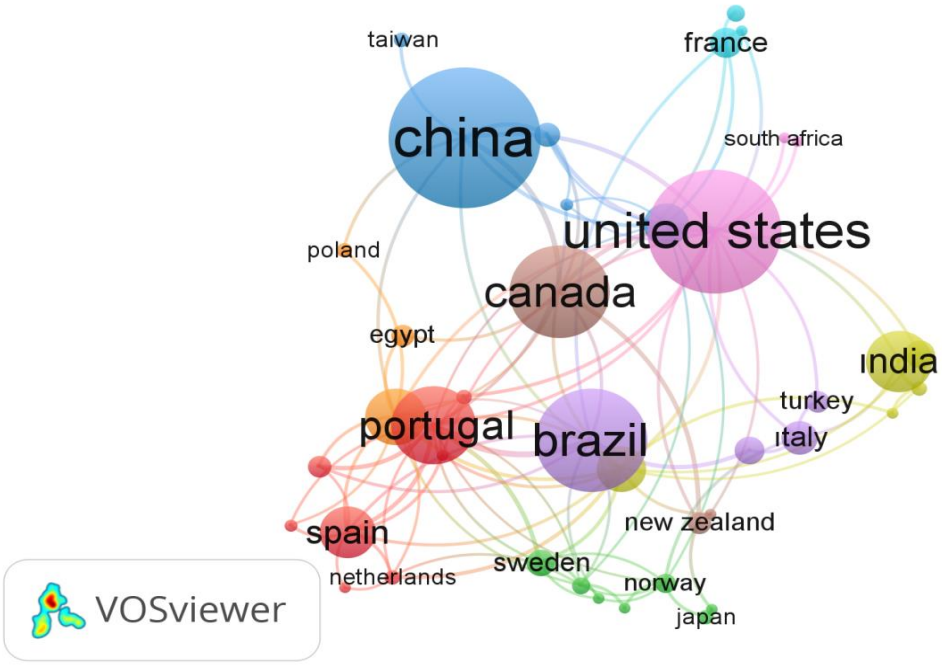


Şekil 4.10: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında en çok kullanılan organizmaların gösterimi.

VOSviewer® uygulamasında, Scopus arama motorundan elde edilen veriler ile akut ve kronik toksisite çalışmalarında en çok kullanılan organizmalar gösterilmiştir (Şekil 4.10). Burada 4 farklı renkte 4 grup olduğu görülmektedir. Dairelerin büyüklüğü kullanılan organizmaların sayıları ile doğru orantılıdır. Bu bağlamda akut ve kronik toksisite çalışmalarında en çok kullanılan organizma *Daphnia magna* olmuştur. Ardından, *Vibrio fischeri, Pseudokirchneriella subcapitata* ve *Ceriodaphnia silvestrii* en çok kullanılan diğer organizmalar olmuştur.

4.5. ÜLKELERE GÖRE DAĞILIM

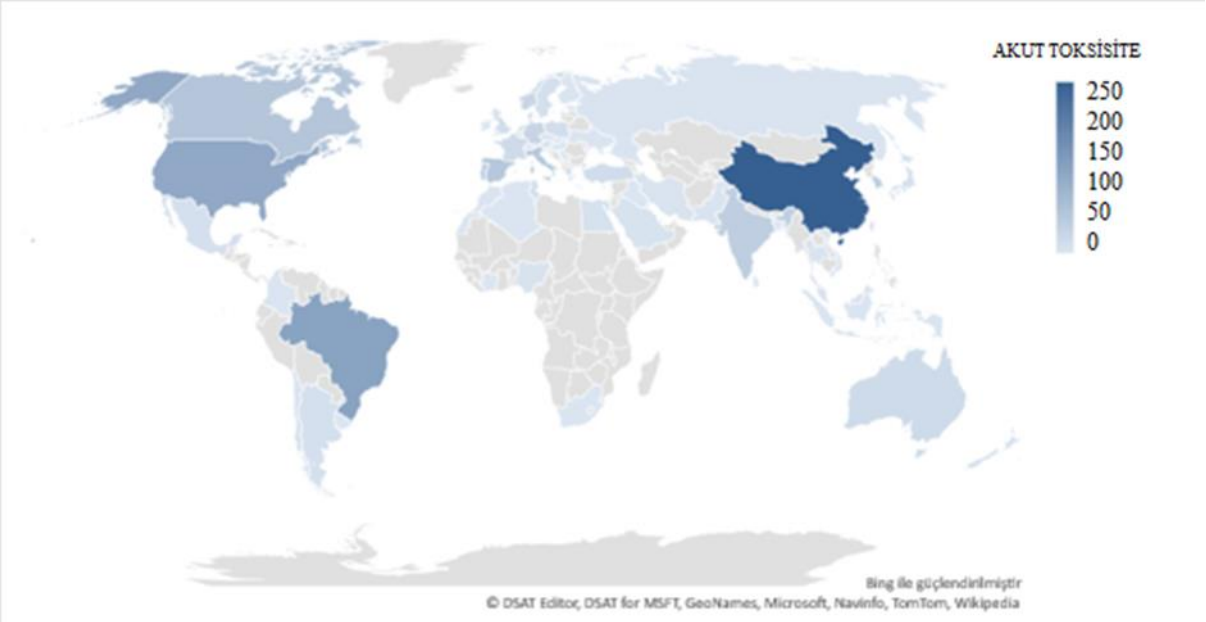
İkinci aramaya göre (ortam ile sınırlı) 2015-2020 yılları arasında akut toksisitesi ile ilgili çalışma yapan 64 ülke, kronik toksisite ile ilgili çalışma yapmış 54 ülke tespit edilmiştir. Bilimsel çalışmalar VOSviewer® yazılımı ile analiz edilerek yayın performansına ilişkin ülkelerin yayın yoğunluğu elde edilmiştir.



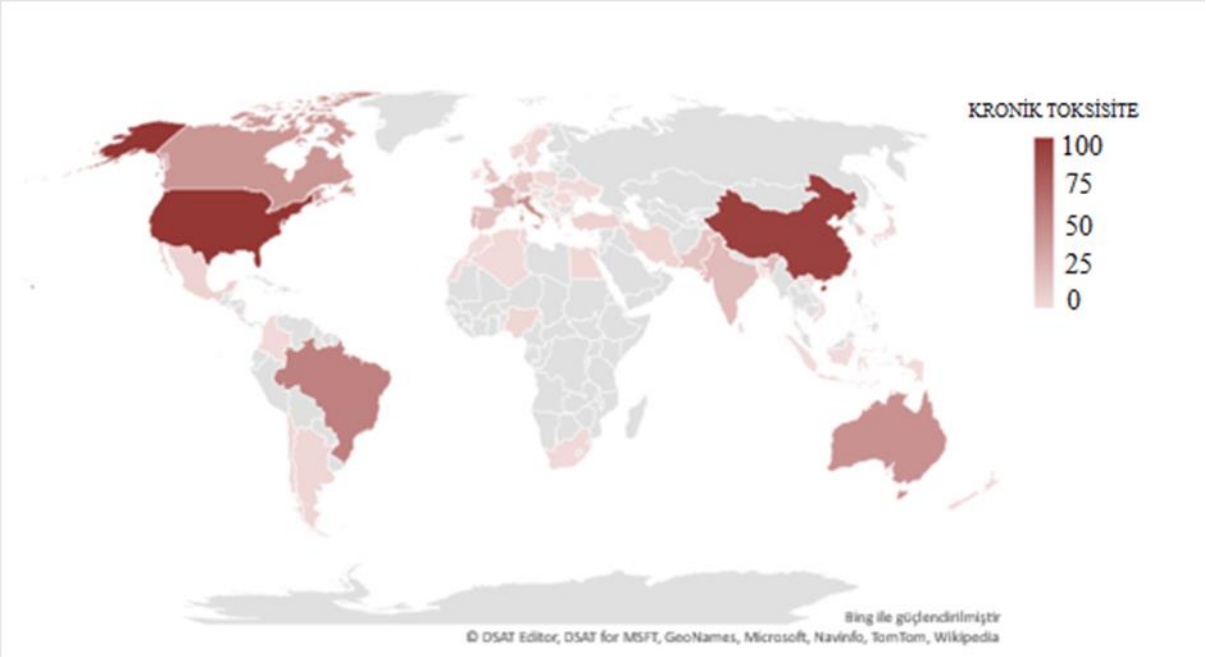
Şekil 4.11: Ülkelerin yayın yoğunluğunun ağ analizi.

Ülkelerin akut ve kronik toksisite ile ilgili yayınları incelendiğinde, 9 farklı renkte kümelenme olduğu görülmektedir (Şekil 4.11). Akut ve kronik toksisite çalışmaları ile ilgili yayınlanan toplam makale sayısı ülkelere göre kategorize edildiğinde Çin'de 330, ABD'de 204 ve Brezilya'da 173'tür ve en çok makale yayınlayan bu ilk 3 ülkede kümelenmenin büyük olduğu dikkat çekmektedir. Çin, ABD ve Brezilya gibi ülkelere göre Türkiye'de 23 makale ile daha az makale yayınlanmasından dolayı kümelenme küçüktür. Japonya'da 14 makale ve İsveç'te 15 makale ile kümelenmenin küçük olduğu yani ABD ve Çin gibi ülkelere göre daha az makale yayınlayan ülkeler olduğu tespit edilmiştir.

İkinci arama ile yani tatlı su, tuzlu su ve atıksu ortamlarında, akut toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Çin 243 makale ile en çok çalışma yapan ülke olmuştur. Brezilya 122 makale, ABD 111 makale ve Kanada 58 makale ile akut toksisitede en çok çalışmanın olduğu diğer ülkelerdendir. Haritada renklendirilmemiş bölgeler, bu alanda hiç çalışma yapılmamış ülkelerdir.



Şekil 4.12: Akut toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler



Şekil 4.13: Kronik toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler.

İkinci aramada, kronik toksisite ile ilgili çalışma yapan ülkeler Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Kronik toksisite çalışmalarında ABD 93 makale ile en çok çalışma yapan ülkeler olmuştur.

Çin 87, Brezilya 51 ve Avustralya 42 makale ile kronik toksisitede en çok çalışmanın olduğu diğer ülkelerdendir. Haritada renklendirilmemiş bölgeler, bu alanda hiç çalışma yapmamış ülkelerdir.

Çin, ABD ve Brezilya hem akut hem de kronik toksisite çalışmalarında ilk 3' te yer aldığı görülmektedir. Ülkelerin gelişmişlik seviyesi, denize olan sınırları ya da su kaynaklarının zenginliğine bağlı olarak yapılan bilimsel çalışmaların değişkenlik gösterebildiği görülmektedir.

Türkiye'de akut toksisite ile ilgili 17 makale, kronik toksisite ilgili 6 makale ile toplamda 23 çalışma vardır. Dünya sıralamasında, Türkiye akut toksisite çalışmalarında 14., kronik toksisite çalışmalarında ise 19. sırada yer almaktadır. Bazı ülkelerde yapılan çalışma sayısı 1'e kadar düşmesinin yanı sıra, örnek alımı yapılarak yürütülen akut ve kronik toksisite çalışması da yoktur. Örneğin, Vietnam tatlı su ortamında 1 çalışma yapmışken, atıksu ortamında hiç çalışma yapmamıştır.

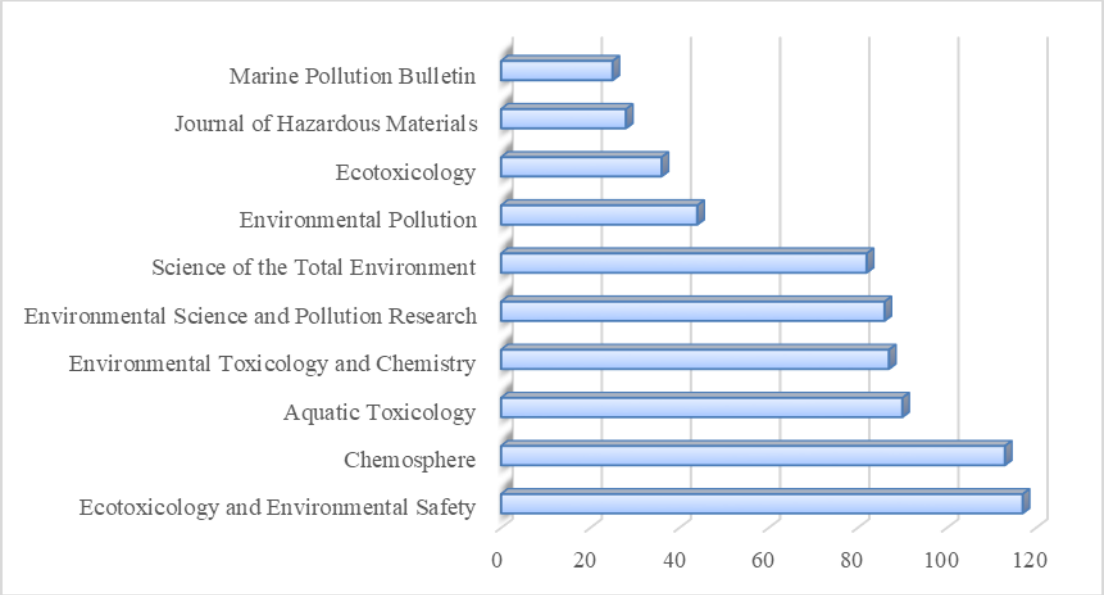
Akut ve kronik toksisite çalışmaları ile ilgili en çok makale yayınlayan ilk 10 ülke Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Akut toksisite çalışmalarında ortamlarına göre, Çin'de 106 makale ile atıksu ortamı maksimum değer, Almanya'da 5 makale ile tuzlu su ortamı minimum değer olmuştur. İlk 10 ülkede ortamlarına göre akut toksisite çalışmalarında toplam 274 tatlı su, 270 tuzlu su ve 262 atıksu makalesi yayınlanmıştır. Kronik toksisite çalışmalarında ortamlarına göre, ABD 43 makale ile tatlı su ortamı maksimum değer, İspanya'da 1 makale ile tatlı su ortamı minimum değer olmuştur. İlk 10 ülkede ortamlarına göre kronik toksisite çalışmalarında toplam 194 tatlı su, 149 tuzlu su ve 94 atıksu makalesi yayınlanmıştır. Akut toksisite çalışmalarında, tatlı su ortamında 60 makale (Çin), tuzlu su ortamında 77 makale (Çin) ve atıksu ortamında 106 makale (Çin); kronik toksisite çalışmalarında, tatlı su ortamında 43 makale (ABD), tuzlu su ortamında 40 makale (Çin) ve atıksu ortamında 17 makale (ABD) ile maksimum değerler olmuştur. Kronik toksisite çalışmalarında toplamda en çok çalışmayı ABD yapmış olsada, tuzlu su ortamında Çin maksimum değerde makale yayınlamıştır. Ortamlarına göre en çok çalışmayı yapan ülkelerin değişiklik gösterecebileceği görülmektedir. Çin, Brezilya, ABD, Kanada, İspanya, İtalya, Portekiz ve Hindistan hem akut hem de kronik toksisite çalışmalarında ilk 10'da olan ülkeler arasındadır.

Tablo 4.2: Akut ve kronik toksisite çalışmalarında en çok makale yayınlayan ilk 10 ülke.

AKUT TOKSİSİTE				
Ülkeler	**Tatlı su**	**Tuzlu su**	**Atıksu**	**Toplam**
Çin	60	77	106	243
Brezilya	48	30	44	122
ABD	49	48	14	111
Kanada	31	8	19	58
İspanya	12	27	16	55
İtalya	7	27	20	54
Güney Kore	6	30	9	45
Portekiz	22	12	10	44
Hindistan	22	6	15	43
Almanya	17	5	9	31
KRONİK TOKSİSİTE				
Ülkeler	**Tatlı su**	**Tuzlu su**	**Atıksu**	**Toplam**
ABD	43	32	18	93
Çin	37	40	10	87
Brezilya	26	11	14	51
Avustralya	18	21	3	42
İtalya	11	18	12	41
Kanada	25	2	12	39
Portekiz	20	5	3	28
Fransa	5	14	3	22
Hindistan	8	3	8	19
İspanya	1	3	11	15

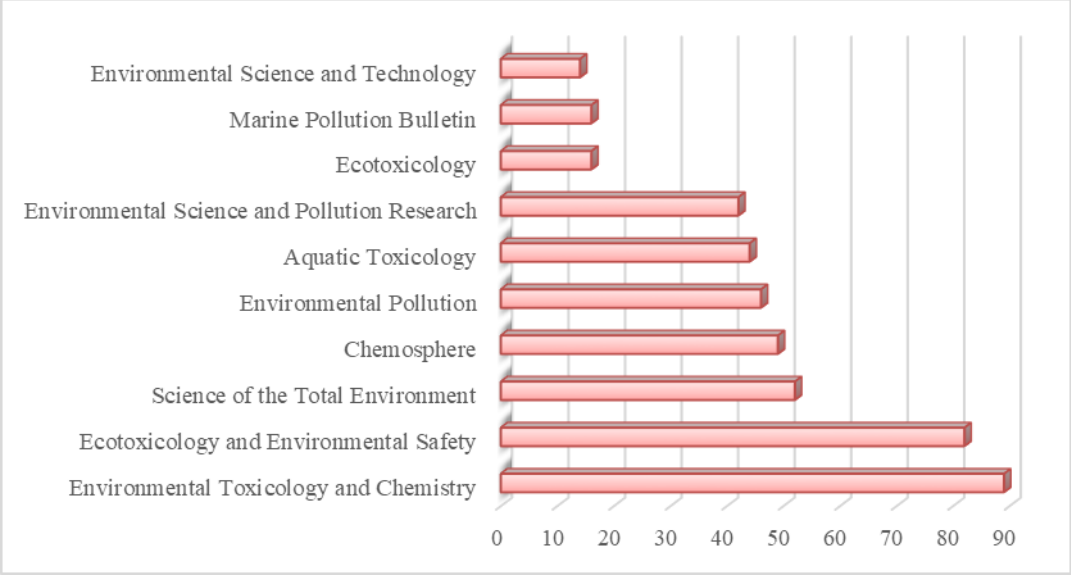
4.6. ÇALIŞMALARIN YAYINLANDIĞI DERGİLERE GÖRE DAĞILIMI

2015-2020 yılları arasında, akut toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergi sayısı 155, kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergi sayısı ise 78’ dir. Toksisite çalışmalarının en çok yayınlandığı ilk 10 dergi Şekil 4.14 ve Şekil 4.15’te gösterilmiştir.



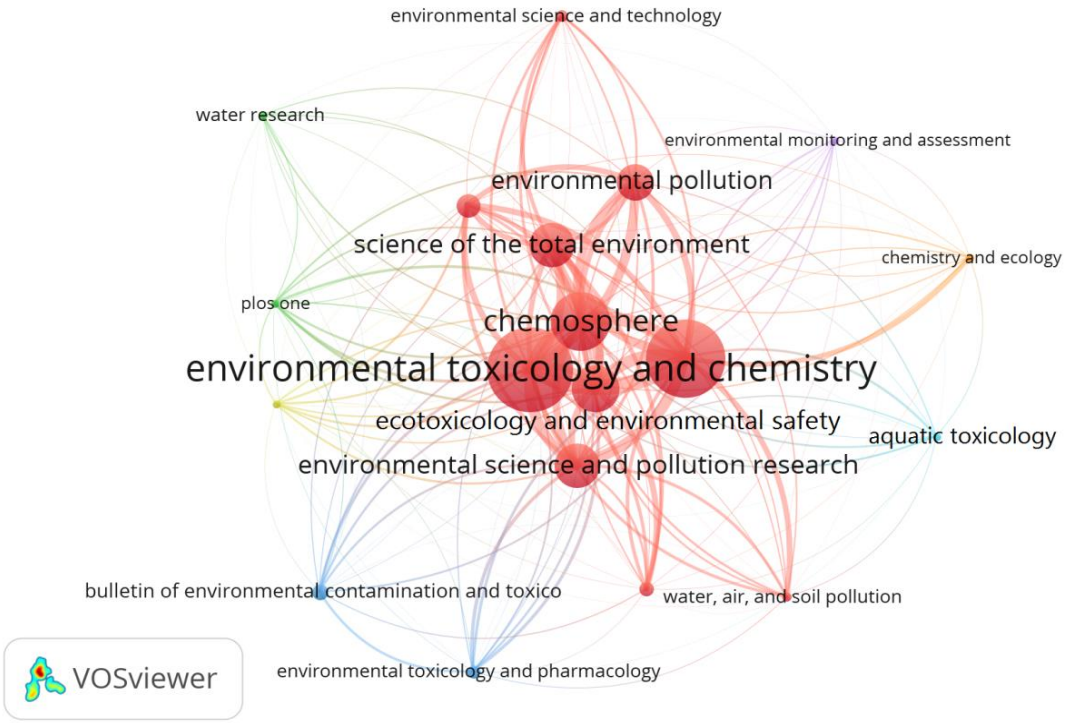
Şekil 4.14: Akut toksisite çalışmalarının en çok yayınlandığı ilk 10 dergi.

Akut toksisite çalışmalarında 117 makale ile Ecotoxicology and Environmental Safety en çok çalışmanın yayınlandığı dergi olmuştur. Akut toksisite çalışmalarında Chemosphere 113 makele, Aquatic Toxicology 90 makale ve Environmental Toxicology and Chemistry 87 makale ile en çok yayın yapan dergiler arasına girmişlerdir (Şekil 4.14).



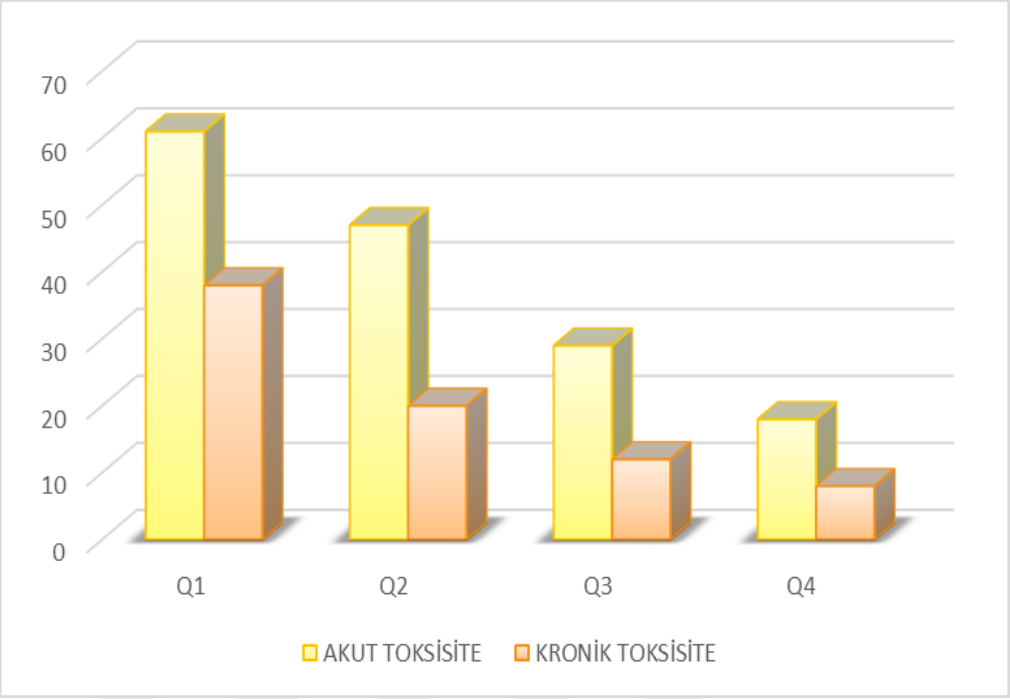
Şekil 4.15: Kronik toksisite çalışmalarının en çok yayınlandığı ilk 10 dergi.

Kronik toksisite çalışmalarında 89 makale ile Environmental Toxicology and Chemistry en çok çalışmanın yayınlandığı dergi olmuştur. Kronik toksisite çalışmalarında Ecotoxicology and Environmental Safety 82 makale, Science of the Total Environment 52 makale ve Chemosphere 49 makale ile en çok yayın yapan dergiler arasına girmişlerdir (Şekil 4.15).



Şekil 4.16: Akut ve kronik toksisite çalışmalarının en çok yayınlandığı dergilerin ağ analizi.

Akut ve kronik toksisite çalışmaları ile ilgili en çok yayın yapan dergiler VOSviewer® uygulamasında Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Bu dergiler arasında birden fazla kümelenme olmuştur. Merkez etrafındaki büyük ve kırmızı daireler en çok çalışmanın yayınlandığı dergileri göstermektedir. Şekil 4.16'da Environmental Toxicology and Chemistry merkezde ve en büyük daire konumundadır. Burada önde gelen diğer dergiler Ecotoxicology and Environmental Safety, Chemosphere, Environmental Science and Pollution Research ve Science of the Total Environment şeklinde sıralanmaktadır.



Şekil 4.17: Akut ve kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergilerin Q faktörü.

Akut ve kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergiler ile ilgili Q faktörlerine göre sınıflandırması Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Akut toksisite çalışmalarındaki 155 derginin, %39'u (61 dergi) Q1, %30'u (47 dergi) Q2, %19'u (29 dergi) Q3, %12'si (18 dergi) Q4 kategorisinde yer almaktadır. Kronik toksisite çalışmalarındaki 78 derginin, %49'u (38 dergi) Q1, %26'sı (20 dergi) Q2, %15'i (12 dergi) Q3, %10'u (8 dergi) Q4 kategorisinde yer almaktadır. Akut ve kronik toksisite çalışmalarında ilk 10 derginin %80'i (8 dergi) Q1, %20'si (2 dergi) Q2 kategorisinde yer almaktadır. Akut ve kronik toksisite çalışmalarında toplamda, Q1 kategorisinde 99 dergi, Q2 kategorisinde 67 dergi, Q3 kategorisinde 41 dergi ve Q4 kategorisinde 26 dergi yayınlanmıştır.

Akut toksisite çalışmalarında ilk 5 dergi sırasıyla, Ecotoxicology and Environmental Safety (Q1), Chemosphere (Q1), Aquatic Toxicology (Q1), Environmental Toxicology and Chemistry (Q1) ve Environmental Science and Pollution Research (Q2); kronik toksisite çalışmalarında ilk 5 dergi sırasıyla Environmental Toxicology and Chemistry (Q1), Ecotoxicology and Environmental Safety (Q1), Science of the Total Environment (Q1), Chemosphere (Q1) ve Environmental Pollution (Q1)'dır.

Şekil 4.17'de Q4 kategorisindeki dergilerden Q1 kategorisindeki dergilere doğru doğrusal bir artış olduğu görülmektedir. Hem akut hem de kronik toksisite çalışmaları, Q1 kategorisindeki dergilerde en çok, Q4 kategorisindeki dergilerde en az yayın yaptığı görülmektedir. Yani hem akut hem de kronik toksisite çalışmalarında Q1 kategorisindeki dergilerin fazlalığı dikkat çekmektedir.

Tablo 4.3: Türkiye'de akut ve kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergiler ve Q faktörü.

TOKSİSİTE	Q FAKTÖRÜ	DERGİ ADI	MAKALE SAYISI
AKUT TOKSİSİTE	Q1	Aquatic Toxicology	1
		Bioresource Technology	1
		Chemical Engineering Journal	1
		Chemosphere	2
		Journal of Environmental Management	1
		Journal of Environmental Sciences	1
		Journal of Hazardous Materials	1
		Transportation Research Part D: Transport and Environment	1
	Q2	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	2
		Desalination and Water Treatment	1
		Environmental Science and Pollution Research	1
		Environmental Toxicology and Pharmacology	2
		Water, Air, and Soil Pollution	1
	Q3	Global Nest Journal	1
KRONİK TOKSİSİTE	Q1	Aquatic Toxicology	1
		Bioresource Technology	1
		Transportation Research Part D: Transport and Environment	1
	Q2	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology	1
		Environmental Toxicology and Pharmacology	1
		Water Science and Technology	1

Yapılan çalışmada, Türkiye'de akut ve kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı makaleler Tablo 4.3'te gösterilmiştir. Akut toksisite çalışmalarında 17 makale yayınlanmış olup bunların 9'u Q1, 7'si Q2 ve 1'i Q3 kategorisindeki dergilerde yayınlanmıştır. Kronik toksisite

çalışmalarında 6 makale yayınlanmış olup bunların 3'ü Q1 ve 3'ü Q2 kategorisindeki dergilerde yayınlanmıştır. Aquatic Toxicology, Bioresource Technology, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, Environmental Toxicology and Pharmacology ve Transportation Research Part D: Transport and Environment hem akut hem de kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergiler olmuştur. Akut toksisite çalışmalarında Q1 kategorisindeki dergilerin fazlalığı dikkat çekmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışması sonucunda, akuatik ve atıksu ortamlarında 2015-2020 yılları arasında, Çevre Bilimi alanında toksikoloji ile ilgili yapılmış olan akut ve kronik toksisite çalışmalarının, bibliyometrik analiz yöntemi ile analizi ve yorumları sunulmuştur.

Scopus arama motorunda yapılan aramaya göre, 2015-2020 yılları arasında birinci aramada 7043 makale yayınlandığı görülmüştür. Bu makalelerin 1162'si akut toksisite, 613'ü kronik toksisite çalışmaları ile ilgilidir ve geriye kalan 5268 makale ise diğerleri grubuna dahil edilerek kapsam dışı bırakılmıştır. Birinci arama ve ikinci arama kriterleri birbirlerinden farklı olduğu için elde edilen makale sayısı birbirinden farklıdır. Birinci aramada kullanılan anahtar kelimeler ikinci aramada kullanılan anahtar kelimelerden daha az olduğu için akut ve kronik toksisite ile ilgili birinci aramada elde edilen makaleler ikinci aramadan elde edilen makalelerden sayıca üstündür. Ancak ikinci arama kullanılan anahtar kelimeler gereği daha spesifiktir. Yapılan çalışmada kategorilerine ayrılan her bir makale ikinci aramadan elde edilen veriler ile gerçekleştirilmiştir. Burada elde edilen makalelerin sayısından çok, akut ve kronik toksisite çalışmalarının ülkelere göre dağılımı, kullanılan organizmaların tespiti, yıllara göre değişimi, yayınlanan dergilerin Q faktörü ile bağlantısı çok daha önemli olmaktadır.

Ülkeler çeşitli çevre politikaları izleyerek sucul ekosistemler ile ilgili araştırma ve inceleme yapmaktadırlar. Bibliyometrik analiz yöntemi ile tespit edilen bilimsel yayınlara ait bulgular, ülkelerin çevre politikalarının gelişimine yön vermektedir. Sucul ekosistemlerdeki kirlilik uluslararası boyutlarda büyük bir sorun yaratmaktadır. Meteorolojik olaylar coğrafi sınırları aşarak, uluslararası akarsu ve denizlerde ortak sorunlar oluşturmaktadır (Anonim, 2004b). Bu sorunlara kalıcı çözümler bulmayı hedefleyen araştırmaların kurgusunda, önce bibliyometrik analizlerin yapılması akılcı bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Akut ve kronik toksisite ile ilgili yapılan bu tez çalışmasında, dikkate alınan kabullerle oluşturulan araştırmalar içerisinde, Çin 330 makale ile en çok çalışma yapan ülke olmuştur. ABD'de 204 makale ve Brezilya 173 makale en çok makale yayınlayan ülkelerdendir. Çin, ABD ve Brezilya'nın hem akut hem de kronik toksisite başlıklarında yürüttüğü çalışmaların sıklığını, bu tez çalışmasındaki kabullerle ilişkilendirmek önemlidir. Çalışmadaki kabullerde, sucul alanlardan alınan örneklerde çalışma yapılmış olması gerek şartına uygun makaleler

üretilmiştir. Laboratuar içerikli veya ileri moleküler düzeyde farklı toksisite çalışmalarının yapılmış olması bu kapsama dahil edilmemiştir. Benzer kabullerle, akut ve kronik toksisite çalışmalarında en az makale yayınlayan ülkeler olan Vietnam ve Irak; olanakları ve/veya çalışılması gereken ana başlıklar olarak toksisite çalışmalarını tercih etmemiş olabilir. Sucul ekosistemler üzerindeki tehditler, teknolojik alt yapı, araştırma öncelikleri, kullanılan akut ve kronik toksisite metodları, güncel çalışma alanları ile ilgili başlıklar; en çok çalışma yapan ülkeler sıralamasını da etkilemektedir. Örnek olarak, lityum toksisitesi alanındaki küresel araştırma eğilimlerini değerlendirmek için bibliyometrik yaklaşımlar kullanarak lityum toksisitesiyle ilgili yayınların derlendiği bir çalışmada, en çok çalışma yapan ülke ABD (%25,38) olmuştur (Zyoud ve diğ.,2017). Bu tez çalışmasında da lider ülke konumunda olan ABD'nin, farklı toksisite çalışmalarına da katkı sağladığı ve bilimsel alt yapısını toksisite çalışmaları üzerinde yoğunlaştırdığını göstermektedir.

Yapılan bir başka çalışmada, 1998'den 2019'a kadar Scientific Citation Index (SCI) ve Social Sciences Citation Index (SSCI) veritabanlarında endüstriyel atık su arıtımı ile ilgili 9413 yayını kantitatif olarak analiz etmek için sosyal ağ analizi ve S-eğrisi tekniği ile birleştirilen bibliyometrik analiz uyarlanmıştır. Sonuçlara göre endüstriyel atık su arıtımı ile ilgili yayınlar, istikrarlı bir yıllık artış oranıyla 1998'de 120'den 2019'da 895'e yükselmiştir. Çin en yüksek sayıda yayına sahip olan ülke olmuştur (Mao ve diğ., 2020). Bu çalışma da, yine Çin'in sucul alanlar ile ilgili en çok çalışma yapan ülkeler arasında ilk sırada yer aldığını göstermektedir.

Türkiye su zengini bir ülke değildir ve orta risk grubunda su stresi çeken bir ülke konumundadır (Karataş ve Çevik, 2010; Kurtoğlu, 2018). Türkiye'de 2017 yılında yapılan araştırmaya göre kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1400 m^3/yıl olup, su kıtlığı ile karşı karşıya olan ülkeler arasındadır ve 2040 yılında Türkiye'de nüfusun 100 milyona yükseleceği tahmin edilmekte olduğundan söz konusu dönemde kişi başına 1120 m^3 kullanılabilir su miktarı düşecektir. Bundan dolayı Türkiye'nin su kaynaklarını sürdürülebilir biçimde yönetmenin ülkenin kamu-özel tüm sektörlerini ilgilendiren ulusal bir mesele olduğu açıktır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Özellikle toksisite çalışmaları açısından daha sıkça araştırma yapılması öngörülebilir. Bu tez çalışmasında tespit edildiği üzere, Türkiye, akut toksisite ile ilgili 17 makale, kronik toksisite ilgili 6 makale ile toplamda 23 makale yayınlamıştır. Dünya sıralamasında, Türkiye akut toksisite çalışmalarında 14., kronik toksisite

çalışmalarında ise 19. sırada yer almaktadır. Türkiye ve diğer ülkelerde tehdit altındaki tatlı su kaynakları, su tüketimi ve korunması yönündeki bilincin hızla artmasına rağmen ekonomik kriterler ve siyasi yaklaşımlar su politikalarının küresel çapta dikkate alınmasını etkilemektedir (Baran, 2017). Her geçen yıl azalan tatlı su kaynakları, Türkiye ve diğer ülkeler için yeni çevre politikaları izleyerek, bilimsel araştırma ve inceleme çalışmalarına yönlendirmiştir. Yapılan bu çalışmada, Türkiye'deki toksisite araştırmalarının öncelikli olarak tatlı su alanlarına yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu bağlamda Türkiye'de tatlı su alanlarında yapılan çalışmaların, diğer sucul alan çalışmalarına göre daha fazla olması ve izleme çalışmalarındaki eksiğin giderilmesi önerisi, bu tez çalışmasının önemli çıktıları arasındadır. Bu nedenle Türkiye bulunduğu jeopolitik konumu gereği, diğer ülkelere oranla sucul alanlarındaki toksisite çalışmalarına daha fazla ağırlık vermeli ve yeni su politikası stratejileri geliştirmelidir. Ayrıca kullanılan metodlardaki farklılıklar ve teknoloji takibi, Türkiye'nin toksisite çalışmalarında aktif olduğunun da göstergesidir. Genellikle pahalı laboratuar ortamları ile yürütülen bu çalışmalara, üniversite veya dış destekli projelerle imkan sağlanması, yapılan araştırmaların yüksek Q dergilerde yayına çevrilme potansiyellerini de artıracaktır.

Akut ve kronik toksisite çalışmalarında 2015 yılından 2018 yılına bir artış görülmüş olsa da, 2019 yılında bir düşüş belirlenmiştir. Her geçen yıl akut ve kronik toksisite ile ilgili yapılan çalışmaların artması ve izleme çalışmalarına önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir. Ancak bu tez çalışması kapsamındaki kabullerde, örnek alımından laboratuvar çalışmalarına kadar dikkate alınan kriterler belirgindir. 2019 yılına ait düşüş olarak ifade edilen çalışma sayısının, farklı araştırma metodolojisi ile yapıldığı ve/veya izleme çalışmaları ile teknolojik imkanlar kullanılarak yürütüldüğü detaylarını göz ardı etmemek gerekir. İlerleyen teknoloji sayesinde, sucul alanlara bırakılan cihazlar yardımı ile uyarı sistemlerinin aktifleştiği bilinmektedir. Bu tez çalışması çıktıları ile yapılabilecek araştırmalarda, yayınlanan makalelerde kullanılan teknolojinin ve metodolojinin değişimi ile ilgili bibliyometrik analizler yapılması önerilebilir.

İkinci aramadaki akut toksisite çalışmalarının 412'si tatlı su, 386 'sı tuzlu su ve 364'ü atıksu; kronik toksisite çalışmalarının 270'i tatlı su, 210'u tuzlu su ve 133'ü atıksu ortamlarında gerçekleştirilmiştir. Su kalitesini belirlemede biyoindikatör ve biyomonitör organizmalar kullanılarak toksisite testleri gerçekleştirilmektedir. Yapılan bu çalışmada, akut toksisite

çalışmalarının kronik toksisite çalışmalarından fazla olduğu tespit edilmiştir. Akut toksisite çalışmaları kronik toksisite çalışmalarına göre daha hızlı sonuç vermekte ve müdahale şansını artırmaktadır. Ayrıca kronik toksisite çalışmaları akut toksisiteye göre daha maliyetli ve zahmetlidir (Mackay, 2001). Bu sebeple yayınlanan çalışmalarda, akut toksisite testlerinin kronik toksisite testlerine göre daha çok tercih edilmiş olabileceği söylenebilir.

Hem akut hem de kronik toksisite çalışmalarında en çok araştırma yapılan alan, tatlı su ortamı olmuştur. Bu ortamlar, su kullanımının yoğun olduğu alanlardır. Ayrıca bu çalışmalarda *Daphnia magna* kullanımı toksisite testlerinde sıkça tercih edilmektedir. Hem hızlı sonuç vermesi hem kolayca temininden dolayı avantajlıdır. Tatlı su omurgasızları olarak olarak bilinen *Daphnia* ile yapılan standart testler, uluslararası (USEPA) Amerika Çevre Koruma Teşkilatı gibi milletlerarası kuruluşlar tarafından uygun görülmüştür. Birçok ülkede toksisite testlerinde bu canlıların kullanılmaları önerilmektedir (Persoone ve Janssen 1993). Bu tez çalışmasında da, bu türlerin en sık kullanılan tür olduğuna dair sonuç elde edilmiştir.

Vibrio qinghaiensis ve *E.coli* mikroorganizmaları yalnızca akut toksisite çalışmalarında tercih edilen türlerdir. *Photobacterium*, Microtox akut toksisite testinde, test organizması olarak kullanılmakta ve bu bakterinin toksik madde varlığında azalan ışık emisyonu ölçülmektedir (Şimşek ve Çelebi, 1996). Yüksek üreme kabiliyetine sahip olan *Danio rerio*, yumurtalarının şeffaf olması ve embriyo gelişiminin hızlı olması gibi avantajlarından ötürü birçok deneysel çalışmada tercih edilmektedir (Kutluyer ve Aksakal, 2013). Bu organizmaların yüksek duyarlılıkla, toksisite testlerinde hızlı sonuç vermelerinden dolayı akut toksisite testlerinde kullanılmış olabileceği düşünülmüştür. Ancak kesin sonuçların zamanı efektif kullanarak alınması, sucul alanlardan etkilecek organizmalar için çok önemlidir. Ülke politikalarında bu tarz hızlı, doğru ve duyarlı sonuç veren testlerin kullanımına destek verilmesi, o ülke suları için elzemdir.

Bilimsel dergiler, bilimsel verilerin yayılmasını ve bilimsel gelişmelerin sonraki nesillere aktarılmasına katkı sağlamaktadır (Rousseau, 2002). Aynı zamanda bu yayınlar sayesinde gelecek çalışmalara da yön verilmesi önemlidir. Ancak yayınlanan makalelerin sayısından çok yayınlandığı dergilerin Q faktörü önem taşımaktadır. Yani makalelerin yayınlandığı dergilerin kalite standartları ve performansları gibi kriterleri göz önünde bulundurulmalıdır. Ekonomik güç unsuru olarak gösterilen bilgi, bilimsel yayın performansları ile ilgili değerlendirmeler çeşitli ülkeler tarafından önem kazanmıştır (Polat ve diğ., 2013). Yapılan çalışmada akut

toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergi sayısı 155, kronik toksisite çalışmalarının yayınlandığı dergi sayısı ise 78' dir. Akut toksisite çalışmalarında 117 makale ile "Ecotoxicology and Environmental Safety" en çok çalışmanın yayınlandığı dergi olmuştur. Akut toksisite çalışmalarında "Chemosphere" 113 makele, "Aquatic Toxicology" 90 makale ve "Environmental Toxicology and Chemistry" 87 makale ile en çok yayın yapan dergiler arasına girmişlerdir. Kronik toksisite çalışmalarında 89 makale ile "Environmental Toxicology and Chemistry" en çok çalışmanın yayınlandığı dergi olmuştur. Kronik toksisite çalışmalarında "Ecotoxicology and Environmental Safety" 82 makale, "Science of the Total Environment" 52 makale ve "Chemosphere" 49 makale ile en çok yayın yapan dergiler arasına girmişlerdir. Akut ve kronik toksisite çalışmalarında toplamda, Q1 kategorisinde 99 dergi, Q2 kategorisinde 67 dergi, Q3 kategorisinde 41 dergi ve Q4 kategorisinde 26 dergi yayınlanmıştır. Hem akut hem de kronik toksisite çalışmalarında Q1 kategorisindeki dergilerin Q2, Q3 ve Q4 kategorisindeki dergilerden sayıca fazla olduğu tespit edilmiştir. Q1 kategorisindeki dergilerin fazlalığı elde edilen makalelerin çok geniş bilim gruplarını ilgilendirdiğini göstermektedir. Hem Türk bilim insanlarının tercih edeceği Q kategorisindeki dergilerde yapılan çalışmaların bilinmesi ve hem de daha çok çalışmanın doğru dergi tercihleri ile yapılması adına, bibliyometrik çalışmalar yürütülmelidir. Türkiye'de toksisite çalışmaları için tercih edilen TUBITAK dizin dergileri üzerine de bibliyometrik çalışmalar yapılması önerilebilir.

Sucul alanlarda ekolojik dengenin korunması için, tatlı su, tuzlu su ve atıksu karakterinin belirlendiği çalışmaların arttırılması, kirletici parametreler ile toksisite ilişkisinin iyi araştırılması, sucul alanlarda toksisite izleme stratejilerinin uygulanması ve bu yöndeki bilimsel çalışmalara destek sağlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Adema, D., 1978, *Daphnia magna* a test animal in acute and chronic toxicity test, *Hydrobiologia*, 59/125-134.

Agrawal, S.S. & Paridhavi, M., 2007, Herbal Drug Technology, *Universities press*, 607-614.

Akbal, F. & Balkaya, N., 2002, Toksik organik kirleticilerin gideriminde ileri oksidasyon teknolojileri, *Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi*, 4/47-55.

Akbulut M., Kaya H., Celik E.S., Odabasi D.A., Odabasi S.S. & Selvi K., 2010, Assessment of Surface Water Quality in the Atikhisar Reservoir and Saricay Creek, *Ekoloji*, 19 (74): 139-149.

Akduman, S., Demirbağ, M.A. & Sivri, N., 2020. Türkiye'de Bakteriyolojik Su Kalitesi Konusunda Yapılan Bilimsel Araştırmaların Bibliyometrik Analizi (1999-2019). *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi,* 5(3), 425-432.

Aküzüm, T., Çakmak, B. & Gökalp, Z., 2010, Türkiye'de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1), 67-74.

Al, U., 2008, Türkiye'nin bilimsel yayın politikası: Atıf dizinlerine dayalı bibliyometrik bir yaklaşım, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi.

Al, U. & Coştur, R., 2007, Türk Psikoloji Dergisi'nin bibliyometrik profili, *Türk Kütüphaneciliği*, 21(2), 142-163.

Al, U. & Tonta, Y., 2004, Atıf analizi: Hacettepe Üniversitesi kütüphanecilik bölümü tezlerinde atıf yapılan kaynaklar, *Bilgi Dünyası*, 1, 19-47.

Alesheikh, A.A., Ghorbanali, A. & Talebzadeh, A., 2004, Generation the coastline change map for Urmia Lake by TM and ETM+ imagery, Map Asia Conference.

Altındağ, A., Ergonul, M.B., Yiğit, S. & Baykan, O., 2008, The acute toxicity of nitrate on *Daphnia magna* Straus, *African Journal of Biotechnology*,7 (23), s.4298-4300.

Anonim, 2004a, Avrupa'nın Değişen İkliminin Etkileri Gösterge Temelli Bir Değerlendirme, AÇA (Avrupa Çevre Ajansı) Raporu, No 2/2004.

Anonim, 2004b, Türkiye Çevre Atlası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı.

Arnold, H., Pluta, H.J. & Braunbeck, T., 1996, Cytological alterations in the liver of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) after prolonged exposure to low concentrations of waterborne endosulfan, *Diseases of Aquatic Organisms*, 25, 39- 52.

Arome, D. & Chinedu, E., 2013, The importance of toxicity testing, *Journal of Pharmaceutical and BioSciences*, 4, 146-148.

Arslan, N., Koç, B., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö. & Malkoç, S. 2009. Uluabat Gölü bazı biyotik ve abiyotik öğelerinde gümüş birikimi, *Türkiye Sulak Alanlar Kongresi*, Eskikaraağaç, Bursa, 183 – 191.

Artsın, M., 2020, Bir Metin Madenciliği Uygulaması: Vosviewer, *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 8(2), 344 – 354.

Asan, A. & Aslan, A., 2020. Quartile Scores of Scientific Journals: Meaning, importance and usage, *Acta Medica Alanya*, 4(1):102-108.

Aslan, R., 2018, Mikroplastikler: Hayatı kuşatan yeni tehlike, *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi*, 6, 61-67.

Atay, Ş. & Özkoç, H. B., 2009, Ekotoksikolojik etkilerin belirlenmesinde kullanılan test metotları, *Çevre Bilim-Teknoloji,* 3 (2), 42-62.

Atmaca, D., 2012, "Büyük Menderes Havzası'nda Besin Elementleri Taşınım Senaryoları", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, 81 s.

Aydın, M. A., Yıldız, S., Özcan, S. & Kara, G., 2000, Atıksuların toksisitesinin belirlenmesinde farklı biyotest yöntemlerinin uygulanması, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, İzmir, 683-700.

Aydın, M. E. & Kara, G., 2006. Organize Sanayi Atıksularının Zehirliliği, *S.Ü. Müh. – Mim. Fak. Derg.*, c.21, s. 3-4.

Ayvaz, M., Tenekecioğlu, E. & Koru, E., 2011, Afşar B araj Gölü'nün (Manisa-Türkiye) Trofik Statüsünün Belirlenmesi, Ekoloji,20, 81, 37-47.

Badcock, N., 2004, Evolutionary and Ecological Entomology, Department of Animal and Plant Sciences. University of Sheffield.

Baird, T.J., Caruso, M.J., Gauvin, D.V. &Dalton, J.A., 2019, NOEL and NOAEL: A retrospective analysis of mention in a sample of recently conducted safety pharmacology studies, *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*, Volume 99.

Bakan, G., 1995. The Study of The Sapanca Lake Ecosystems: Sediment Characterization and Water Quality Modeling. A.Ph.D. Thesis. METU, Ankara.

Baran, M.A., 2017, Dünyanın Mevcut Su Potansiyeli ve Deniz Suyu Arıtımı, *ABMYO Dergisi,* Sayı 45 - (71-83).

Baresel, C., Dahlgre, L., Lazi, A., De Kerchove, A., Almemark, M., Ek, M., Harding, M., Ottosson, E., Karlsson, J., Yang, J., Allard, A.S., Magnér, J., Ejhed, H. & Björk, A., 2016, IVL Swedish Environmental Research Institute. Reuse of treated wastewater for nonpotable use (ReUse). Final Report, Stockholm, Sweden, 142.

Başçınar, N., S., 2009. Bentik Canlılar ve Biyoindikatör Tür, Sümae Yunus Araştırma Bülteni. 9 (1): 5-8.

Birgül, A. & Solmaz, S.K.A., 2007. Tekstil Endüstrisi Atıksuları Üzerinde İleri Oksidasyon ve Kimyasal Arıtma Prosesleri Kullanılarak KOI ve Renk Gideriminin Araştırılması, *Ekoloji,* 15, 62, s: 72-80.

Bixio, D., Thoeye, C., De Koning, J., Joksimovic, D., Savic, D., Wintgens, T. & Melin, T., 2006, Wastewater reuse in Europe, Desalination, 187(1-3), 89-101.

Bizsel, N. & Cirik, S., 2002, New record of the Heterotrophic Ebridian Microflagellate Hermesinium adriaticum Zach. In the Eutrophic Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Marine Sciences,* 8: 165-178

Blasing, M. & Amelung, W., 2018, Plastics in soil: analytical methods and possible sources,*Sci. Total Environ.,* 612, pp. 422-435.

Bláha, L., Babica, P. & Maršálek, B., 2009, Toxins produced in cyanobacterial water blooms – toxicity and risks,*Interdisciplinary Toxicology,* 2(2), 36–41.

Blettler, M.C.M., Abrial, E., Khan, F.R., Sivri, N. & Espinola, L.A., 2018, Freshwater plastic pollution: Recognizing research biases and identifying knowledge gaps, *Water Research,* 143, 416-424.

Bramness, J.G., Henriksen, B., Person, O. & Mann, K., 2013, A bibliometric analysis of European versus USA research in the field of addiction. Research on alcohol, narcotics, prescription drug abuse, tobacco and steroids 2001-2011, *Eur. Addict. Res.,* 20 (1), pp. 16-22.

Bundy, K.J. & Mowat, F., 1996. Speciation studies and toxicity assessment of complex heavy metal mixtures, Proceedingsof the HSRC/WERC Joint Conference on the Environment (www.p2pays.org/ref/02/01934.pdf).

Burger, J., 2006, Bioindicators: Types, Development, and Use in Ecological Assessment and Research, *Environmental Bioindicators*, 1:22–39

Calace, N., Ciardullo, S., Petronio, B.M., Pietrantonio, M., Abbondanzi, F., Campisi, T. & Cardellicchio, N., 2005, Influence of chemical parameters (heavy metals, organic matter, sulphur and nitrogen) on toxicity of sediments from the Mar Piccolo (Taranto, Ionian Sea, Italy), *Microchemical Journal,* 79:1-2, 243-248.

Canning, A.D. & Death, R.G., 2019,Ecosystem Health Indicators,*Freshwater Environments Encyclopedia of Ecology (Second Edition),* Volume 1, pp. 46-60.

Choudhary, I.M. & Thomsen, W.J., 2001, Bioassay Techniques For Drug Development, *Harwood Academic Publishers,* 8-10

Cooman, K., Debels, P., Gajardo, M., Urritia, R. & Barra, R., 2005, Use of *Daphnia spp*. for the ecotoxicological assesment of water quality in an agricultural watershed in South-Central Chile. *Achives of Environmental Contamination and Toxicology,* 48, pp.191-200.

Council, N.R., 2007, Applications of Toxicogenomic Technologies to Predictive Toxicology and Risk Assessment, *National Academies Press*.

Cüce, H., Kalıpçı, E., Taş, B. & Yılmaz, M., 2020, Rakım Farklılığı Nedeniyle Oluşan Meteorolojik Değişimlerin Su Kalitesine Olan Etkilerinin CBS ile Değerlendirilmesi: Morfolojik Olarak Farklı İki Göl için Bir Karşılaştırma, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 1-26.

Çelik, M.A., Kızılelma, Y., Gülersoy, A.E. & Denizdurduran, M., 2013, Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Aşağı Seyhan Ovası Güneyindeki Sulak Alanlarda Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi (1990-2010)*, International Periodical For The Languages, *Literature and History of Turkish or Turkic*, Volume 8/12.

Çetinkaya, O., 2005, Akuatik Toksikoloji: Balık Biyodeneyleri. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri. Karataş, M. (Ed.), *Nobel Yayınevi,* Ankara, 169-218.

Daphne, B., Moffetthısham A. & El-Masrıbruce A.Fowler, 2007, General Considerations of Dose-Effect and Dose-Response Relationships, *Handbook on the Toxicology of Metals*, 316,101-115.

Dawoud, M.A. & Mulla, M.M.A., 2012, Environmental Impacts of Seawater Desalination:Arabian Gulf Case Study,*International Journal of Environment and Sustainability*, 1(3), 22-37.

Dellepiane, S., De Laurentiis, R. & Giordano, F., 2004, Coastline extraction from SAR images and a method for the evaluation of coastline precision, *Pattern Recognition Letter*, 25:1461–1470.

Devare, M. & Bahadır, M., 1994, Ecotoxicological Assessment of Inorganic Waste Disposal in Salt Mines, Part II: Phytotoxicity Tests, *Fresenius Envir Bull* 3, 119-126.

Dodson, S.I. & Hanazato, T., 1995, Commentary on effects of anthropogenic and natural organic chemicals on development, swimming behavior and reproduction of *Daphnia*, a key member of aquatic ecosystems, *Environmental Health Perspectives*, pp.103; 7-11.

Doleck, T. & Lajoie, S., 2018, Social networking and academic performance: A review, *Education and Information Technologies*, 23: 435–465.

Dökmeci, A.H., 2005. Gala gölü ve gölü besleyen su kaynaklarında ağır metal kirliliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1- 10 s, Tekirdağ.

Dökmeci, I., 1994, Toksikoloji–Akut Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi, *Nobel Tıp Kitabevleri*, 2. Baskı, İstanbul, 547 s.

Drewes, C., 2004. Lumbriculus variegatus: A biology profile, Iowa State University: http://www.eeob.iastate.edu/faculty/DrewesC/htdocs/Lvgen4.htm.

Duong, P. A., Pham, N. H., Nguyen, H. T., Huong, T. T., Pham, V. C., Berg, M., Giger, W. & Alder, A. C., 2008, Occurence, fate and antibiotics resistance of fluoroquinolore antibacterials in hospital wastewaters in Hanoi, Vietnam, *Chemosphere*, 72, 968-973.

EC, 2000, Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy (Water Framework Directive).

El-Shafai, S. A. & El-Gohary, F. A., Nasr, F. A., 2004, Chronic ammonia toxicity to duckweed-fed tilapia (Oreochromis niloticus), *Aquaculture*, 232: 117–127.

Ellegaard, O. & Wallin, J.A., 2015, The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact? *Scientometrics*, 105(3), 1809-1831.

Elsevier, 2015. Erişim adresi: http://www.elsevier.com/solutions/scopus , Erişim tarihi:14 Ocak 2015.

Elsevier, 2020. Erişim adresi: https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works ,Erişim tarihi: 27 Aralık 2020.

Erkoç, F., 2010, Çevre Toksikolojisi. Klinik Toksikoloji Kursu. 22-24 Aralık İstanbul.

Feng, J., Zhai, M., Liu, Q., Sun, J & Guo, J., 2011. Residues of organochlorine pesticides (OCPs) in upper reach of the Huaihe River, East China, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, Volume 74, Issue 8.

Fernández, A., Tejedor, C., Cabrera, F. Ve Chordi, A., 1995. Assessment of toxicity of river water and effluents by the bioluminescence assay using Photobacterium phosphoreum, Water Res., 29 (5), pp. 1281-1286.

Ferrer, L., Andrade, S., Asteasuain, R. & Marcovecchio, J., 2006, Acute toxicities of four metals on the early life stages of the crab Chasmagnathus granulata from Bahía Blanca estuary, Argentina. Ecotoxicology and Environmental Safety, 65: 209-217.

Festing, M.F. & Altman, D.G., 2002. Guidelines for the Design and Statistical Analysis of Experiments Using Laboratory Animals. *ILAR Journal*, 43(4): 244-258.

Fomin, A., Oehlmann, J. & Markert, B. 2003. Praktikum zur Ökotoxikologie. *Ecomed,* 239, Almanya.

Fourqurean, J.W., Duarte, C.M. & Kershaw, M.D., 2008. Estuaries and coasts as an outlet for research in coastal ecosystems: a bibliometric study, *Estuaries Coasts*, 31 (3), pp. 469-476

Fu, F.,& Wang, Q., 2011. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review, *Journal of Environmental Management*, 92(3), 407–418.

Garfield, E., 2009, From the science of science to Scientometrics visualizing the history of science with HistCite software. *Journal of Informetrics*, 3: 173-179.

Garipoğlu, N. & Uzun, S.M., 2014, The usage of coastal area in the coasts of Gulf of Izmit, *Türk Coğrafya Dergisi*, 63: 9-22.

Gerek, E. E., 2015. Sirke üretim endüstrisi atıksuyunun elektrokimyasal arıtımı ve toksisitesi. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.

Gerhardt, A., Kienle, C., Allan, I.J., Greenwood, R., Guigues, N., Fouillac, A.M., Mills, G.A. & Gonzalez, C., 2007, Biomonitoring with Gammarus pulex at the Meuse (NL), Aller (GER) and Rhine (F) rivers with the online Multispecies Freshwater Biomonitor®, *Journal of Environmental Monitoring* 9: 979-985.

Gilabert, J., 2001, Seasonal phytoplankton dynamics in a Mediterranean hypersaline coastal lagoon: Mar Menor, *Journal of Plankton Research*, 23(2): 207-217.

Grant, M.J. & Booth, A., 2009,A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methologies, *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108.

Güner, U., 2014. Toksikoloji, Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi, Derleme.

Hanrahan, G., 2013, Çevre Kimyasında TemelKavramlar (ÇeviriEditörü: İsmail Toröz), *Nobel Akademik Yayıncılık,* Ankara.

Hanazato, T., 2001, Pesticide effects on freshwater zooplankton: an ecological perspective, *Environmental Pollution*, 112 (1): 1-10.

Hansen, E., Rodrigues, MAS & de Aquim, PM., 2016, Wastewater reuse in a cascade based system of a petrochemical industry for the replacement of losses in cooling towers, *Journal of Environmental Management*, 181, 157-162.

Hao, O.J., Shin, J., Lin, C., Jeng, F. & Chen, Z., 1996. Use of Microtox tests for screening industrial wastewater toxicity, *Water Sci. Technol.*, 34 (10), pp. 43-50.

Harmon, S.M., Spect, W.L. & Chandler, G.T., 2003, A comparison of the daphnids *Ceriodaphnia dubia* and *Daphnia ambigua* for their utilization in routine toxicity testing in the southeastern United States. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 45, pp.79-85.

Hauschild, M.Z. & Huijbregts, M.A.J., 2015, editors. Life Cycle Impact Assessment. Springer.

Henry, R., Tundisi, J.G., Curi, P.R. 1984, Effects of phosphorus and nitrogen enrichment on the phytoplankton in a tropical reservoir. *Hydrobiologia*, 118: 177- 85.

Hernandez, E., Nowack, B. & Mitrano, D.M.J.E.S, 2017. Technology, Polyester Textiles as a Source of Microplastics from Households: A Mechanistic Study to Understand Microfiber Release During Washing, *Environ. Sci. Technol.*, 51, pp. 7036-7046.

Hotamışlı, M. & Erem,I., 2014, Muhasebe ve Finansman Dergisi'nde Yayınlanan Makalelerin Bibliyometrik Analizi, *Journal of Accounting & Finance*, (63).

Hodgson, J.R., 1987, Results of peroxisome induction studies on tri(2-ethylhexyl)trimellitate and 2-ethylhexanol, *Toxicol Ind Health*, 3(2):49-61.

Hu, J., Ma, Y., Zhang, L., Gan, F. & Ho, Y., 2010. A historical review and bibliometric analysis of research on lead in drinking water field from 1991 to 2007, *Science of The Total Environment*, Pages 1738-1744.

Irfan, S. & Alatawi, A.M.M., 2019. Aquatic Ecosystem and Biodiversity: A Review. *Open Journal of Ecology*, 9, 1-13.

Johnson, W.W. & Finley, M.T., 1980. Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates: Summaries of toxicity tests conducted at Columbia National Fisheries Research Laboratory, *Fish and Wildlife Service*, 1965-78, US .

Kalkan, S. & Altuğ, G., 2013, Güllük Körfezi Kıyısal Alanında Biyo-İndikatör Bakterilerin Çevresel Parametrelerle İlişkileri, Güllük Körfezi Bakteriyolojisi TÜBİTAK Proje Çalıştayı.

Kalyoncu H., Barlas M. & Yorulmaz B., 2008, The Relationship between the Physicochemical Structure and the Epilithic Algae Diversity of Aksu River (Isparta-Antalya). *Ekoloji*, 17 (66): 15-22.

Kandárová, H. & Letašiová, S.,2011. Alternative methods in toxicology: pre-validated and validated methods, *Interdiscip Toxicol*, 4(3):107-13.

Karagöz, B. & Şeref, İ. 2020. Yazma becerisiyle ilgili makaleler üzerine bir inceleme: Web of Science veri tabanında eğilimler. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 8(1), 67-86.

Karanikas, H. & Theodoulidis, B., 2002, Knowledge discovery in text and text mining software. Manchester: Centre for Research in Information Management, Department of Computation, UMIST.

Karpuzcu, M. & M. Koçalı, 2007, Göllerde Ötrofikasyon ve Çözüm Önerileri. http://www.ttkder.org.tr/KoseYazilari.asp?yazi=devam&id=9.

Kauffman, G.J., 2002, What If..The United States of America Were Based on Watersheds, *Water Policy*, Vol: 4, Pp: 57-68.

Kaya, S., Pirinçci, İ., Ünsal, A., Traş, B., Akar, F., Doğan, A., Bilgili, A. &Yarsan, E., 2002, Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji, Medisan Yayınları. Ankara.

Kaya, S., 2014, Veteriner Toksikoloji, Baskı 3. Medisan Yayınevi, Ankara, 17-26.

Kayhan, F.E., 2019, Mikroplastiklerin (MP) Sucul Organizmalar Üzerindeki Risk Profillerinin Değerlendirilmesi, *S.Ü. Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 45(2), 126-135.

Kazancı, N. & Girgin, S., 1998. Sucul Ekosistemlerin Çevre Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi ve İzlenmesinde Üç Temel Biyolojik Yaklaşım, Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum. s:51- 64.

Khalil, G. M. & Crawford, C. A. G., 2015, A Bibliometric Analysis of Us-Based Research on the Behavioral Risk Factor Surveillance System, *American Journal of Preventive Medicine,* 48(1): 50-57.

Kıdeyş, A.E., 2018, Su Kaynaklarındaki Mikroplastikler ve Ekotoksikolojik Etkileri. ODTÜ Yayınları.

Kjerfve, B., 1994, Coastal Lagoon Processes, University of South Carolina, *Elsevier Science B.V.*

Klauning, J.E., 2000, Pesticide Toxicology, Evaluating Safety and Risk, Purdue Pesticide Programs.Purdue University Cooperative Extension Service, P-40, Indiana University School of Medicine.

Koelmans, A. A., Bakir, A., Burton, G. A. & Janssen, C. R., 2016, Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. *Environmental science & technology*, 50(7), 3315-3326.

Korkmaz, K., 2007, Tarım Girdi Sisteminde Azot ve Azot Kirliliği.

Köksoy, M., 1997, Yükseköğretimde kalite ve Türk yükseköğretimi için öneriler. C. Saraç (ed.). Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Vakfı yayınları.

Kutluyer, F. & Aksakal, E., 2013, Sucul model organizmalar ve biyoteknolojide kullanımı, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28:101-107.

Leblond, V.S., Bisson, M. & Hontela, A., 2001, Inhibition of cortisol secretion in dispersed head kidney cells of rainbow trout (O. mykiss) by endosulfan, an organochlorine pesticide. *General and Comparative Endocrinology,* 121, 1, 48-56.

Levac, D.E., Colquhoun, H. & O'Brien, K., 2010,Scoping Studies: Advancing the Methodology,*Implementation Science,* 5, 69.

Loomis, T.A., 1974, Essentials of Toxicology. Lea & Febiger, Philadelphia.

Ma, T., Wana, X., Huang, Q., Wang, Z. & Liu, J., 2005, Biomarker responses and reproductive toxicity of the effluent from a Chinese large sewage treatment plant in Japanese medaka (Oryzias latipes), *Chemosphere*, 59:2, 281–288.

Mackay, D., 2001, Multimedia environmental models: the fugacity approach. Lewis Publishers.

Mahmoodi, N.M. & Arami, M., 2009, Degradation and toxicity reduction of textile waste water using immobilized titania nanophotocatalysis, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology,* 94, s: 20-24.

Mao, G., Hu, H., Liu, X., Crittenden, J. & Huang, N.,2020. A Bibliometric Analysis of Industrial Wastewater Treatments from 1998 to 2019, *Environmental Pollution,* Available online.

Mendis, K., Baileyi, J. & Mclean, R.G., 2015, Tracking Australian health and medical research expenditure with a PubMed bibliometric method, *Australian and New Zeland Journal of Public Health*, 39(3), 203-298.

Mendonça, E., Picado, A., Silva, L. & Anselmo, A. M., 2007. Ecotoxicological Evaluation Of Cork- Boiling Wastewaters. *Ecotoxicology and Environmental Safety,* Volume 66, Pages 384-390.

Meriç, S., Kaplan, D., Selçuk, H. & Tünay, O., 2001, Endüstriyel Atıksularda Toksisite İzleme ve Azaltma Yöntemleri, IV. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Sayfa 160-167, Ankara.

Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö. & Minareci, E., 2008, Manisa Belediyesi evsel atıksu arıtma tesisi çıkış sularının, Gediz nehrine olan etkilerinin, anyonik deterjan ve fosfat parametreleri açısından değerlendirilmesi, *SDÜ Fen Edebiyat Fak ltesi Fen Dergisi*, Cilt 3, 16-25.

Mitchell, F.M. & Holdway, D.A., 2000, The acute and chronic toxicity of the dispersants Corexit 9500 and 9527, water accommodated fraction (WAF) of crude oil, and dispersant enhanced WAF (DEWAF) to Hydra viridissima (green hydra), *Water Research,* 34 (1), 343–348.

Muluk, Ç., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M., Balkız, Ö., Gümrükçü, S., Sarıgül, G., Zeydanlı, U., 2014, Türkiye'de suyun durumu ve su yönetiminde yeni yaklaşımlar: çevresel perspektif, Sürdürülebilir Kalkınma Derneği, FAO, Doğa Koruma Merkezi, Yaşama Dair Vakıf, Türkiye.

Msxlabs, 2015. Deniz, Akarsu, Göl.

National Research Council, 2006. Toxicity Testing for Assessment of Environmental Agents: Interim Report (2006), Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11523.

Newman, M.C. 2013. Ekotoksikoloji'nin Temel İlkeleri (Çeviri: C. Turgut), 3.Baskı.,Palme Yayıncılık, Ankara.

Ngo, P. L., Pramanik, B. K., Shah, K.& Roychand, R., 2019, Pathway, classification and removal efficiency of microplastics in wastewater treatment plants, *Environmental Pollution*, 255(Pt 2), 113326.

Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D., Clark, B.W., Van Tiem, L.A., Walcott, K.C., Erwin, K.N. & Levin, E.D., 2008, The toxicology of climate change: *Environmental contaminants in a Warming World.Environ Int.*, 35(6):971-86.

Office of Food Additive Safety, 2003, Office of Food Additive Safety U.S. Food and Drug Administration, Chapter IV.C.4.a. Subchronic toxicity studies with rodents, Guidance for Industry and Other Stakeholders. Toxicological Principles for the Safety Assessment of Food Ingredients. Redbook 2000.

Olisah, C., Okoh, O.O & Okoh, A.I, 2019. Global evolution of organochlorine pesticides research in biological and environmental matrices from 1992 to 2018: A bibliometric approach, *Emerging Contaminants,* Volume 5, Pages 157-167.

Organization for Economic Cooperation and Development, 2000, Guidelines for testing of chemicals, guideline 215: Fish, juvenile growth test, Paris: OECD.

Organization for Economic Cooperation and Development, 2004, Guidelines for testing of chemicals, guideline 202: *Daphnia sp.* acute immobilization test, Paris: OECD.

Organization for Economic Cooperation and Development, 2006, Guidelines for testing of chemicals, guideline 201: freshwater algae and cyanobacteria, growth inhibition test, Paris: OECD.

Organization for Economic Cooperation and Development, 2008, Guidelines for testing of chemicals, guideline 229: *Daphnia magna* reproduction test, Paris: OECD.

Orhan, H., 2010, Toksikolojinin Temel İlkeleri, Ege Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Toksikoloji Anabilim Dalı.

Özbolat, G. & Tuli, A., 2016, Effects of Heavy Metal Toxicityon Human Health, *Archives Medical Review Journal*, 25(4):502-521.

Özinönü, A.K., 1970, Growth in Turkish positive basic sciences 1933-1966, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi.

Özkoç, H.B. & Tosun, N., 1999, "Deniz Kirliliğinde Midyelerin Biomonitör Olarak Kullanımı", 3. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 25-26 Kasım, İzmir.

Özmen, M. M., 2007. Dergiler için Kalite ölçütleri. Sağlık Bilimlerinde Süreli Yayıncılık-2007: 5.Ulusal Sempozyum Bildirileri, ss. 101-105).

Parvez, S., Venkataraman, C. & Mukherji, S., 2006. A review on advantages of implementing luminesence inhibition test (*Vibrio fisheri*) for acute toxicity prediction of chemicals, *Environment International*, 32:2, 256-268.

Perianes-Rodriguez, A., Waltman, L. & Van Eck, N.J., 2016, Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting. Journal of Informetrics, 10: 1178-1195.

Persoone, G. & C. R. Janssen., 1993, Fresh water invertebrate toxicity tests. In: Hand book of ecotoxicology, Ed. by P. Calow, Blackwell Sci. Pub. Newyork, 1, 51-53.

Phipps, G. L., Ankley, G. T., Benoit, D. A., & Mattson, V. R., 1993. Use of the aquatic oligochaete Lumbriculus variegatus for assessing the toxicity and bioaccumulation of sediment-assiciated contaminant, *Environmental toxicology and chemistry*, volume 12 issue 2, s. 269-279.

Polat, C., Sağlam, M. & Sarı, T., 2013, Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi'nin Bibliyometrik Analizi, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* Cilt: 27, Sayı: 2.

Polat S.,Polat A. & Sarıhan E., 1995, Present status and seasonal changes of the phytoplankton composition of Akyatan Lagoon in Eastern Mediterranean, *3rd Balkan Conference on Operational Research, Proceedings*, II: 964-976.

Radjenovic, J., Petrovic, M., Ventura, F. & Barcelo, D., 2008, Rejection of pharmaceuticals in nanofiltration and reverse osmosis membrane drinking water treatment, *Water Research,* vol. 42, no. 14, Aug., pp. 3601-3610.

Rainbow, P.S., 1995, "Biomonitoring of Heavy Metal Availability in the Marine Environment", Marine Pollution Bulletin, Vol.31, pp.183-192.

Rand, G.M. & Petrocelli, S.R., 1984, Fundamentals of Aquatic Toxicology Method and Applications, *Hemisphere Publishing Corporation,* Washington, USA.

Randall, D. J.,& Tsui, T. K. N. 2002, Ammonia toxicity in fish. *Mar. Poll. Bull.,* 45: 17–23.

Remane, A. & Sclieper, C., 1971, Biology of Brackish Water, Stuttgard: E. Schweizerbard'sche Verlagsbuchhandlung.

Rew, D., 2013. A general introduction to SCOPUS and the work of the content selection and advisory board.

Rousseau, R., 2002. Journal evaluation: Technical and practical issues. *Library Trends,* 50(3): 419-439.

Ruhoy, I. S. & Daughton, C. G., 2008, Beyond the medicine cabinet: An analysis of where and why medications accumulate, *Environ Int*, 34, 1157-1169.

Sarıgül, Z. & Bekcan, S., 2009, Herbisit Glifosatın *Daphnia magna* Üzerine Akut Toksisitesi, *Tarım bilimleri dergisi*, 15 (2) 204-208.

Saouter, E., Biganzoli, F., Pant, R., Sala, S. & Versteeg, D., 2019, Using REACH for the EU Environmental Footprint: building a usable ecotoxicity database, Part I, *Integrated Environmental Assessment And Management,* 15 (5), 2019, p. 783-795.

Saygı, Ş., 2003. Deneysel Toksikolojide Toksisite Testleri Ve Test Sonuçlarının Önemi, *Gülhane Tıp Dergisi* 45 (3) : 291 – 298.

Saygı, Ş., Battal, D. & Şahin, N.Ö., 2012, Çevre ve insan sağlığı yönünden ilaç atıklarının önemi, *Marmara Pharmaceutical Journal,* 16: 82-90.

SCImago Journal & Country Rank, 2020, Erişim adresi:https://www.scimagojr.com/ , Erişim tarihi: 15.03.2021.

Scopus, 2020. Erişim adresi: https://www.scopus.com/home.uri , Erişim tarihi: 12.03.2020.

Shingles, A. & McKenzie, D. J., Taylor, E. W., Moretti, A., Butler, P. J. & Ceradini, S., 2001, The effects of sublethal ammonia on swimming performance in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss. *J. Exp. Biol*. 204, 2691–2698.

Silva, S.V.S., Dias A.H., Dutra E.S., Pavanin A.L., Morelli, S. & Pereira, B.B., 2016. The impact of water pollu-tion on fish species in southeast region of Goias, Brazil, *J Toxicol Environ Health A*, 79 (1):8-16.

Sivri, N., Özcan, H.K., Uçan, O.N. & Akıncılar, O., 2009, Estimation of Stream Temperature in Degirmendere River (TrabzonTurkey) Using Artificial Neural Network Model, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 145-150.

Small, H., 2003. Paradigms, citations, and maps of science: a personal history *J. Am. Soc. Inform. Sci. Technol.*, 54 (5) , pp. 394-399.

Sönmez, V.Z. & Sivri, N., 2020a, The Toxic Effects of Commonly Used Antibiotics in Turkey on Aquatic Organisms, *J. Anatolian Env. And Anim. Sciences*, 5(2), 154-160.

Sönmez, V.Z.& Sivri, N., 2020b, Change of Acute Toxicity of Dyestuff Wastewaters, *Pol. J. Environ. Stud.*, 29 (1) 1-8.

Sönmez, V. Z., Ercan, N. & Sivri, N., 2020, Investigation of Possible Toxic Effects of Personal Care Products on *Daphnia magna* in the Kucukcekmece Lagoon, Marmara Sea (Turkey), *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* , 5 (1) 533-540.

Sönmez, V. Z., Sivri, N., Dökmeci A. H., 2016, Determination of The Toxicity of Different Discharge Waters using Acute Toxicity Tests Approved for National Pollutant Discharge Permit in Turkey. *Biosci Biotech Res Asia*;13(2).

Stollewerk, A., 2010. The water flea *Daphnia* - a 'new' model system for ecology and evolution?. *J Biol.*, 9 (2): 21-10.

Staple, C.A.Adams, W.J., Parkerton, T.F. & Gorsuch, J.W., 2009, Aquatic toxicity of eighteen phthalate esters, *Environmental Toxicology: Review*, Citations: 118.

Svobodova, Z., Lloyd, R. & Machova, J. 1993. Ammonia. water quality and fish health. *EIFAC Technical Paper*, 54, 11-16.

Sweileh, W.M., Zyoud, S.H., Al-Jabi, S.W., Sawalha, A.F. & Shraim, N.Y., 2016. Drinking and recreational water-related diseases: a bibliometric analysis (1980–2015), Annals of *Occupational and Environmental Medicine*, volume 28, Article number: 40.

Şahin, S., Akpınar, I. & Sivri, N., 2020. An alternativematerial for an effective treatment technique proposal in the light of bibliometric profile of global scientific research on antibiotic resistance and Escherichia coli, *Environ Monit Assess*, 192:714.

Şimşek, G. & Çelebi, S., 1996, Ağır Metal Karışımlarının Bazı Bakterilere ve Aktif Çamura Toksik Etkisi,*I. Uludağ Çevre Mühendisliği Sempozyumu*, 24-26 Haz. 1996, 163-164.

Tagliapietra, D. & Volpi Ghirardini, A., 2006, Notes on Coastal Lagoon Typology in the Light of the EU Water Framework Directive: Italy as a Case Study, Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 16, 457-467.

Tang, Y., Long, X., Wu, M., Yang, S., Gao, N., Xu, B. & Duttac, S., 2020, Bibliometric review of research trends on disinfection by-products in drinking water during 1975–2018, *Separation and Purification Technology*, Volume 241, 15.

Taşkın, Z., Doğan, G., Akça, S., Şencan, İ. & Akbulut, M., 2016. An Evaluation of Scopus Journal Selection Criteria*, Türk Kütüphaneciliği* 30, 1, 8-19.

Tataruch, F. & Kierdorf, H., 2003, Mammals As Bioindicator (Chapter 20), *Trace Metals and other Contaminants in the Environment, Volume* 6/737-772.

Taylan, Z.S. & Özkoç, H.B., 2007. Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akuatik Organizmaların Biokullanılabilirliliği. *BAÜ FBE Dergisi*, 9 (2): 17-33.

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 2017, *Haritalı İstatistik Bülteni*, Ankara

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2019, Erişim Adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Havza%20H%C4%B0E-Sunumlar/Su%20Y%C3%B6netimi%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC.pdf , Erişim Tarihi:10.02.2021.

Tehrani, R. & Van Aken, B. (2014) Hydroxylated polychlorinated biphenyls in the environment: sources, fate, and toxicities, *Environmental Science and Pollution Research*, 21(10), 6334-6345.

Temizkan, S.P., Çiçek D. & Özdemir, C., 2015, Bibliometric profile of articles published on health tourism. International Journal of Human Sciences, 12: 394-415.

Tiwari, B., Sellamuthu, B., Ouarda, Y., Drogui, P., Tyagi, R. D. & Buelna, G., 2017. Review on fate and mechanism of removal of pharmaceutical pollutants from wastewater using biological approach, *Bioresource Technology*, 224, 1–12.

Tokhy, M.E., Shaalan, H.F., Sharaky, A.M., El-Monem, N.M.A. & Bazedi, G.A.A, 2013, Performance analysis of upgrading of secondary treated wastewater by nanofiltration, *World Applied Sciences Journal*, vol. 25, no. 3, Oct., pp. 384-390.

Tonta, Y., 2017, Journals Published in Turkey and Indexed in the Web of Science: An Evaluation, *Türk Kütüphaneciliği,* 31, 4, 449-482.

Topçuoğlu, S., 2005, Denizlerin Radyoaktif Kirliliği (VI. Bölüm), Deniz Kirliliği, *Tüdav Yayınları,* İstanbul, No: 21, 512 s.

Tsagli J.A., 2006, Spatial Distribution of Water Quality and Eutrophication Levels of Wetlands; A Case Study of Lake Cuitzeo-Mexico, A Thesis for The Degree of Master's of Science (Supervisor: Vekerdy Z.) International Ins. for Geo-Information Sci. and Earth Observation, NL.

Turan, E. & Bayrakdar, E., 2020, Türkiye'nin Su Yönetim Politikaları: Ulusal Güvenlik Açısından Bir Değerlendirme, *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi,* Cilt. 6 (2) 1-19.

Turgut, E. & Özgül, G., 2009, Sucul Ekosistemin İzlenmesinde Kirlilik Biyoindikatörü Olarak Balık Parazitlerinin Kullanılması, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 13-18.

TÜBİTAK, 2020, Deniz ve Göl Araştırmaları, https://ctue.mam.tubitak.gov.tr/tr/arastirma-alanlari/deniz-ve-gol-arastirmalari, 08.02.2021.

TÜGEM, 1997, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Türkiye Kıyılarındaki Lagünlerin Yönetim ve Geliştirilme Stratejileri ve Islahı, 1. Cilt, 578 sayfa.

ULAKBİM, 2015. e-Veri tabanları.

U.S. Government Publishing Office 2018, Fourth National Climate Assessment Volume II Impacts, Risks, and Adaptation in the United States, Erişim Adresi:https://nca2018.globalchange.gov/ , Erişim Tarihi: 07.02.2021.

Üçüncü, O., 2019, Wastewater Treatment, Wastewater Discharge and Water Pollution; The Case Study of Trabzon Province, *Turkish Journal of Hydraulic*, 3, 2 , 14-29.

Ünlü, A., Çoban, F. &Tunç, M.S., 2008. Hazar Gölü su kalitesinin fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler açısından incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 119-127.

Van Eck, N.J. & Waltman, L., 2011, Text mining and visualization using VOSviewer. ISSI Newsletter, 7: 50-54.

Van Eck, N.J., Waltman, L., Dekker, R., & Van den Berg, J., 2010. A comparison of two techniques for bibliometric mapping: Multidimensional scaling and VOS. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12), 2405-2416.

Van Leeuwen C.J. & Vermeire T.G., 2007. Risk assessment of chemicals: an introduction, *Springer Science & Business Media,* Netherlands

Van Raan, T., 2014, Advances in bibliometric analysis: Research performance assessment and science mapping, Bibliometrics: Use and Abuse in the Review of Research Performance, 87, 17-28.

Vasquez, M.I., Lambrianides, A., Schneider, M., Kümmerer, K. & Fatta-Kassinos, D., 2014, Environmental side effects of pharmaceutical cocktails: What we know and what we should know,*Journal of Hazardous Materials,*Pages 169-189.

Van der Grinten, E., Pikkemaat, M.G., van den Brandhof, E.J., Stroomberg, G.J. & Kraak, M.H., 2010, Comparing the sensitivity of algal, cyanobacterial and bacterial bioassays to different groups of antibiotics, *Chemosphere*, 80(1), 1-6.

Vural, N., 2005, Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No: 73.

Wallin, J.A., 2005, Bibliometric Methods: Pitfalls and Possibilities,*Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 97(5), 261-75.

Wang, Z., Zhang, T., Huang, F. & Wang, Z, 2017, The reproductive and developmental toxicity of nanoparticles: A bibliometric analysis, *Toxicology and Industrial Health*, Vol 34, Issue 3.

Wilson, R.S., 1988, A survey of the zinc-polluted River Nent (Cumbria) and the East and West Allen (Northumberland), England, using chironomid pupal exuviae, *Spixiana, Supplement*,14, pp. 167–74.

Wu, Q., Leung, J.Y.S., Yuan, X., Huang, X., Li, H., Huang, Z. & Li, Y., 2015. Biological risk, source and pollution history of organochlorine pesticides (OCPs) in the sediment in Nansha mangrove, *South China, Mar. Pollut. Bull.*, Volume 96, Issues 1–2.

WWF, 2014, Türkiye'nin Su Riskleri Raporu 2014, Erişim Adresi:https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiyenin_su_riskleri__raporu_web.pdf, Erişim Tarihi: 10.03.2021.

Yabanlı, M., Yozukmaz, A., Şener, İ., & Ölmez, Ö. T. (2019). Microplastic pollution at the intersection of the Aegean and Mediterranean Seas: A study of the Datça Peninsula (Turkey*). Marine pollution bulletin*, 145, 47-55.

Yarsan, E., 2013, Farmakoloji ve Toksikoloji Çalışmalarında Rat Modelleri. Laboratuvar Hayvanları Bilimi - 3. Ulusal Kongresi.

Yavuz, O., 2020, Zehirlenme ve zehirlilik denemeleri. Erişim Adresi: https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/oguzhany/119790/3.%20Zehirlenme%20ve%20Zehirlilik%20Denemeleri.pdf . Erişim Tarihi: 06/02/2021.

Yetiş, Ü., 2016, Su (Kirliliği) Kimyası, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) sunum.

Yılmaz, F., 2004, Physico-Chemical Features of Mumcular Dam Lake (Mugla-Bodrum), *Ekoloji*,14 (50): 10-17

Yu, D., Wang, W., Zhang, W. & Zhang, S., 2018, A bibliometric analysis of research on multiple criteria decision making,*Current Science*, 114: 747-758.

Yuan, H. & He, Z., 2016, Integrating membrane filtration into bioelectrochemical systems as next generation energyefficient wastewater treatment technologies for water reclamation: a review, *Bioresource Technology*, 195, 202-209.

Zan, B.U., 2019. Doğrudan Atıf, Ortak Atıf Ve Bibliyografik Eşleşme Yaklaşımlarına Dayalı Olarak Araştırma Alanlarının Değerlendirilmesi, *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 14/2: 501-516.

Zhang, X., Zhao, W., Qiu, N., Tommy, J. L., & An, H., 2014. Water environment management at home and abroad research situation and enlightenment, *Modeling and Computation in Engineering*, III, 117.

Zhao, Y., Zhang, L., Ni, F., Xi, B., Xia, X., Peng, X. & Luan, Z., 2011, Evaluation of a novel composite inorganic coagulant prepared by red mud for phosphate removal, *Desalination*, Cilt 273, 414- 420.

Zyoud, S.H., Waring, W.S., Al-Jabi, S.W. & Sweileh, W.M., 2018. Bibliometric profile of global scientific research on digoxin toxicity (1849–2015), *Drug and Chemical Toxicology*, Volume 43, 2020 - Issue 6.

Zyoud, S.H., Waring, W.S., Sweileh, W.M. & Al-Jabi, S.W., 2017, Global Research Trends in Lithium Toxicity from 1913 to 2015: A Bibliometric Analysis, *Basic Clinical Pharmacology and Toxicology*, pp. 67-73.

Zyoud, S.H., Al-Jabi, S.W., Sweileh, W.M. & Awang, R., 2014. A bibliometric analysis of toxicology research productivity in Middle Eastern Arab countries during a 10-year period (2003–2012), *Health Res Policy Syst*, 12: 4.

EKLER