

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi

El Kitabı

ODTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü



Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi

PROJESİ

El Kitabı

Proje Yöneticisi

Prof. Dr. Ülkü Yetiş

Temmuz 2018

ODTÜ

Çevre Mühendisliği Bölümü

Proje Ekibi

ODTÜ GRUBU

Prof. Dr. Filiz B. Dilek
Prof. Dr. Kahraman Ünlü
Dr. Öğr. Üy. Evrim Çelik Madenli
Dr. Elif Küçük
Çevre Y. Müh. Tolga Pilevneli

MUNZUR ÜNİVERSİTESİ GRUBU

Prof. Dr. Ubeyde İpek
Dr. Öğr. Üy. Gökhan Önder Ergüven
Çevre Müh. Baran Yıldırım
Çevre Y. Müh. Deniz Demirbilek
Çevre Müh. Ekrem Aydın
Çevre Y. Müh. İbrahim Ayaz

TÜBİTAK MAM GRUBU

Dr. Oltan Canlı
Çevre Y. Müh. Gülsen Avaz
Elmas Öktem Olgun
Mithat Sinan Binici
Barış Güzel
Hüseyin Demir
Ensar Ay
Baki Kalay

ÖZET

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile ODTÜ Rektörlüğü arasında 7.10.2016 tarihinde imzalan protokol çerçevesinde “Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi Projesi” gerçekleştirilmiştir. Bu el kitabı, söz konusu proje kapsamında hazırlanmıştır.

Adı geçen raporda, pilot havza olarak seçilen Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası’nda endüstriyel atıksu kaynakları ve kentsel atıksu kaynaklarını karakterize etmeyi amaçlayan mevsimsel izleme çalışmaları gerçekleştirilmiş ve havzalarda uygulanabilecek, havzaya özgü belirli kirleticileri tanımlama yöntemleri belirlenmiştir.

Raporda ayrıca, Çevre Kalite Standartları (ÇKS) bazlı deşarj limiti uygulamaları çalışmaları kapsamında ülkemizde su kaynaklarının mevcut durumlarını ve sanayinin ekonomik koşullarını da göz önüne alarak, uygulanabilecek ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri belirleme yaklaşımı alternatiflerinin değerlendirilmesi ve ülkemiz için tüm havzalara uygulanabilir nitelikte olan ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri belirleme yöntemi oluşturulmuştur. Ayrıca, Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası’nda, ÇKS’ler göz önünde bulundurularak, tamamlanmış olan Nilüfer Alt Havzası ve Yeşilırmak Havzası için deşarj limitleri belirlenmiştir.

Raporda ek olarak, ülkemizde hali hazırda kullanılmakta olan deşarj standartları yerine ÇKS bazlı deşarj standartlarına/limitlerine geçişte, uygulanması düşünülen kısa/orta/uzun vadeli stratejiler belirlenmiş ve yol haritası oluşturulmuştur. Bu kapsamda;

- Sanayi tesislerinin ÇKS bazlı deşarj standartlarına/limitlerine ve tedbirlere uyum sağlama ve uygulama kapasiteleri,
- Kısa, orta ve uzun vadede kurumsal ve teknik açıdan yapılması gerekenler,
- Öncelikli sektörler için sektörel bazda uygulanması gereken kirlilik önleme ve kontrol yaklaşımları,

- Yeşilırmak Havzası ile Nilüfer Alt Havzası’nda öne çıkan sektörlerle yönelik ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri uygulamasına geçişi sağlamak için gereken yatırım ihtiyaçları,

tespit edilmiştir.

Pilot havza olarak seçilen Yeşilırmak Havzası, tarım ağırlıklı faaliyetlerin yoğun olduğu; Nilüfer Alt havzası ise endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu havza niteliğindedir. Bu nedenle, bu havzaların ülke genelini olabildiğince temsil ettikleri düşünülmüş ve bu havzalar örneklerinden yola çıkarak belirlenen stratejilerin ve yol haritasının ülkemiz diğer havzaları için de geçerli olacağı öngörülmüştür.

Bu el kitabı, bu bağlamda, adı geçen proje kapsamında pilot havza olarak seçilen Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası’nda gerçekleştirilen ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri belirlemeye yönelik çalışmaları özetlemektedir.

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
2. HAVZALARIN GENEL DURUMU	3
2.1. Yeşilırmak Havzası	3
3.1. Nilüfer Alt Havzası	4
3. BASKILAR VE HAVZA KİRLİLİK PROFİLİ	7
4. SU KALİTESİ İZLEME VE ANALİZ ÇALIŞMALARI	13
4.1. Yeşilırmak Havzası	13
4.2. Nilüfer Alt Havzası	21
5. NOKTASAL KAYNAKLAR İÇİN ÇKS BAZLI DEŞARJ LIMITİ UYGULAMASI 29	
5.1. Noktasal Deşarj Kontrolü Temel Yaklaşımı	29
5.1.1. Aşamalı Yaklaşım	30
5.1.2. Karışım Bölgesi Yaklaşım	32
5.1.3. Karışım Bölgesiz Yaklaşım.....	35
5.2. Ülkemiz için Önerilen ÇKS Bazlı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yaklaşımı.....	37
5.3. Ülkemiz için ÇKS Bazlı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yöntemi	41
5.3.1. Aşama 1 – SKKY’de Yer Alan Deşarj Standartlarının Revizyonu	43
5.3.2. Aşama 2 – Nehir Havzası Belirli Kirleticileri ve Öncelikli Kirleticiler için Deşarj Limiti Uygulaması.....	43
5.4. Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası’nda ÇKS Bazlı Deşarj Limitlerinin Belirlenmesi	46
5.4.1. Deşarj Test Yazılımı Uygulaması	48
5.4.2. GMTY Uygulaması.....	48
5.4.3. Seyrelme Faktörü Uygulaması	53
6. DÜZENLEYİCİ ETKİ ANALİZİ.....	61

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. İrdelenen Yöntemlere göre Yeşilirmak Havzası için Yapılan ÇKS'yi Aşan Belirli Kirlenici Sıralama Sonuçları	11
Tablo 2. İrdelenen Yöntemlere göre Nilüfer Alt Havzası için ÇKS'yi Aşan Belirli Kirlenici Sıralama Sonuçları	12
Tablo 3. Yeşilirmak Havzası'nda Tespit Edilen Kirleniciler (Kirlenici konsantrasyonu $\geq$ LOD)	14
Tablo 4. Yeşilirmak Havzası'nda ÇKS'yi Aşan Kirlenici Listesi ($\geq$ ÇKS).....	15
Tablo 5. Yeşilirmak Havzası Alıcı Ortam İzleme İstasyonlarında ÇKS'yi Aşan Kirleniciler, Konsantrasyonları ve İstasyon Sayısı.....	16
Tablo 6. Yeşilirmak Havzası'nda Kirlenicilerin Alıcı Ortamdaki Kirliliğe Yüzde Katkıları ...	18
Tablo 7. Nilüfer Alt Havzası'nda Tespit Edilen Kirleniciler (Kirlenici konsantrasyonu $\geq$ LOD)	22
Tablo 8. Nilüfer Alt Havzası'nda ÇKS'yi Aşan Kirlenici Listesi ($\geq$ ÇKS).....	22
Tablo 9. Nilüfer Alt Havzası Alıcı Ortam İzleme İstasyonlarında ÇKS'yi Aşan Kirleniciler, Konsantrasyonları ve İstasyon Sayısı.....	23
Tablo 10. Nilüfer Alt Havzası'nda Kirlenicilerin Alıcı Ortamdaki Kirliliğe Yüzde Katkıları .	25
Tablo 11. Uygulanması Önerilen Aşamalı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yaklaşımı.....	42
Tablo 12. Yeşilirmak Havzası Alıcı Ortam İstasyonlarında ÇKS'yi Aşan Kirleniciler	47
Tablo 13. Nilüfer Alt Havzası Alıcı Ortam İstasyonlarında ÇKS'yi Aşan Kirleniciler	47
Tablo 14. Yeşilirmak Havzası'ndaki GMTY Uygulaması için Belirlenen Su Kütle Grupları ve Karşılık Gelen İzleme İstasyonları	50
Tablo 15. Nilüfer Alt Havzası'ndaki GMTY Uygulaması için Belirlenen Su Kütle Grupları ve Karşılık Gelen İzleme İstasyonları	51
Tablo 16. Yeşilirmak Havzası'nda Yer Alan Tokat AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleniciler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri.....	53
Tablo 17. Yeşilirmak Havzası'nda Yer Alan Dimes Gıda'ya Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleniciler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri.....	54
Tablo 18. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan Demirtaş OSB'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleniciler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri. 54	
Tablo 19. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan BUSKİ Batı AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleniciler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri. 55	
Tablo 20. Yeşilirmak Havzası'nda Yer Alan Tokat AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleniciler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 14,13)	55
Tablo 21. Yeşilirmak Havzası'nda Yer Alan DİMES Gıda'ya Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleniciler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 98,01)	56

Tablo 22. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan Demirtaş OSB'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 10,03)	56
Tablo 23. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan BUSKİ Batı AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 1,67)	57
Tablo 24. Yeşilırmak Havzası'nda Yer Alan Tokat AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri	58
Tablo 25. Yeşilırmak Havzası'nda Yer Alan Dimes Gıda'ya Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri	58
Tablo 26. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan Demirtaş OSB'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri.....	59
Tablo 27. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan BUSKİ Batı AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri.....	60
Tablo 28. Uygulanması Önerilen Aşamalı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yaklaşımı	62
Tablo 29. İrdelenen Seçenekler	63
Tablo 30. İrdelenen Seçenekler ve Toplam Maliyetler	66
Tablo 31. Seçeneklerin Karşılaştırılması	67

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Yeşilirmak Havzası (TÜBİTAK MAM, 2010).....	3
Şekil 2. Nilüfer Çayı Alt Havzası Sınırları (Ölmez, 2014)	5
Şekil 3. Yeşilirmak Havzası Geneline Alıcı Ortamda Tespit Edilen ve ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı	19
Şekil 4. Yeşilirmak Havzası Geneline Endüstriyel Tesislerde Tespit Edilen ve ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı	20
Şekil 5. Yeşilirmak Havzası Geneline Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Tespit Edilen ve ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı	21
Şekil 6. Nilüfer Alt Havzası Alıcı Ortam İstasyonlarında Tespit Edilen ve ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı	26
Şekil 7. Nilüfer Alt Havzası Geneline Endüstriyel Tesis Deşarjlarında Tespit Edilen ve ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı	27
Şekil 8. Nilüfer Alt Havzası Geneline Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Deşarjlarında Tespit Edilen ve ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı	28
Şekil 9. AB Üye Ülkeleri Tarafından Benimsenen Deşarj Limiti Belirleme Metodolojisi	29
Şekil 10. AB SÇD Aşamalı Yaklaşım Uygulama Metodolojisi.....	30
Şekil 11. Su Kütlesine İlişkin Veriler.....	33
Şekil 12. Deşarj İlişkin Veriler	33
Şekil 13. Deşarj Test Yazılımı Girdileri Ve Çıktısı	34
Şekil 14. Deşarj Test Yazılımı Uygulama Döngüsü	34
Şekil 15. GMTY Hesaplama Yaklaşımı.....	35
Şekil 16. Noktasal Kaynaklar İçin Japonya Yaklaşımı Uygulama Metodolojisi	36
Şekil 17. Noktasal Kaynaklar için Gerçek Seyrelme Faktörü Yaklaşımı Uygulama Metodolojisi	37
Şekil 18. SKKY'de İlk Aşamada Yapılacak Revizyon.....	39
Şekil 19. Yeşilirmak Havzası Su Kütle Grupları Kullanılarak Belirlenen GMTY Bağlantı Analizi	51
Şekil 20. Nilüfer Alt Havzası Su Kütle Grupları Kullanılarak Belirlenen GMTY Bağlantı Analizi	52

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu doküman, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile ODTÜ Rektörlüğü arasında 7.10.2016 tarihinde imzalan protokol çerçevesinde gerçekleştirilen “Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi Projesi” kapsamında yapılan çalışmaları özetleyen bir el kitabı niteliğindedir.

Adı geçen raporda, pilot havza olarak seçilen Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası’nda endüstriyel atıksu kaynakları ve kentsel atıksu kaynaklarını karakterize etmeyi amaçlayan mevsimsel izleme çalışmaları gerçekleştirilmiş ve havzalarda uygulanabilecek, havzaya özgü belirli kirleticileri tanımlama yöntemleri belirlenmiştir.

Raporda ayrıca, Çevre Kalite Standartları (ÇKS) bazlı deşarj limiti uygulamaları çalışmaları kapsamında ülkemizde su kaynaklarının mevcut durumlarını ve sanayinin ekonomik koşullarını da göz önüne alarak, uygulanabilecek ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri belirleme yaklaşımı alternatiflerinin değerlendirilmesi ve ülkemiz için tüm havzalara uygulanabilir nitelikte olan ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri belirleme yöntemi oluşturulmuştur. Ayrıca, Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası için, ÇKS’ler göz önünde bulundurularak deşarj limitleri belirlenmiştir.

Raporda ek olarak, ülkemizde hali hazırda kullanılmakta olan deşarj standartları yerine ÇKS bazlı deşarj standartlarına/limitlerine geçişte, uygulanması düşünülen kısa/orta/uzun vadeli stratejiler belirlenmiş ve yol haritası oluşturulmuştur. Ayrıca, proje kapsamında önerilen alıcı ortam kriterleri ya da ÇKS bazında noktasal kirleticiler (kentsel ve endüstriyel deşarjlar) için deşarj limitlerinin uygulamasına geçişten kaynaklanacak etkilerin değerlendirilmesi; uygulamanın muhtemel fayda ve maliyetlerinin neler olduğu; sosyal, ekonomik ve ticarî hayata, çevreye ve ilgili kesimlere etkilerinin neler olacağı; uygulama konusunda paydaş görüşlerinin neler olduğunu, vb, konuların irdelendiği düzenleyici etki analizi yapılmıştır.

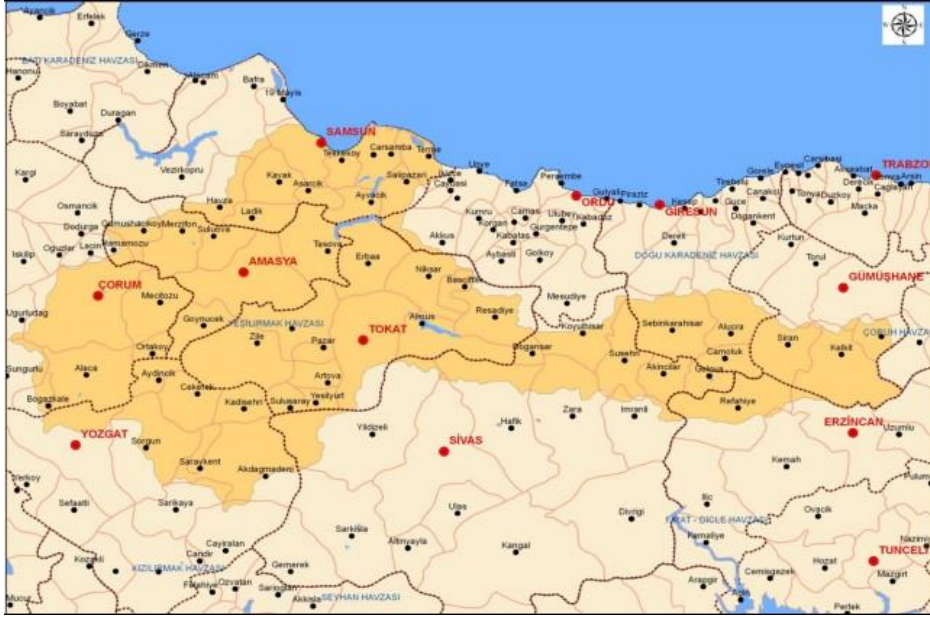
Bu el kitabı, bu bağlamda gerçekleştirilen ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri belirlemeye yönelik yukarıda belirtilen çalışmaları özetlemektedir.

El Kitabı, 2. Bölüm’de havzaların genel durumu, 3. Bölüm’de havzalarda yer alan baskılar ve havza kirlilik profili belirleme çalışmaları, 4. Bölüm’de havzalarda yürütülen izleme çalışmaları, 5. Bölüm’de noktasal kaynaklar için ÇKS bazlı deşarj limiti uygulama çalışmaları ve 6. Bölüm’de gerçekleştirilen düzenleyici etki analizi çalışmasının sonucu verilmektedir.

2. HAVZALARIN GENEL DURUMU

2.1. Yeşilırmak Havzası

Yeşilırmak Havzası Türkiye'nin 25 havzasından biridir. Anadolu'nun kuzey kesiminde yer almakta olup sularını Karadeniz'e boşaltmaktadır¹. Havza içinde Tokat, Samsun, Amasya, Çorum, Sivas, Yozgat, Gümüşhane, Giresun, Erzincan, Ordu, ve Bayburt illerinin tamamı veya bir kısmı yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yeşilırmak Havzası²

Çekerek Suyu, Tersakan Çayı ve Kelkit Çayı olmak üzere 3 önemli kolu vardır. Kelkit Çayı Erbaa ovasında Yeşilırmak'a katılır ve Kelkit Çayı üzerinde Kılıçkaya Barajı, Çamlığöze Barajları, Koyulhisar HES, Reşadiye HES, Akıncı HES ve Köklüce HES bulunmaktadır. Çekerek Çayı Mecitözü Deresi'ni alarak Amasya'nın 15 km güneyinde Yeşilırma'a katılır.

¹ Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2015) "Yeşilırmak Havzası Taşkın Yönetim Planı" <http://taskinyonetimi.ormansu.gov.tr/taskinyonetimi/Files/YESILIRMAK%20HAVZASI%20TA%20C5%9E%20YONETIM%20PLANI%20.pdf> (21.10.2017)

² Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi. (2010) Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Yeşilırmak Havzası Raporu. http://www.cyg.gov.tr/CYGM/Files/Guncelbelgeler/HAVZA_FiNAL/Yesilirmak/Ye%20C5%9F%20C4%B1rmak%20Havzas%20C4%B1.pdf (21.10.2017)

Tersakan Çayı Ladik Gölü'nün fazla suyunu alarak Amasya ilinde Yeşilırmak'a karışır. Tersakan Çayı üzerinde Yedikır Barajı ve Ladik Gölü çıkışında regülatör vardır³.

Yeşilırmak Havzası'nın başlıca göllerini ise; Tokat ilindeki Zinav, Göllüköy, Kaz; Samsun ilindeki Ladik, Simenit; Amasya ilindeki Borabay; Sivas ilindeki Kuru Göl, Giresun ilindeki Çorak, Kanlı, ve Süt Gölleri oluşturmaktadır³.

Yeşilırmak Havzası'nın %56'sını orman ve yarı doğal alanlar, %42'sini tarımsal alanlar kaplamaktadır. Yapay alanlar, ıslak alanlar ve su yüzeyleri Havza'nın %2'sini kapsamaktadır⁴.

Sanayii yoğun bir bölge olmamakla beraber, gıda, tekstil, konfeksiyon, maden, deri, şeker, metal, ağaç ve mobilya, taş ve toprağa dayalı sanayii örnekleri mevcuttur³.

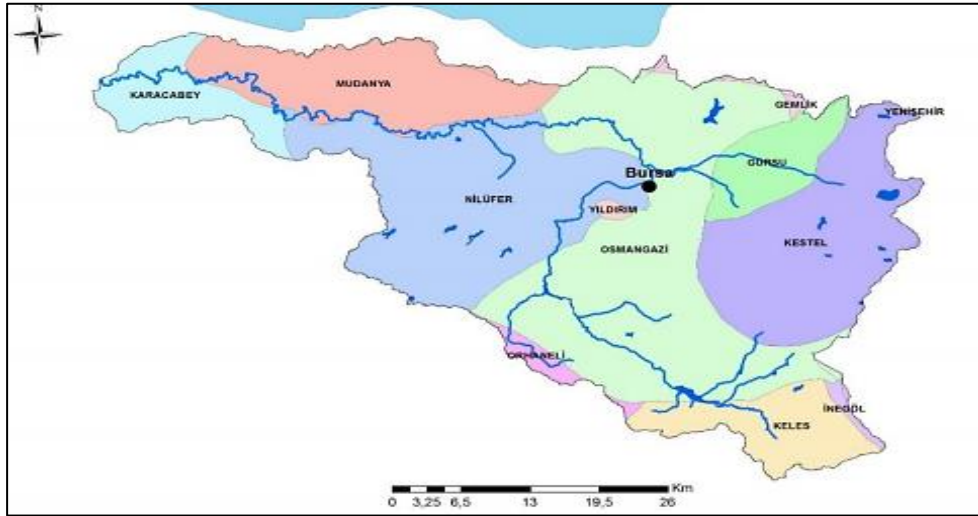
3.1.Nilüfer Alt Havzası

Uludağ'ın güney eteklerinden başlayan Nilüfer Çayı Alt Havzası Bursa ili sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 2). Nilüfer Çayı Bursa'nın Keleş ilçesinde doğup, doğduğu yerden kuzeybatıya doğru yönelerek Değirmen deresi ile birleşir. Daha sonra yönünü kuzeydoğuya çevirerek Deliçay ve diğer kolları ile su tahliye eder. Bir süre menderes çizerek aktıktan sonra Susurluk Çayı (Simav) ile birleşerek Karacabey boğazından Marmara Denizine dökülür⁵.

³ Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi. (2010) Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Yeşilırmak Havzası Raporu.
http://www.cygm.gov.tr/CYGM/Files/Guncelbelgeler/HAVZA_FiNAL/Yesilirmak/Ye%C5%9Fil%C4%B1rmak%20Havzas%C4%B1.pdf
(21.10.2017)

⁴ Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2015) “Yeşilırmak Havzası Taşkın Yönetim Planı”
<http://taskinyonetimi.ormansu.gov.tr/taskinyonetimi/Files/YESILIRMAK%20HAVZASI%20TA%C5%9Ekin%20YONETIM%20PLANI%20.pdf> (21.10.2017)

⁵ Korkmaz, S. (2011). Hidrolojide Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamaları: Nilüfer Çayı Havzası. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi.



Şekil 2. Nilüfer Çayı Alt Havzası Sınırları⁶

Nilüfer Çayı Alt Havzası tarıma elverişli toprakları sayesinde tarımsal faaliyetlerin yoğun şekilde sürdürüldüğü bir bölgedir⁶.

Tarımsal faaliyet kaynaklı kirliliğin başlıca nedenleri gübre ve tarım ilacı kullanımına dayanmaktadır. Nilüfer Çayı Alt Havzasında şeftali yetiştiriciliği yoğun bir şekilde yapılmakta ve üretim aşamasında fazla miktarda bitki koruma ilacı kullanılmaktadır.

Nilüfer Çayı Alt Havzası sanayileşmenin çok yoğun olduğu bir alanı kapsamaktadır. 7 adet OSB, ve 6 adet ıslah OSB olmak için başvurusunu yapmış sanayi bölgesi Nilüfer Çayı Alt Havzasının sınırları içerisinde yer almaktadır. Aynı zamanda bir çok münferit sanayi tesisi de bu bölgede varlığını sürdürmektedir. Havzada yer alan başlıca organize sanayi bölgeleri Nilüfer OSB, Bursa Ticaret ve Sanayi Odası OSB, Kestel OSB, Bursa Deri İhtisas OSB, Hasanağa OSB, Gürsu OSB ve Demirtaş OSB'dir⁶. Bu organize sanayi bölgelerinin hepsi atıksu deşarjlarını Nilüfer Çayı'na yapmaktadır⁷.

⁶ Ölmez, G. (2014). "Yerüstü Su Kaynaklarında Su Kalitesinin İyileştirilmesi için Çevresel Hedeflerin Belirlenmesi". T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi.

⁷ Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi. (2010) Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Yeşilirmak Havzası Raporu. http://www.cygm.gov.tr/CYGM/Files/Guncelbelgeler/HAVZA_FiNAL/Yesilirmak/Ye%C5%9Fil%C4%B1rmak%20Havzas%C4%B1.pdf (21.10.2017)

Nilüfer Çayı'nın sularını tahliye eden başlıca kolları Deliçay, Aksu, Kestel, Gökdere, Nazlıdere, Sardere ve Kelesen'dir. Bu derelerden Aksu ve Deliçay tarımsal sulamada aktif biçimde kullanılır. Nilüfer Çayı'na kirlilik taşıyan önemli derelerden biri Deliçay'dır. Bursa ilinin en büyük kentsel atıksu arıtma tesisi olan Doğu AAT çıkış suyunu Deliçay'a deşarj etmektedir. Nilüfer çayı ile birleşerek kirlilik yükünü Nilüfer Çayı'na taşıyan bir diğer su kaynağı ise Ayvalı deresidir. Ayvalı deresi Bursa'nın en büyük kapasiteli ikinci atıksu arıtma tesisi olan Batı AAT'den ve Hamitler Sızıntı Suyu AAT'sinden gelen deşarj suyunu almaktadır. Nilüfer Çayına kolları aracılığıyla taşınan kirlilik yükü dışında doğrudan gelen kirlilik kaynaklarından biri de Karacabey Evsel Atıksu Arıtma Tesisinin deşarj suyudur. Tüm bunlar göz önüne alındığında, Nilüfer Çayı Alt Havzası boyunca ciddi bir kirlilik taşınımı gözlenmektedir⁸.

⁸ Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi. (2010) Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Yeşilirmak Havzası Raporu.
http://www.cygm.gov.tr/CYGM/Files/Guncelbelgeler/HAVZA_FINAL/Yesilirmak/Ye%C5%9Fil%C4%B1rmak%20Havzas%C4%B1.pdf
(21.10.2017)

3. BASKILAR VE HAVZA KİRLİLİK PROFİLİ

Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası'ndaki baskılar kentsel ve endüstriyel kaynaklı noktasal kirleticiler ve yayılı kirleticiler başlıkları altında incelenmiş ve kirlilik profilleri çıkarılmıştır.

Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası'nda kentsel kaynaklı baskılar olarak havzalarda yer alan kentsel nitelikli atıksu arıtma tesisleri (AAT) (Yeşilırmak Havzasında toplam 47 AAT, Nilüfer Alt Havzasında 4 AAT) dikkate alınmıştır.

Noktasal kaynaklarda önemli bir payı olan endüstriyel faaliyetlerden oluşan kirletici kaynaklarının tespiti kapsamında Yeşilırmak havzasında endüstriyel üretim yapan 239 tesis belirlenmiştir. Bu tesislerden 193 tanesinin üretimleri sırasında atıksu oluşmaktadır. Nilüfer havzası için ise 1600 tesis belirlenmiştir. Bu tesislerden 1581 tanesi organize sanayi bölgesi dahilinde faaliyet gösteren tesislerdir ve atıksuları organize sanayi bölgesi arıtma tesislerinde toplanmaktadır.

Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası yayılı kaynakları için kirletici envanteri çalışması kapsamında öncelikle her iki havza için ulaşılan tarımsal üretimde kullanılan faaliyet temelli pestisit listeleri ve "Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanımı Neticesinde Meydana Gelen Su Kirliliğinin Tespiti ve Madde veya Madde Grubu Bazında Çevresel Kalite Standartlarının Belirlenmesi Projesi (BIKOP) kapsamında kullanıldığı tespit edilen pestisitler kapsanarak yayılı kaynaklar için Yeşilırmak Havza'sında 141 aday kirleticiyi ve Nilüfer Alt Havza'sında 115 aday kirleticiyi içeren bir envanter oluşturulmuştur.

SÇD'de (2000/60/EC) belirtilen ve ülkemiz Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde adı geçen 45 öncelikli kirleticinin su kaynaklarında her ay izlenmesi gerekmektedir. Ülkemiz için 250 adet olarak belirlenmiş "belirli kirleticilerin" ise, üç aylık periyotlarla yılda 4 kez izlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, 250 kirleticinin tüm nehir havzalarında yönetmeliklerin gerektirdiği kapsamda izlenmesi, çok ciddi bir maliyete yol açacaktır. Bu nedenle; havzada görülen belirli kirleticilerin önceliklendirilmesi ve bir nehir havzasında öne çıkan kirleticilerin o havza için belirli kirletici olarak tanımlanmasının doğru olacağı değerlendirilmiş ve bu yönde çalışma gerçekleştirilmiştir.

Kirleticilerin, insan sağlığına ve ekosisteme olan olumsuz etkilerinin önlenmesi açısından üretim miktarları, kullanım miktarları, kalıcılıkları, toksisiteleri, biyobirikim potansiyelleri, uzun menzilli taşınım potansiyelleri ve doğaya olumsuz etkileri göz önüne alınarak önceliklendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda; Kombine Model Bazlı ve İzleme Bazlı Önceliklendirme (COMMPS), Norman, Toplam Tehlike Skoru (TTS), Toplam Etki Skoru (TES) ve ABD Temiz Su Kanunu Önceliklendirme yöntemlerine ek olarak, havzaya özgü belirli kirleticileri belirlemeye yönelik olarak risk bazlı sıralama çalışması da yapılmıştır.

Bu yöntemler kısaca aşağıda özetlenmiştir.

I. COMMPS Yöntemi

AB’de Su Çerçeve Direktifi kapsamında kullanılmakta olan kombine modelleme ve izleme bazlı önceliklendirme metodudur. Bu metoda göre, kirleticilerin sıralanması ya da önceliklendirilmesi için, aday kimyasal listesi belirlendikten sonra, listede yer alan her kimyasal için risk bazlı skor, maruziyet ve etki skorlarının çarpımı sonucu elde edilmekte ve hesaplanan risk skoruna göre kimyasallar sıralanmakta ve öncelikli maddeler belirlenmektedir.

Maruziyet skoru, eldeki mevcut verilere göre modelleme bazlı ya da izleme bazlı olarak iki farklı şekilde hesaplanabilir. Modelleme bazlı maruziyet skoru; emisyon, sucul ortama dağılma ve sucul ortamda bozunma kriterleri temel alınarak hesaplanır. Emisyon değeri için kimyasalın yıllık kullanım değerleri ve kullanım kategorisi, dağılma değeri için Mackay I modeli aracılığıyla denge halindeki kimyasalın su ortamındaki fraksiyonu, bozunma değeri için ise kimyasalın sucul ortamdaki biyolojik olarak bozunurluğu dikkate alınır. İzleme bazlı maruziyet skoru hesaplanırken her bir izleme noktasında, kirleticiye ait ölçüm sonuçları dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

Etki skoru; kimyasalın sucul çevreye olan direkt etkisi, dolaylı etkisi ve insan sağlığına olan etkisi göz önüne alınarak hesaplanır. Direkt etki değeri için kimyasalın standart test organizmaları (balık, omurgasız ve alg) kullanılarak belirlenen akut (LC₅₀) veya kronik toksisite verileri (NOEC, no effect concentration) göz önüne alınır. Dolaylı etki değeri için ise; kimyasalın biyokonsantrasyon faktörü (BCF), molekül ağırlığı (MA) ya da oktanol-su ayrılma katsayısı (K_{ow}) hesaba katılır⁹.

II. NORMAN Yöntemi

Veri mevcudiyeti bakımından homojen gruplar elde etmek açısından kimyasallar, izleme, tayin edilme sıklığı ve PNEC (hiçbir etkinin olmadığı varsayılan konsantrasyon) verileri göz önüne alınarak eylem sınıflarına ayrılır. Kimyasal için uygun eylem sınıfı seçildikten sonra önceliklendirme yapılması için maruziyet, tehlike ve risk değerlendirilmesi yapıp elde edilen skorlar toplanır.

Maruziyet skoru kimyasalın ait olduğu eylem sınıfına göre gözlemlenen maruziyet ve/veya tahmin edilen maruziyet olarak hesaplanır. Gözlemlenen maruziyet değeri için tayin limitinin üzerinde ölçüm sıklığı, pozitif ölçüm sonuçları mevcut ülke sayısı, pozitif ölçüm sonuçları, konsantrasyon trendi ve yeraltı suyunda görülme kriterleri göz önüne alınır. Tahmin edilen

⁹ Klein, W., Denzer, S., Herrchen, M., Lepper, P., Müller, M., Sehr, R., Volmer, J. & Storm, A. (1999). Revised Proposal for a List of Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive (COMMPS Procedure)

maruziyet için ise kimyasalın yıllık kullanım/üretim miktarı ve kullanım biçimi kriterleri dikkate alınır.

Tehlike skoru için kimyasalın kalıcılık, biyoakümülyasyon, toksisite (PBT) kriterleri, uzun mesafe taşınım potansiyeli, standart olmayan toksisite ölçüleri, kanserojen, mutajen ve üreme üzerine toksik etkileri, endokrin bozucu özelliği hesaba katılır.

Risk skoru ise kimyasala ait en düşük PNEC değerinin izleme noktalarındaki aşılma sıklığı ve aşılma boyutu hesaba katılarak hesaplanır¹⁰.

III. TTS Yöntemi

Modelleme bazlı bir önceliklendirme yaklaşımı olan TTS’de toplam skor, tehlike ve maruziyet skorları dikkate alınarak hesaplanır. Tehlike skorunda kimyasalın kalıcılık (yarı ömür), biyoakümülyasyon (BCF), toksisite (NOEC, kanserojen/ mutajen/ üreme üzerinde toksik etki kategorisi) ve endokrin bozuculuk özellikleri puanlandırılır. Maruziyet skorunun hesaplanması için ise kimyasalın toplam üretim miktarı ve kullanım şekli göz önüne alınır¹¹.

IV. TES Yöntemi

Toplam etki skoru, kimyasalın çevresel etkisini ve maruziyet derecesini baz alır. Çevresel etki için toksisite (L(E)C₅₀) ve biyoakümülyasyon (BCF) parametreleri, maruziyet için ise kimyasalın yarı ömrü (t_{1/2}) ve Henry Sabiti (H) değerleri hesaba katılır. Elde edilen skorlara göre kimyasallar düşük, orta ve yüksek etkili olarak sınıflandırılır.

V. ABD Temiz Su Kanunu Önceliklendirme Yöntemi

Toksisite ve maruziyet değerlendirmeleri sonucu kimyasallar aldıkları skorlara göre sıralandırılır. Toksisite analizi için kimyasala ait sucul toksisite verileri (akut (LC₅₀) ve kronik toksisite (MATC- Maksimum izin verilebilir toksik madde konsantrasyonu)), memeliler üzerindeki toksik etkiler (Akut oral (LD₅₀), akut dermal (LD₅₀), kronik/sub-kronik (LD_{Lo}, TD_{Lo})), kanserojen, mutajen, teratojenik özellikler, biyoakümülyasyon verileri (BCF, BAF, Kow) ve kalıcılık değerleri (yarı ömür, hidroliz hızı, Henry sabiti, KD) göz önüne alınır. Maruziyet analizi için ise kimyasala ait ulusal bazda yıllık toplam deşarj miktarı (ton/yıl), tespit edildiği izleme noktası sayısı, alıcı ortamlarda su kolonunda ve sedimanda tespit edilme sıklığı (%), evsel ve endüstriyel deşarjlarda tespit edilme sıklığı (%) verileri hesaba katılır. Sonuç olarak belirli bir puanın üstünde olan kimyasallar öncelikli kirleticiler listesinde yer alır¹².

VI. Risk Bazlı Sıralama Yöntemleri

¹⁰ Dulio, Von der Ohe, P.C. (2013). NORMAN Prioritisation framework for emerging substances. France: NORMAN Association

¹¹ Daginnus, K., Gottardo, S., Payra-Perez, A., Whitehouse, P., Wilkinson, H., Zaldivar, JM. (2011). A model-based prioritisation exercise for the European Water Framework Directive. Int. J. Environ. Res. Public Health, 8, 435-455.

¹² EPA. (2014). Survey of Ranking and Scoring Systems. In *Developing the Risk-Screening Environmental Indicators*. USA.

Risk bazlı sıralama yöntemlerinin temel amacı, söz konusu kirleticilerin alıcı ortamdaki konsantrasyonlarının sucul canlılar için risk teşkil edip etmediğini incelemeye yönelik olarak risk değerlendirmesi yapmaktır. Bu kapsamda, pilot havzalara özgü belirli kirleticileri belirlemeye yönelik üç ayrı sıralama yöntemi incelenmiştir. Bu yöntemler kısaca aşağıda özetlenmiştir.

I. Ekotoksosite Bazlı Sıralama Yöntemi

Ekotoksikolojik veri kullanılarak yapılan risk değerlendirme çalışmasında, söz konusu kimyasalın alıcı ortamda ölçülen konsantrasyonunun, ekotoksosite etki konsantrasyonuna oranı “risk oranı” olarak tanımlanır. Risk oranı arttıkça, kimyasalın sucul canlılar için teşkil ettiği risk de artar. Bu da, kimyasalın sıralamada öne çıkmasına sebep olur. Çevresel konsantrasyon değeri için pilot havzalarda yürütülen izleme çalışmalarının sonuçları kullanırken, etki konsantrasyonu için ise literatürden ve çeşitli veritabanlarından elde edilen, üç farklı trofik seviye (balık, su piresi ve alg) için toksisite (EC_{50} ve LC_{50}) değerleri dikkate alınmıştır.

II. Biyoyoğunlaşma Faktörü (BCF) Bazlı Sıralama Yöntemi

BCF, bir kimyasalın sucul canlılarda birikme eğilimi gösterip göstermediğini ortaya koyan ve risk bazlı değerlendirmelerde kullanılan önemli bir göstergedir^{13,14}. Bir kimyasalın biyobirikim özelliği gösterip göstermediği REACH Yönetmeliği (1907/2006) Ek 13'te yer alan kriterlere bağlı olarak değerlendirilebilir. BCF değeri 5000 ve üzeri olan kimyasallar, çok biyoakümülatif olarak tanımlanırken, BCF değeri 2000 ve 5000 arasında olan kimsayallar ise biyoakümülatif olarak sınıflandırılmaktadır. Kimyasalın birikim potansiyeli arttıkça, sucul canlılar için teşkil ettiği risk de artmaktadır. Bu nedenle, literatürde bir çok çalışmada, BCF değerleri kimyasalların sıralanmasında kullanılmıştır¹⁵. Bu çalışma kapsamında ihtiyaç duyulan BCF değerleri, ekotoksosite etki konsantrasyonunda olduğu gibi literatürden ve çeşitli veritabanlarından elde edilmiştir.

¹³ Donnachie, R. L., Johnson, A. C., Moeckel, C., Pereira, M. G., & Sumpter, J. P. (2014). Using risk-ranking of metals to identify which poses the greatest threat to freshwater organisms in the UK. *Environmental Pollution*, 194 (2014), 17-23.

¹⁴ Zhang, Y., Johnson, A. C., Su, C., Zhang, M., Jürgens, M. D., Shi, Y., & Lu, Y. (2017). Which persistent organic pollutants in the rivers of the Bohai region of China represent the greatest risk to the local ecosystem? *Chemosphere*, 178 (2017), 11-18.

¹⁵ Johnson, A. C., Donnachie, R. L., Sumpter, J. P., Jürgens, M. D., Moeckel, C., & Pereira, M. G. (2017). An alternative approach to risk rank chemicals on the threat they pose to the aquatic environment. *Science of The Total Environment*, 599-600, 1372-1381. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.05.039

III. ÇKS Bazlı Sıralama Yöntemi

Öncelikli maddeler ve belirli kirleticiler için belirlenmiş olan ÇKS değerleri, alıcı ortamda ölçülen kimyasal konsantrasyonun, sucul canlılar için herhangi bir tehdit oluşturup oluşturmadığını anlamaya yönelik eşik konsantrasyonlar olarak düşünülebilir. Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan teknik rehber dokümanda, kirleticiler için ÇKS hesaplanırken, ilgili veritabanlarından elde edilen akut ve kronik toksisite verilerinin kullanılması önerilmektedir. Kısa dönem (akut) ve uzun dönem (kronik) maruziyete karşı sucul canlıları korumak amacıyla YO-ÇKS ve MAK-ÇKS değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, ÇKS Direktifi yılın farklı zamanlarında ölçülen kirleticilerin ortalama konsantrasyonlarının o kirleticiler için belirlenmiş olan YO-ÇKS değerlerini aşmaması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu kapsamda, ÇKS bazlı sıralama yöntemi ile alıcı ortamdaki ÇKS aşım değerleri değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme için, pilot havzalarda yürütülen izleme çalışmalarında elde edilen ortalama kirletici konsantrasyonunun, YO-ÇKS değerine oranı “risk oranı” olarak tanımlanmakta ve bu oran arttıkça, kimyasalın sucul canlılar için teşkil ettiği risk de artmaktadır.

Yeşilırmak Havzası belirli kirleticilerini belirlemeye yönelik olarak ülkemiz için belirlenmiş olan 250 adet belirli kirletici, yukarıda belirtilen önceliklendirme yöntemleri ile sıralamaya tabii tutulmuş ve Tablo 1’de yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Bu tablodan görüleceği üzere, farklı yaklaşımları baz alan çalışmaların sonuçları da farklılık göstermektedir. Tablo 1’de yer alan sonuçlar incelendiğinde, metallerin sıralamada öne çıktığı görülmektedir.

Tablo 1. İrdelenen Yöntemlere göre Yeşilırmak Havzası için Yapılan ÇKS’yi Aşan Belirli Kirletici Sıralama Sonuçları

Kirletici	NORMAN Sıralama	COMMPS Sıralama	Ekotoksisite Sıralama	BCF Sıralama	ÇKS Sıralama
Bromür	-	-	1	-	10
Alüminyum	4	21	2	1	2
Bakır	5	20	3	17	12
Çinko	2	11	4	20	1
Fenpropatrin	16	15	5	9	19
Demir	7	23	6	2	4
Krom	3	8	7	23	8
Fenpropimorf	23	6	8	10	15
Bis(2-etilhekzil) tereftalat	20	12	9	12	20
Tridekan	24	9	10	26	14
Diflubenuron	10	10	11	13	23
Etalfuralin	18	4	12	7	27
Silisyum	13	25	13	27	6
Diflufenikan	15	14	14	8	18
Kobalt	6	17	15	24	5
Protiofos	14	7	16	6	21
Serbest CN	-	-	17	22	13
Fentiyon	9	5	18	14	17

Kirletici	NORMAN Sıralama	COMMPS Sıralama	Ekotoksisite Sıralama	BCF Sıralama	ÇKS Sıralama
Vanadyum	11	18	19	4	7
Arsenik	1	2	20	3	26
Fenarimol	17	1	21	16	3
Antimon	8	3	22	15	9
Titanyum	25	24	23	21	22
Klorfenapir	26	19	24	5	24
1-Kloronaftalin	22	13	25	11	29
4-kloroanilin	19	16	26	19	16
Imidakloprid	21	22	27	25	28
Bor	12	26	-	18	25
PH	-	-	-	-	11

Benzer şekilde, Nilüfer Alt Havzası için yapılan önceliklendirme çalışması sonunda elde edilen Tablo 2’de görüleceği üzere, verilen farklı yaklaşımları baz alan çalışmaların sonuçları farklılık göstermiştir. Bu tabloda yer alan sonuçlar incelendiğinde, metaller ve 4,4’-DDE’nin sırlamada öne çıktığı görülmektedir.

Tablo 2. İrdelenen Yöntemlere göre Nilüfer Alt Havzası için ÇKS’yi Aşan Belirli Kirletici Sıralama Sonuçları

Kirletici	NORMAN Sıralama	COMMPS Sıralama	Ekotoksisite Sıralama	BCF Sıralama	ÇKS Sıralama
Çinko	1	8	11	13	4
Krom	2	2	8	16	3
Bakır	3	16	4	11	5
Alüminyum	4	6	2	1	1
Demir	5	15	7	2	2
Kobalt	6	9	15	17	6
Antimon	7	4	20	10	12
4,4’-DDE	8	1	1	4	8
Vanadyum	9	14	17	3	10
Difenokonazol	10	12	5	9	21
Diflufenikan	11	11	14	5	19
Piren	12	3	9	6	9
Atrazin-desetil	13	7	10	18	20
Fenpropatrin	14	10	6	7	16
Silisyum	15	18	16	-	11
4-kloroanilin	16	13	21	12	18
Titanyum	17	17	19	14	14
Ksilen (m)	18	19	12	-	22
Fenpropimorf	19	5	13	8	17
Bromür	-	-	3	-	13
PH	-	-	-	-	7
Serbest CN	-	-	18	15	15

4. SU KALİTESİ İZLEME VE ANALİZ ÇALIŞMALARI

Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası'nda gerçekleştirilen saha çalışmaları kapsamında alıcı ortam, kentsel ve endüstriyel AAT leri kapsayan istasyonlarda izleme gerçekleştirilmiştir. Yeşilırmak Havzasında 8 dönem, Nilüfer Alt havzası'nda 4 dönem izleme çalışması yürütülmüştür. Alınan örnekler, hem Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde yer alan konvansiyonel parametreler hem de belirli ve öncelikli kirleticiler açısından analiz edilmiştir.

Konvansiyonel parametreler açısından yapılan değerlendirmeler için Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nin Ek 5 Tablo 2'sinde yer alan "Kıta içi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" esas alınmış ve izleme istasyonlarında elde edilen sonuçlar çerçevesinde su kalite sınıflandırması yapılmıştır.

Öncelikli maddeler ve belirli kirleticiler açısından yapılan değerlendirmeler için Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nin Ek 5 Tablo 5'te yer alan "Yerüstü Su Kaynakları için Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartları" ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nin Ek 5 Tablo 4'te yer alan "Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartları" esas alınmış ve izleme istasyonlarında elde edilen sonuçlar çerçevesinde değerlendirme yapılmıştır.

4.1. Yeşilırmak Havzası

Sekiz dönem izleme çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre, 133 kirleticinin konsantrasyonunun, o kirletici için belirlenmiş olan LOD değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Bu 133 kirleticiden, 42 tanesi ÇKS'yi aşmaktadır. ÇKS'yi aşan 42 kirletici içerisinde 12 öncelikli madde, 21 noktasal belirli kirletici ve 9 yayılı belirli kirletici bulunmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4'te verilen Yeşilırmak Havzası alıcı ortam istasyonlarında sekiz dönem izleme çalışmalarının ortalamalarına göre ÇKS'yi aşan 42 kirleticinin, maksimum, minimum ve ortalama konsantrasyonları ve kaç istasyonda ÇKS değerini aştığı Tablo 5'te özetlenmektedir. Al, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonları, izleme çalışmalarının yürütüldüğü 54 adet alıcı ortam istasyonunun hepsinde, V ve Si ise 53 adet istasyonda ÇKS'yi aşmıştır. Metaller için arkaplan hesaplamaları yapılmış olup, arkaplan konsantrasyonları dikkate alınmasına rağmen metallerin ÇKS'yi ciddi boyutta aştığı görülmektedir.

Tablo 3. Yeşılırmak Havzası'nda Tespit Edilen Kirleticiler (Kirletici konsantrasyonu $\geq$ LOD)

Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler
Antrasen	4,4'-DDD	PCB 138	Karbendazim
Benzen	4-Kloro-3-metilfenol; Paraklorometakresol	PCB 153	Klorfenapir
Klorfenvinfos	4-kloroanilin	PCB 180	Kloridazon; pirazon
1,2-dikloreten	Asenaften	PCB 28	Klopıralid
Diklorometan	Benzil benzoat	Perilen	Siromazin
DEHP	BBP	Permetrin	Diñlubenzuron
Floranten	Benzo(e)piren	Piren	Diñlufenikan
Hekzakloro-benzen	Bifenil	Sülfametoksazol	Dimetoat
Hekzakloro-sikloheksan	Bis(2-etilhekzil) tereñitalat	Ter-bütil-4- metoksifenol	Epoksikonazol
Nonilfenol	Bisfenol-A	Tridecane	Etalfluralin
Oktilfenol	p,p'-DDT	Ag	Fenarimol
Benzo(a)piren	p,p'-DDE	Al	Fenpropatrin
Benzo(b)loranten	Dekametilsiklopentasiloksan; Siloksan-D5	As	Fenpropimorf
Benzo(k)loranten	Diazinon	B	Fluroksipir
Benzo(g,h,i)perilen	DBP	Ba	Flutriafol
Indeno(1,2,3)piren	Dietil Fitalat	Be	Fosetil al
Trikloro-metan	Difenil eter; difenil oksit	Co	İmidakloprid
Dioksin	Difenilamin	Cr	Lenasil
Dioksin benzeri bileşikler	Diizobütil adipat	Cu	Mepikuat klorit
Aklonifen	DnOP	Fe	Metalaksil
Bifenoks	Endrin	Sb	Metrafenon
Diklorvos	Fenantren	Sn	Miklobutanil
Cd	Fentiyon	V	Paration-metil
Ni	Floren	Zn	Pikloram
Pb	Isodrin	Si	Piperonil butoksit
Hg	Kloroasetik asit	Ti	Prosimidon
1,1-Dikloroetan	Klorotalonil	Serbest CN	Propamokarb HCL
1-kloro-2,4-dinitrobenzen	Krisen	Bromür	Protiofos
1-Kloronaftalin	MBT	PH	Tebukonazol
1-metilnaftalin	n-bütilkalay triklorür	2,4-d isooktil ester	Tiakloprid
2,6-di-ter-butilfenol;2,6-di-tersiyer- butilfenol	Nitrobenzen	Lindan	Tiametokzam
2,6-ksilenol	p-(1,1-dimetilpropil)fenol	Buprofezin	Trifloksistrobin
2-kloronaftalin	PCB'ler	Kaptan	Trineksapak- etil
3,6-dimetilfenantren			

Tablo 4. Yeşilırmak Havzası'nda ÇKS'yi Aşan Kirleticiler Listesi ($\geq$ ÇKS)

Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler
Hekzakloro-benzen*	Bis(2-etilhekzil) tereftalat	Si
Hekzakloro-sikloheksan	Fentiyon	Ti
Nonilfenol	Tridekan	Serbest CN
Benzo(a)piren	Al	Bromür
Trikloro-metan	As	PH
Aklonifen	B	Klorfenapir
Bifenoks	Co	Diflubenzuron
Diklorvos	Cr	Diflufenikan
Cd	Cu	Etalfluralin
Ni	Fe	Fenarimol
Pb	Sb	Fenpropatrin
Hg*	Sn	Fenpropimorf
1-Kloronaftalin	V	Imidaklopid
4-kloroanilin	Zn	Protiofos

*Değerlendirmede MAK-ÇKS dikkate alınmıştır.

Kirletici konsantrasyonlarının ÇKS'yi aşıp aşmama durumlarının değerlendirilmesine ek olarak, ÇKS'si aşılacak kirleticiler için ÇKS'nin hangi düzeyde aşılmakta olduğu ya da o parametre açısından kirlenmenin hangi düzeyde olduğu değerlendirmesi de yapılmış ve bu şekilde havzalar açısından önemli olan kirleticiler tespit edilmeye çalışılmıştır (Tablo 6). Yüzde artışın yüksek oluşu, o kirleticiler açısından kirlenmenin daha ciddi boyutta olduğunu göstermektedir.

İzleme çalışmaları sonuçlarına göre alıcı ortamdaki kirliliğe en yüksek oranda katkıda bulunan kirleticilerin ilk dördü Diklorvos, Al, Fe ve Zn'dir. Bu dört kirleticiler de ortalama 50 ölçüm istasyonunda ÇKS değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Yani bu dört kirleticiler tüm nehirde yaygın kirleticiler olarak görülmektedir.

Tablo 5. Yeşilirmak Havzası Alıcı Ortam İzleme İstasyonlarında ÇKS’yi Aşan Kirlenmeler, Konsantrasyonları ve İstasyon Sayısı

Kirlenmeler	İzlenen İstasyon Sayısı	YO-ÇKS (µg/L)	Minimum Konsantrasyon (µg/L)	Ortalama Konsantrasyon (µg/L)	Maksimum Konsantrasyon (µg/L)	YO-ÇKS’yi Aşan İstasyon Sayısı
Hezokloro-benzen	54	0,05	0,000471	0,0061	0,17	1
Hezokloro-sikloheksan	54	0,02	0,0025	0,0061	0,039	2
Nonilfenol	54	0,3	0,0005	0,046	0,37	1
Benzo(a)piren	54	0,00017	0,00005	0,00079	0,037	4
Trikloro-metan	54	2,5	0,05	0,37	2,825	1
Aklonifen	54	0,12	0,0025	0,020	0,13	2
Bifenoks	54	0,012	0,0025	0,0081	0,046	11
Diklorvos	54	0,0006	0,00025	0,026	0,37	41
Cd	54	0,08	0,030	0,35	8,94	17
Ni	54	4	1,21	9,79	86,28	35
Pb	54	1,2	1,25	5,67	50,90	54
Hg	54	0,07	0,065	0,070	0,15	8
1-Kloronaftalin	54	0,7	0,0025	0,031	1,31	1
4-kloroanilin	54	0,005	0,0022	0,0029	0,0072	4
Bis(2-etilhekzil) tereftalat	54	0,1	0,0005	0,041	0,76	4
Feniyon	54	0,05	0,024	0,027	0,073	3
Tridekan	54	0,05	0,009	0,031	0,55	5
Al	54	48,07	50,16	1235,57	23681,11	54
As	54	53	0,64	12,87	242,63	3
B	54	707	45,42	248,34	926,97	1
Co	54	0,3	0,069	2,10	23,43	45
Cr	54	1,6	0,59	5,90	59,49	38
Cu	54	12,99	13,17	32,03	418,49	54
Fe	54	95,22	63,61	1818,62	34806,93	52
Sb	54	7,8	0,30	14,45	543,06	7
Sn	54	13	5,00	5,22	13,28	1
V	54	1,6	1,45	7,19	80,59	53
Zn	54	5,9	7,73	690,93	33519,99	54
Si	54	1830	976,20	7693,56	31986,67	53

ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü

Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi

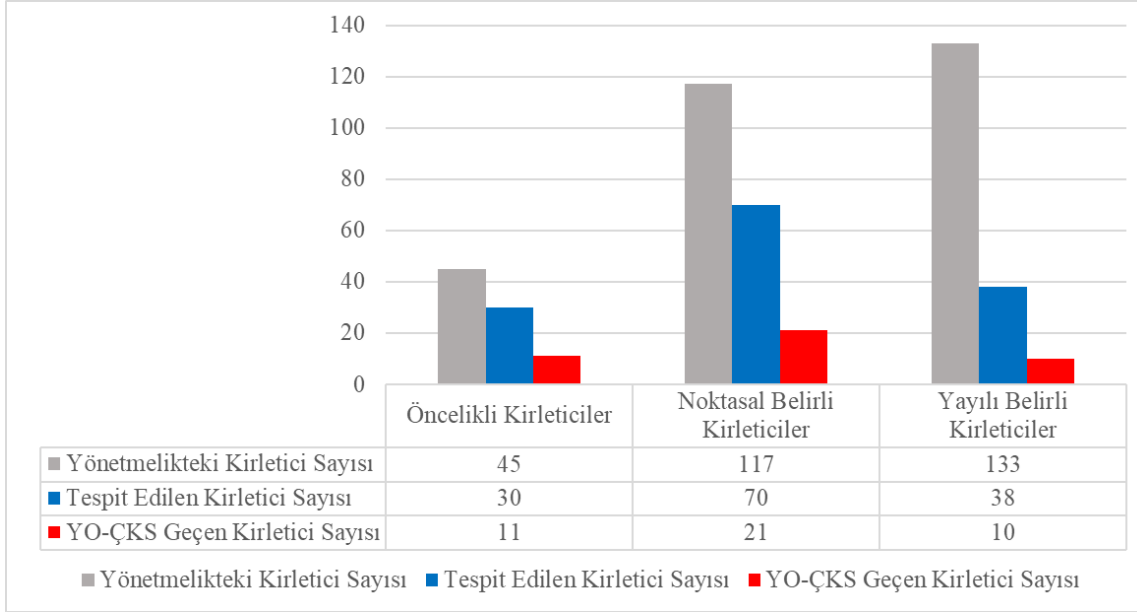
Kirleticiler	İzlenen İstasyon Sayısı	YO-ÇKS (µg/L)	Minimum Konsantrasyon (µg/L)	Ortalama Konsantrasyon (µg/L)	Maksimum Konsantrasyon (µg/L)	YO-ÇKS'yi Aşan İstasyon Sayısı
Ti	54	26	3,84	19,95	337,55	4
Serbest CN	54	1,2	0,5	1,08	8,31	6
Bromür	54	31	15,00	74,48	575,03	30
PH	54	96	12,50	219,11	361,8	49
Klorfenapir	54	0,007	0,0025	0,0026	0,008	1
Diflubenzuron	54	0,13	0,025	0,046	0,33	2
Diflufenikan	54	0,01	0,0042	0,0052	0,012	1
Etalfluralin	54	0,3	0,0025	0,062	0,43	2
Fenarimol	54	0,07	0,023	0,75	39,41	1
Fenpropatrin	54	0,01	0,005	0,0051	0,012	1
Fenpropimorf	54	0,1	0,05	0,061	0,27	4
Imidakloprid	54	0,14	0,01	0,016	0,15	1
Protiofos	54	0,1	0,023	0,043	0,55	3

Tablo 6. Yeşılırmak Havzası'nda Kirleticilerin Alıcı Ortamdaki Kirliliğe Yüzde Katkıları

Kirleticiler	YO-ÇKS (µg/L)	YO-ÇKS'yi Aşan İstasyon Sayısı	Min.	Ort.	Mak.
Hekzakloro-benzen	0,05	1	0,942	12,12	345,62
Hekzakloro-sikloheksan	0,02	2	12,5	30,46	197,22
Nonilfenol	0,3	1	0,17	15,50	124,22
Benzo(a)piren	0,00017	4	29,41	462,31	21830,02
Trikloro-metan	2,5	1	2,00	14,93	113,00
Aklonifen	0,12	2	2,08	16,59	109,16
Bifenoks	0,012	11	20,83	67,24	381,37
Diklorvos	0,0006	41	41,67	4270,98	62304,77
Cd	0,08	17	36,88	438,35	11180,84
Ni	4	35	30,37	244,65	2157,01
Pb	1,2	54	104,19	472,42	4241,38
Hg	0,07	8	92,86	100,25	214,29
1-Kloronaftalin	0,7	1	0,36	4,42	186,82
4-kloroanilin	0,005	4	44,87	57,12	143,86
Bis(2-etilhekzil) tereftalat	0,1	4	0,50	41,00	756,88
Fentiyon	0,05	3	47,55	54,93	145,74
Tridekan	0,05	5	18,00	61,83	1103,15
Al	48,07	54	104,34	2570,35	49263,81
As	53	3	1,21	24,27	457,80
B	707	1	6,42	35,13	131,11
Co	0,3	45	22,95	701,05	7809,40
Cr	1,6	38	36,97	368,79	3717,83
Cu	12,99	54	101,38	246,55	3221,60
Fe	95,22	52	66,81	1909,91	36554,22
Sb	7,8	7	3,80	185,21	6962,27
Sn	13	1	38,46	40,14	102,16
V	1,6	53	90,78	449,40	5036,71
Zn	5,9	54	130,93	11710,72	568135,38
Si	1830	53	53,34	420,41	1747,91
Ti	26	4	14,75	76,72	1298,27
Serbest CN	1,2	6	41,67	88,75	692,50
Bromür	31	30	48,39	240,24	1854,92
PH	96	49	13,02	232,63	376,88
Klorfenapir	0,007	1	35,71	37,54	109,82
Diñlubenzuron	0,13	2	19,23	35,48	250,71
Diñlufenikan	0,01	1	42,098	52,15	118,99
Etalfluralin	0,3	2	0,83	20,58	142,55
Fenarimol	0,07	1	33,11	1077,56	56297,94
Fenpropatrin	0,01	1	50	51,31	120,59
Fenpropimorf	0,1	4	50	61,05	271,16
Imidaklopid	0,14	1	7,14	11,18	108,48
Protiofos	0,1	3	23,15	43,01	548,85

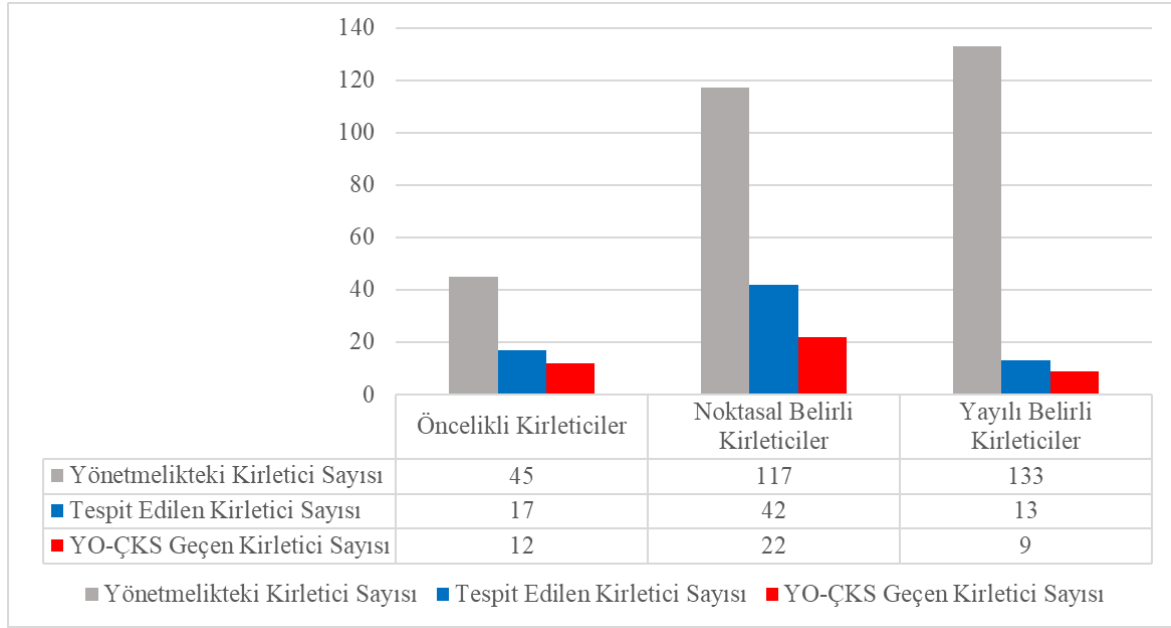
Yeşılırmak Havzası alıcı ortam izleme çalışmaları kapsamında 54 alıcı ortam istasyonunda izleme çalışması yapılmıştır. Bu istasyonların her birinde 45 öncelikli kirletici, 117 noktasal belirli kirletici ve 133 yayılı belirli kirletici için analiz çalışması yürütülmüştür. Yeşılırmak Havzası alıcı ortam istasyonlarında gerçekleştirilen bu analiz çalışmalarının ortalama sonuçlarına göre hazırlanan ve bu istasyonlarda tespit edilen ve ÇKS değerini aşan kirleticilerin

toplam sayısını gösterir grafik Şekil 3'te verilmiştir. 54 alıcı ortam izleme istasyonunda 30 farklı öncelikli kirletici, 70 farklı noktasal belirli kirletici ve 38 farklı yayılı belirli kirletici tespit edilirken, bu istasyonlarda 11 farklı öncelikli kirletici, 21 farklı noktasal belirli kirletici ve 10 farklı yayılı belirli kirletici ÇKS değerini aşmıştır. Bu sonuçlara göre öncelikli kirleticilerin %24'ü ve belirli kirleticilerin %12'si Yeşilırmak Havzası alıcı ortam izleme çalışmalarında ÇKS'yi aşmış görünmektedir.



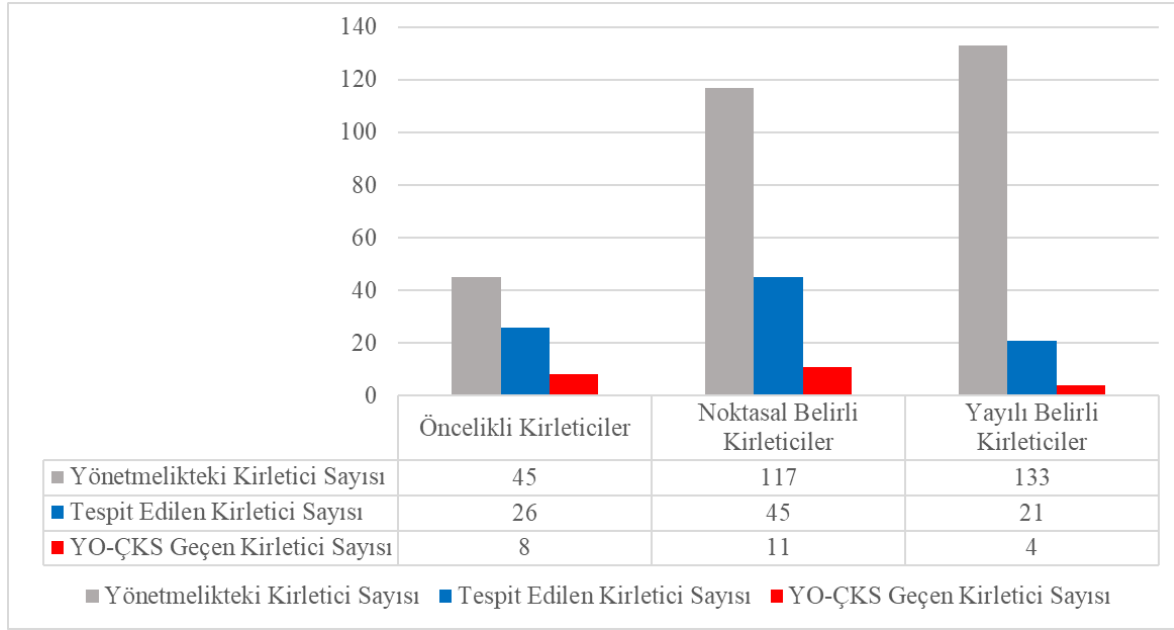
Şekil 3. Yeşilırmak Havzası Alıcı Ortamda Tespit Edilen ve ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı

Yeşilırmak Havzası noktasal kaynak izleme çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen izleme çalışmaları kapsamında da 45 öncelikli kirletici, 117 noktasal belirli kirletici ve 133 yayılı belirli kirletici için analiz çalışması yürütülmüştür. Yeşilırmak Havzası noktasal kaynak istasyonlarında gerçekleştirilen bu analiz çalışmalarının ortalama sonuçlarına göre hazırlanan ve bu istasyonlarda tespit edilen ve ÇKS değerini aşan kirleticilerin toplam sayısını gösterir grafik Şekil 4'te verilmiştir. 14 noktasal kaynak izleme istasyonunda 28 farklı öncelikli kirletici, 66 farklı noktasal belirli kirletici ve 31 farklı yayılı belirli kirletici tespit edilirken, bu istasyonlarda 7 farklı öncelikli kirletici, 27 farklı noktasal belirli kirletici ve 4 farklı yayılı belirli kirletici ÇKS değerini aşmıştır. Bu sonuçlara göre öncelikli kirleticilerin %15'i ve belirli kirleticilerin %12'si Yeşilırmak Havzası noktasal kaynak izleme çalışmalarında ÇKS'yi aşmış görünmektedir.



Şekil 4. Yeşilırmak Havzası Endüstriyel AAT’lerde ÇKS’yi Aşan Kirleticilerin Sayısı

Yeşilırmak Havzası kentsel atıksu arıtma tesisi istasyonlarında gerçekleştirilen analiz çalışmalarının ortalama sonuçlarına göre hazırlanan ve bu istasyonlarda tespit edilen ve ÇKS değerini aşan kirleticilerin toplam sayısını gösterir grafik Şekil 5’te verilmiştir. Altı kentsel atıksu arıtma tesisi izleme istasyonunda 26 farklı öncelikli kirletici, 45 farklı noktasal belirli kirletici ve 21 farklı yayılı belirli kirletici tespit edilirken, bu istasyonlarda 8 farklı öncelikli kirletici, 11 farklı noktasal belirli kirletici ve 4 farklı yayılı belirli kirletici ÇKS değerini aşmıştır. Bu sonuçlara göre öncelikli kirleticilerin %17’si ve belirli kirleticilerin %6’sı Yeşilırmak Havzası kentsel atıksu arıtma tesisi izleme çalışmalarında ÇKS’yi aşmış görünmektedir.



Şekil 5. Yeşilirmak Havzası Kentsel AAT’lerde ÇKS’yi Aşan Kirleticilerin Sayısı

4.2. Nilüfer Alt Havzası

Dört dönem izleme çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre, 100 kirleticinin konsantrasyonunun, o kirletici için belirlenmiş olan LOD değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7). Bu 100 kirleticiden, 34 tanesi ÇKS’yi aşmaktadır. ÇKS’yi aşan 34 kirletici içerisinde 12 öncelikli madde, 16 noktasal belirli kirletici ve 6 yayılı belirli kirletici bulunmaktadır (Tablo 8).

Nilüfer Alt Havzası alıcı ortam istasyonlarında dört dönem izleme çalışmalarının ortalamalarına göre ÇKS’yi aşan 34 kirleticinin, maksimum, minimum ve ortalama konsantrasyonları ve kaç istasyonda ÇKS değerini aştığı Tablo 9’da özetlenmektedir. Al, Cu ve Fe konsantrasyonları, izleme çalışmalarının yürütüldüğü 30 adet alıcı ortam istasyonunun hepsinde, Si ise 29, Zn, Bromür ve PH 28 adet istasyonda ÇKS’yi aşmıştır. Metallerin ÇKS’yi ciddi boyutta aştığı görülmektedir.

Tablo 7. Nilüfer Alt Havzası'nda Tespit Edilen Kirleticiler (Kirletici konsantrasyonu $\geq$ LOD)

Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler
Antrasen	1,2,4-trimetilbenzen	Piren	Kloridazon; pirazon
Benzen	1,3,5-trimetilbenzen; Mesitilen	TRI	Klopıralid
Klorfeninfos	1,4-diklorobenzen	Ag	Klotianidin
1,2-dikloreten	2,6-di-ter-butilfenol; 2,6-di-tersiyer-butilfenol	Al	Siprodinil
Diklorometan	3,6-dimetilfenantren	As	4,4'-DDE
DEHP	4,4'-DDD	B	Difenokonazol
Floranten	4-kloroanilin	Ba	Diflufenikan
Nonilfenol	Asenaften	Be	Dimetoat
Oktilfenol	p,p'-DDT	Co	Epoksikonazol
Benzo(a)piren	p,p'-DDE	Cr	Feneksamid
Benzo(b)loranten	DBP	Cu	Fenpropatrin
Benzo(k)loranten	Diklofenak	Fe	Fenpropimorf
Benzo(g,h,i)perilen	DnOP	Sb	Fluopiram
Indeno(1,2,3)piren	ETU	Sn	Flutolanil
Trikloro-metan	Fenantren	V	Fosetil al
Dioksin	Karbontetraklorür	Zn	İmidakloprid
Dioksin benzeri bileşikler	Krisen	Si	Metalaksil
Aklonifen	Ksilen (m)	Ti	Miklobutanil
Bifenoks	Ksilen (o)	Serbest CN	Pikloram
Diklorvos	PCB 101	Bromür	Piperonil butoksit
Cd	PCB 138	PH	Propamokarb HCL
Ni	PCB 153	2,4-d isooktil ester	Protiofos
Pb	PCB 180	Atrazin-desetil	Pirimetanil
Hg	PCB 28	Lindan	Tiakloprid
1,1-Dikloroetan	PCB 52	Karbendazim	Tiametokzam

Tablo 8. Nilüfer Alt Havzası'nda ÇKS'yi Aşan Kirletici Listesi ($\geq$ ÇKS)

Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler
Floranten	4-kloroanilin	Si
Nonilfenol	Ksilen (m)	Ti
Benzo(a)piren	Piren	Serbest CN
Benzo(g,h,i)perilen*	Al	Bromür
Trikloro-metan	Co	PH
Aklonifen	Cr	Atrazin-desetil
Bifenoks	Cu	4,4'-DDE
Diklorvos	Fe	Difenokonazol
Cd	Sb	Diflufenikan
Ni	V	Fenpropatrin
Pb	Zn	Fenpropimorf
Hg*		

*Değerlendirmede MAK-ÇKS dikkate alınmıştır.

Tablo 9. Nilüfer Alt Havzası Alıcı Ortam İzleme İstasyonlarında ÇKS'yi Aşan Kirlenmeler, Konsantrasyonları ve İstasyon Sayısı

Kirlenmeler	İzlenen İstasyon Sayısı	YO-ÇKS (µg/L)	Minimum Konsantrasyon (µg/L)	Ortalama Konsantrasyon (µg/L)	Maksimum Konsantrasyon (µg/L)	YO-ÇKS'yi Aşan İstasyon Sayısı
Floranten	30	0,0063	0,0005	0,52	9,66	3
Nonilfenol	30	0,3	0,0005	0,016	0,47	1
Benzo(a)piren	30	0,00017	0,00005	0,00076	0,0069	7
Benzo(g,h,i)perilen	30	0,0082	0,0005	0,0042	0,032	5
Triklorometan	30	2,5	0,05	0,32	2,87	1
Aklonifen	30	0,12	0,0025	0,0065	0,12	1
Bifenoks	30	0,012	0,0025	0,0029	0,016	1
Diklorvos	30	0,0006	0,00025	0,0014	0,0067	7
Cd	30	0,08	0,021	0,11	0,24	8
Ni	30	4	0,69	23,66	66,97	10
Pb	30	1,2	0,66	4,64	9,93	12
Hg	30	0,07	0,065	0,067	0,091	1
4-kloroanilin	30	0,005	0,0025	0,0029	0,0075	1
Ksilen (m)	30	24	0,05	2,93	67,49	1
Piren	30	0,1	0,0025	0,67	19,80	1
Al	30	2,2	25,61	1773,53	8234,13	30
Co	30	0,3	0,060	3,68	12,67	26
Cr	30	1,6	0,36	41,34	328,76	26
Cu	30	1,6	15,18	29,64	60,74	30
Fe	30	36	37,57	2780,42	13070,82	30
Sb	30	7,8	0,42	20,15	123,62	17
V	30	1,6	0,39	7,23	25,81	25
Zn	30	5,9	4,75	150,39	852,28	28

ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü

Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi

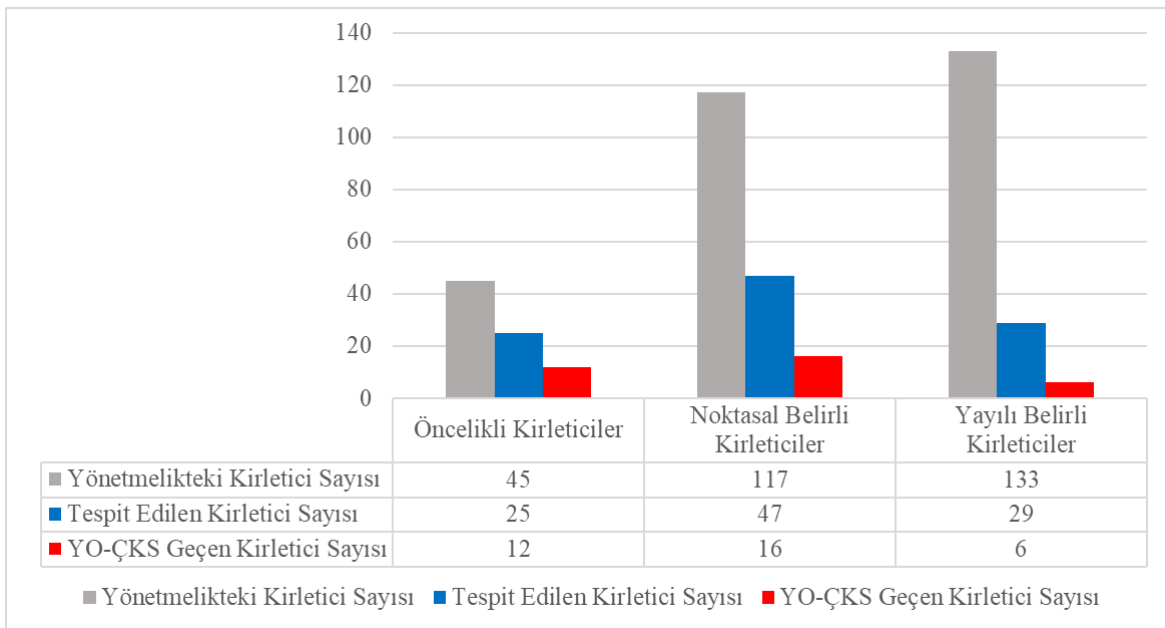
Kirleticiler	İzlenen İstasyon Sayısı	YO-ÇKS (µg/L)	Minimum Konsantrasyon (µg/L)	Ortalama Konsantrasyon (µg/L)	Maksimum Konsantrasyon (µg/L)	YO-ÇKS'yi Aşan İstasyon Sayısı
Si	30	1830	1631,5	6324,22	19240	29
Ti	30	26	2,15	34,66	165,79	15
Serbest CN	30	1,2	0,5	1,08	5,07	8
Bromür	30	31	30	59,19	190	28
PH	30	96	69	1052,5	16580	28
Atrazin-desetil	30	0,3	0,048	0,17	0,35	2
4,4'-DDE	30	0,02	0,0005	0,16	2,03	1
Difenokonazol	30	0,2	0,025	0,099	0,32	4
Diflufenikan	30	0,01	0,0043	0,0058	0,017	1
Fenpropatrin	30	0,01	0,005	0,0072	0,044	2
Fenpropimorf	30	0,1	0,05	0,063	0,36	2

Dört dönem izleme çalışmaları sonuçlarına göre alıcı ortamdaki kirliliğe en yüksek oranda katkıda bulunan kirleticilerin ilk beşi Al, Cu, Fe, Zn ve PH'dır. Bu beş kirletici de ortalama 29 ölçüm istasyonunda ÇKS değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Yani bu beş kirletici tüm nehirde yaygın kirleticiler olarak görülmektedir (Tablo 10).

Tablo 10. Nilüfer Alt Havzası'nda Kirleticilerin Alıcı Ortamdaki Kirliliğe Yüzde Katkıları

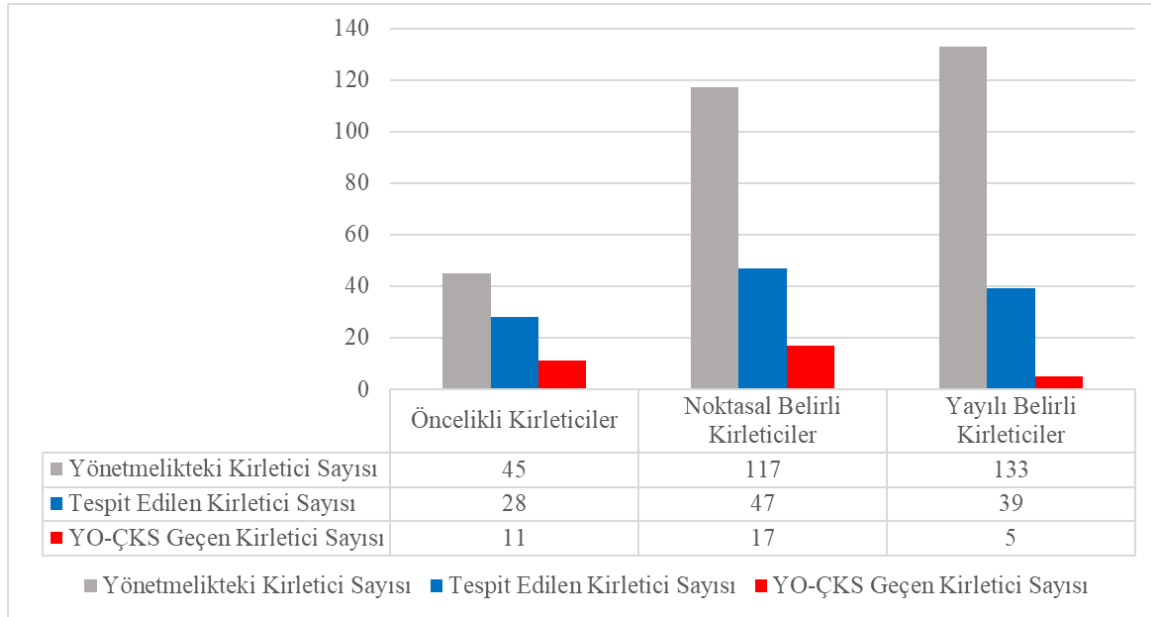
Kirleticiler	YO-ÇKS (µg/L)	YO-ÇKS'yi Aşan İstasyon Sayısı	Min.	Ort.	Mak.
Floranten	0,0063	3	7,94	8908,94	153335,32
Nonilfenol	0,3	1	0,17	5,71	155,35
Benzo(a)piren	0,00017	7	29,41	474,38	4087,16
Benzo(g,h,i)perilen	0,0082	5	6,10	54,14	394,78
Trikloro-metan	2,5	1	2,00	13,57	114,80
Aklonifen	0,12	1	2,08	5,65	102,05
Bifenoks	0,012	1	20,83	24,79	131,73
Diklorvos	0,0006	7	41,67	241,04	1114,58
Cd	0,08	8	26,59	139,93	294,76
Ni	4	10	17,29	591,57	1674,30
Pb	1,2	12	54,79	386,73	827,13
Hg	0,07	1	92,86	95,74	130,36
4-kloroanilin	0,005	1	50,00	58,94	150,56
Ksilen (m)	24	1	0,21	13,08	281,21
Piren	0,1	1	2,50	713,12	19802,13
Al	2,2	30	1164,29	85468,27	374278,81
Co	0,3	26	20,14	1286,40	4222,98
Cr	1,6	26	22,46	2742,43	20547,78
Cu	1,6	30	948,90	1894,16	3796,25
Fe	36	30	104,36	8192,56	36307,82
Sb	7,8	17	7,60	276,05	1584,88
V	1,6	25	24,58	473,34	1612,84
Zn	5,9	28	80,52	2489,07	14445,42
Si	1830	29	89,15	348,13	1051,37
Ti	26	15	8,26	140,72	637,67
Serbest CN	1,2	8	41,67	93,29	422,50
Bromür	31	28	96,77	190,76	612,90
PH	96	28	71,88	1160,86	17270,83
Atrazin-desetil	0,3	2	16,04	56,87	117,69
4,4'-DDE	0,02	1	2,50	784,36	10166,67
Difenokonazol	0,2	4	12,50	52,19	160,15
Diflufenikan	0,01	1	42,97	58,13	169,46
Fenpropatrin	0,01	2	50,00	73,34	436,20
Fenpropimorf	0,1	2	50,00	63,94	361,68

Nilüfer Alt Havzası alıcı ortam izleme çalışmaları kapsamında 30 istasyonda izleme çalışması yapılmıştır. Nilüfer Alt Havzası alıcı ortam istasyonlarında gerçekleştirilen bu analiz çalışmalarının ortalama sonuçlarına göre hazırlanan ve bu istasyonlarda tespit edilen ve ÇKS değerini aşan kirleticilerin toplam sayısını gösterir grafik Şekil 6’da verilmiştir. Otuz adet alıcı ortam izleme istasyonunda 25 farklı öncelikli kirletici, 47 farklı noktasal belirli kirletici ve 29 farklı yayılı belirli kirletici tespit edilirken, bu istasyonlarda 12 farklı öncelikli kirletici, 16 farklı noktasal belirli kirletici ve 6 farklı yayılı belirli kirletici ÇKS değerini aşmıştır. Bu sonuçlara göre öncelikli kirleticilerin %26’sı ve belirli kirleticilerin %8’i Nilüfer Alt Havzası alıcı ortam izleme çalışmalarında ÇKS’yi aşmış görünmektedir.



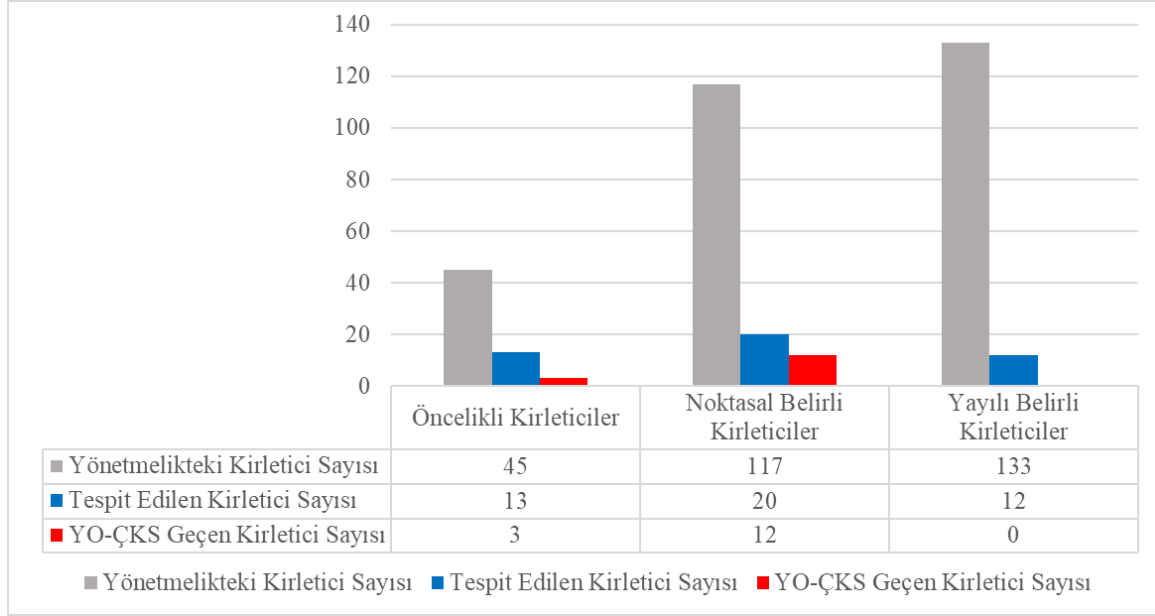
Şekil 6. Nilüfer Alt Havzası Alıcı Ortam İstasyonlarında ÇKS’yi Aşan Kirleticilerin Sayısı

Nilüfer Alt Havzası noktasal kaynak izleme çalışmaları kapsamında 11 istasyonda izleme çalışmaları yapılmıştır. Nilüfer Alt Havzası noktasal kaynak istasyonlarında gerçekleştirilen bu analiz çalışmalarının ortalama sonuçlarına göre hazırlanan ve bu istasyonlarda tespit edilen ve ÇKS değerini aşan kirleticilerin toplam sayısını gösterir grafik Şekil 7’de verilmiştir. 11 noktasal kaynak izleme istasyonunda 28 farklı öncelikli kirletici, 47 farklı noktasal belirli kirletici ve 39 farklı yayılı belirli kirletici tespit edilirken, bu istasyonlarda 11 farklı öncelikli kirletici, 17 farklı noktasal belirli kirletici ve 5 farklı yayılı belirli kirletici ÇKS değerini aşmıştır. Bu sonuçlara göre öncelikli kirleticilerin %24’ü ve belirli kirleticilerin %9’u Nilüfer Alt Havzası noktasal kaynak izleme çalışmalarında ÇKS’yi aşmış görünmektedir.



Şekil 7. Nilüfer Alt Havzası Endüstriyel AAT’lerde ÇKS’yi Aşan Kirleticilerin Sayısı

Nilüfer Alt Havzası kentsel atıksu arıtma tesisi izleme çalışmaları kapsamında iki istasyonda izleme çalışması yapılmıştır. Nilüfer Alt Havzası kentsel atıksu arıtma tesisi istasyonlarında gerçekleştirilen bu analiz çalışmalarının ortalama sonuçlarına göre hazırlanan ve bu istasyonlarda tespit edilen ve ÇKS değerini aşan kirleticilerin toplam sayısını gösterir grafik Şekil 8’de verilmiştir. İki kentsel atıksu arıtma tesisi izleme istasyonunda 13 farklı öncelikli kirleticisi, 20 farklı noktasal belirli kirleticisi ve 12 farklı yayılı belirli kirleticisi tespit edilirken, bu istasyonlarda 3 farklı öncelikli kirleticisi ve 12 farklı noktasal belirli kirleticisi ÇKS değerini aşmıştır. Bu sonuçlara göre öncelikli kirleticilerin %7’si ve belirli kirleticilerin %4’ü Nilüfer Alt Havzası kentsel atıksu arıtma tesisi izleme çalışmalarında ÇKS’yi aşmış görünmektedir.

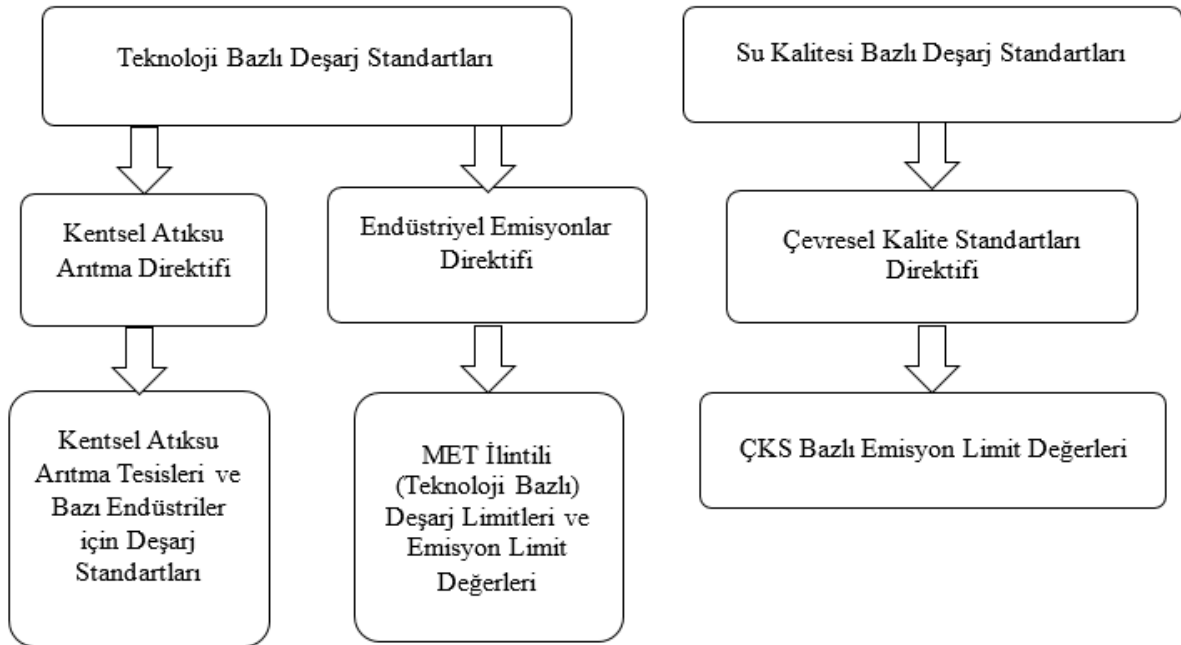


Şekil 8. Nilüfer Alt Havzası Kentsel AAT'lerde ÇKS'yi Aşan Kirleticilerin Sayısı

5. NOKTASAL KAYNAKLAR İÇİN ÇKS BAZLI DEŞARJ LIMITİ UYGULAMASI

5.1. Noktasal Deşarj Kontrolü Temel Yaklaşımı

Su kalitesindeki bozulmaya ilişkin problemleri anlama ve yönetme zorluğu arttığı ve geçmiş yaklaşımlar yetersiz kaldığı için yeni çözümler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ülkeler su kalitesinin mevcut durumunu korumak ve/veya iyileştirmek için farklı farklı yaklaşımlar benimsemişlerdir. Örneğin, son yıllarda alıcı ortam su kalitesini dikkate alan yaklaşımlar önem kazanmıştır. Gerek SÇD gerekse Temiz Su Yasası, kirlilik önleme ve kontrolünün hem emisyon sınır değerlerini hem de alıcı ortam standartlarını sağlayan kombine bir yaklaşıma dayalı olmasını şart koşmaktadır. Birincil amaç MET veya En İyi Yönetim Uygulamaları (BMP) aracılığıyla kirlilik kaynaklarında teknoloji bazlı deşarj standartlarını sağlamak için önlemler almaktır. Fakat teknoloji bazlı deşarj standartları uygulandığı halde alıcı ortam standartları sağlanamıyorsa, bu durumda su kalitesi bazlı deşarj limitlerinin uygulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. AB üye ülkeleri tarafından benimsenen deşarj limiti belirleme metodolojisi Şekil 9'da verilmektedir. Şekil 9'da görüldüğü üzere, alıcı ortam standartlarının ve deşarj standartlarının koordineli uygulanması gerekmektedir.

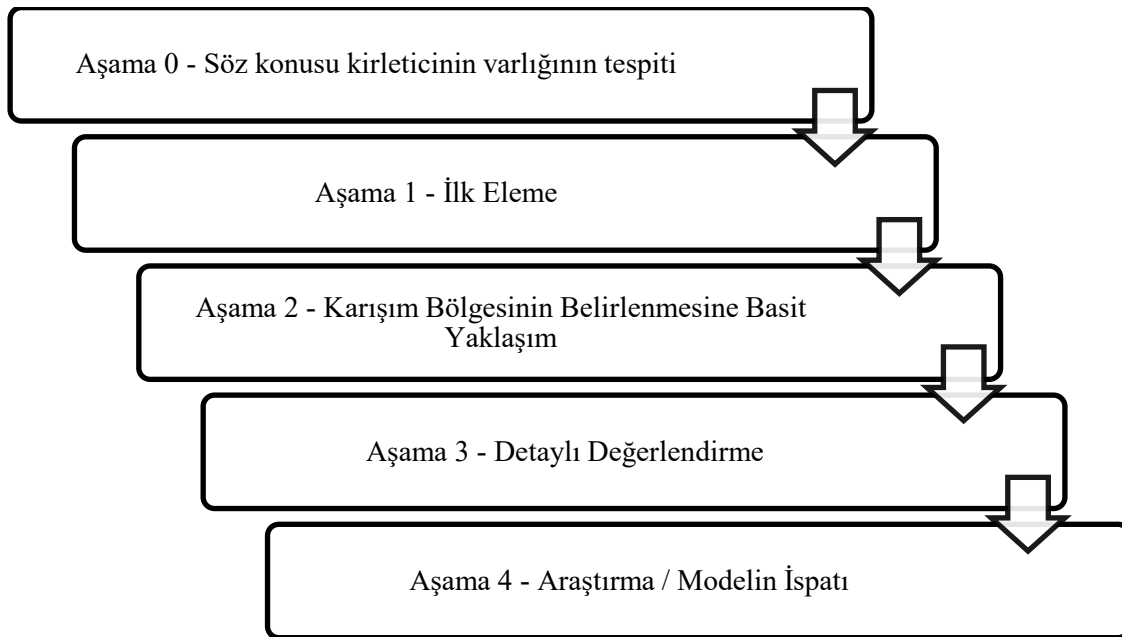


Şekil 9. AB Üye Ülkeleri Tarafından Benimsenen Deşarj Limiti Belirleme Metodolojisi

Her ne kadar uygulamalarda farklılık varsa da, ABD ve AB’de noktasal kaynakların kontrolünde benzer esasları takip etmektedir. AB mevzuatında alıcı ortam bazlı deşarj limitleri belirlenirken aşamalı yaklaşım stratejisi takip edilirken, ABD’de Günlük Maksimum Toplam Yük (GMTY) yaklaşımı önerilmektedir. Su kalitesi bazlı yaklaşımın temel adımları GMTY uygulaması gerektiren su kalitesi açısından kötü durumdaki suların belirlenmesi, bu suların önceliklendirilmesi ve GMTY geliştirilmesidir.

5.1.1. Aşamalı Yaklaşım

AB Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC) ortak uygulama strateji dökümanlarından “ÇKS Direktifi Uyarınca Karışım Bölgelerinin Belirlenmesine İlişkin Esaslar - Guidelines for the identification of Mixing Zones under the EQS Directive”a göre hazırlanan “Karışım Bölgesi Sonunda ÇKS Değerinin Sağlanması (CIS-WFD, 2010)” başlıklı teknik dökümanda noktasal kaynakların nasıl kontrol edileceği, deşarj standartları ve alıcı ortam standartlarının (ÇKS) nasıl uygulanacağını tarif edilmektedir. Tarif edilen aşamalı yaklaşım stratejisi uygulama olarak 5 adımdan oluşmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. AB SÇD Aşamalı Yaklaşım Uygulama Metodolojisi

Bu yaklaşımın temel hedefi deşarj limiti belirlenmesi gereken noktasal kaynakların durumlarını basitten komplekse göre irdeleyerek, alıcı ortam koşullarına en uygun çözümü sunmaktır. Aşama 0’da alıcı ortama bakılmaksızın, noktasal kaynağın deşarjının söz konusu kirleticiyi (öncelikli maddeler ve belirli kirleticiler) içerip içermediğine bakılmaktadır. İçerdiği durumda, kirleticinin noktasal kaynağın deşarjındaki konsantrasyonunun ÇKS ile karşılaştırılması

yapılmaktadır. Söz konusu kirleticinin ÇKS'den düşük olduğu deşarjlar dikkate alınmazken, söz konusu kirleticiyi içeren ve bu kirleticinin deşarjdaki konsantrasyonunun ÇKS'den yüksek olduğu deşarjlar bir sonraki aşama (Aşama 1) kapsamında değerlendirilmektedir.

Aşama 1, kirleticinin alıcı ortamda maruz kalacağı seyrelmeyi göz önünde bulundurarak yapılan ikinci değerlendirme yöntemidir. Bu aşamada noktasal kaynağın deşarjında YO-ÇKS değerini aşan kirleticinin alıcı ortama deşarj olduğu noktada maruz kalacağı seyrelmeden sonraki konsantrasyon değeri hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu değere proses katkısı "PC ya da PK" adı verilmiştir. Proses katkısı belirlenmesinde kullanılan hesaplama aşağıda verilmiştir.

$$Proses\ Katkısı(PK) = \frac{Q_{noktasal} * C_{noktasal}}{Q_{noktasal} + Q_{nehir}}$$

Burada:

$Q_{noktasal}$: Noktasal kaynak deşarj debisi ($m^3/gün$)

Q_{nehir} : Noktasal kaynağın deşarj edildiği alıcı ortam nehir debisi ($m^3/gün$)

$C_{noktasal}$: Noktasal kaynak deşarj konsantrasyonu ($\mu g/L$)

Bir sonraki aşamada PK değerinin hesaplanan kirleticinin ÇKS değerinin yüzde kaçına denk geldiği hesaplanmaktadır.

$$\%ÇKS = \frac{PK}{YO - ÇKS} * 100$$

Burada:

PK: Proses katkısı ($\mu g/L$)

YO-ÇKS: Yıllık ortalama ÇKS ($\mu g/L$)

Yapılan bu hesaplamalar sonucunda noktasal kaynak deşarjlarında görülen kirleticilerin alıcı ortamda ÇKS'ye göre ne kadarlık bir artışa sebep olacakları hesaplanmaktadır. Metodolojiye göre bu değerler teknik dökümanda verilen "izin verilebilir yüzde artış değerleri" ile karşılaştırılarak, belli bir limitin üzerinde artışa sebep olan kirleticiler Aşama 2'ye dahil edilmektedir. "İzin verilebilir yüzde artış değeri", nehir ve kanalların, genişlik, derinlik ve debilerine göre %0,5 ile %8 arasında bir değerdir. Ayrıca geçiş sularında uygulanan limit değerler, tatlı su limit değerlerine göre farklılık göstermektedir.

Aşama 2'de noktasal kaynak deşarj konsantrasyonunun kabul edilebilir olup olmadığının tespiti için karışım bölgesi hesaplaması yapılması gerekmektedir. Çeşitli matematiksel modellerle (tek boyutlu modeller, Deşarj Test vb.) hesaplanan karışım bölgesi sonunda ÇKS değeri sağlanamazsa, Aşama 3'e geçilmesi gerekmektedir.

Aşama 3, Aşama 2’de uygulanan yöneme göre çok daha karmaşık matematiksel modeller kullanılarak daha detaylı bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Aşama 3 sonunda hala ÇKS değerini sağlamayan deşarjlar için ise Aşama 4 dahilinde daha detaylı saha ve literatür/laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilerek deşarjın makul seviyelerde olup olmadığı incelenmektedir.

5.1.2. Karışım Bölgesi Yaklaşım

Teknoloji bazlı deşarj standartları uygulandığı halde öncelikli maddeler ve belirli kirleticiler için belirlenmiş olan ÇKS’ler sağlamadığı durumlarda, teknoloji bazlı deşarj standartlarının ötesinde tedbirler almak gerekmektedir. Bu durumda, AB, ÇKS Direktifi’nde yer alan karışım bölgesi tanımıyla üye ülkelere kolaylık sağlamaktadır. Bu kapsamda, hem AB tarafından belirlenmiş olan öncelikli maddeler hem de üye ülkeler tarafından belirlenmiş olan belirli kirleticilerin konsantrasyonlarının hemen deşarj noktasında değil de belirli bir karışım bölgesi sonunda ÇKS’yi sağlaması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Aynı Direktif, üye ülkelere kendi su kütleleri için karışım bölgesi tanımlamalarına izin vermektedir. Bu nedenle üye ülkeler karışım bölgesinin boyutunun belirlenmesinde farklı yaklaşımları benimsemişlerdir. Örneğin, Danimarka’nın da içinde bulunduğu bazı üye ülkeler, ilk seyrelme bölgesinden sadece küçük bir mesafe ötede karışım bölgesi uygulamaktadır. Kıyı sularında bu, deşarj noktasından 50 ile 100 metre uzaklıktadır. Diğer üye ülkelerde, kabul edilebilir karışım bölgesinin maksimum boyutu, su kütlesinin genişliğiyle doğru orantılıdır ve seçilen sabit maksimum değer ile sınırlandırılmıştır. Hollanda’da maksimum 1000 metre olmak koşuluyla, su kütlesi genişliğinin 10 katına eşittir. Avusturya’da 100 metre genişliğine kadar olan su kütleleri için, uzunluk 1000 metre ile sınırlandırılırken, genişliği 100 metreden fazla olanlar içinse uzunluk genişliğin 10 katı olarak belirlenmiştir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi ÇKS’lerin alıcı ortama deşarjın gerçekleştiği noktadan sonra üye ülkelerin belirlemiş olduğu belirli bir “karışım bölgesi” sonunda sağlanması gerekmektedir. Aşamalı yaklaşım adımları takip edilerek Aşama 2 kapsamında değerlendirilen deşarjlar için karışım bölgesinin boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir. “ÇKS Direktifi Uyarınca Karışım Bölgelerinin Belirlenmesine İlişkin Esaslar - Guidelines for the identification of Mixing Zones under the EQS Directive” adlı dokümanda farklı su kütleleri için karışım bölgesi boyutunun nasıl belirleneceğine ilişkin detaylar verilmektedir. Yine bu dokümanda ÇKS’nin ne kadar aşıldığının belirlenmesi amacıyla deşarj test yazılımını önerilmektedir.

Deşarj Test Yazılımı

Deşarj test yazılımı, makro tabanlı Microsoft Excel modeli olup, “ÇKS Direktifi Uyarınca Karışım Bölgelerinin Belirlenmesine İlişkin Esaslar - Guidelines for the identification of

Mixing Zones under the EQS Directive” dokümanında adı geçmektedir. Üye ülkelerin Aşama 2 kapsamında olan deşarjlarının değerlendirilmesi için kullanılmaktadır.

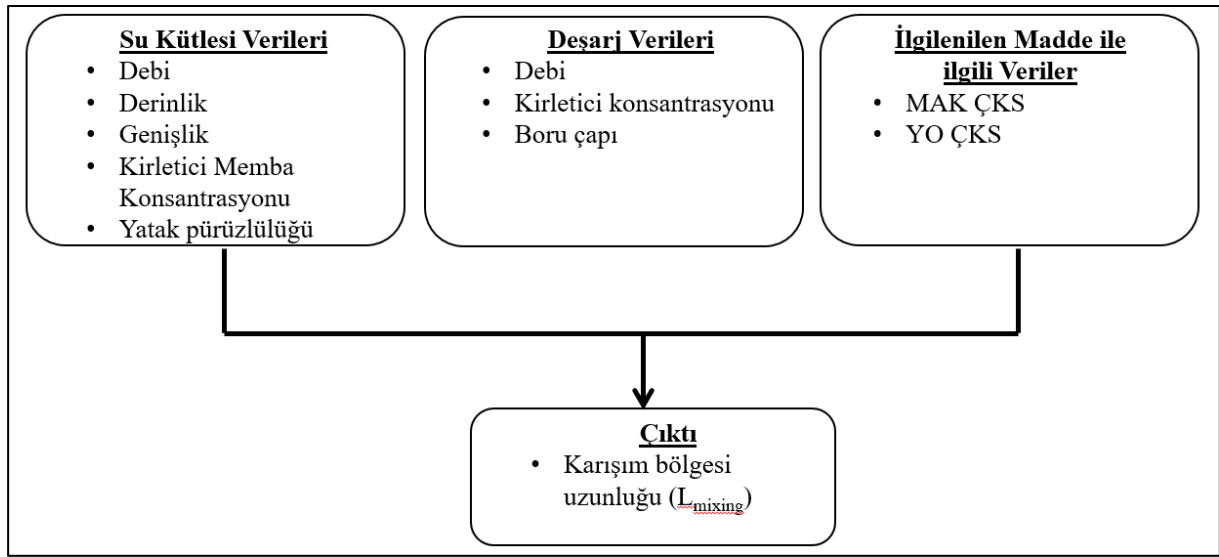
Yazılım tatlı sular için geliştirilmiştir. Hesaplamalar 4 farklı su kütlesi tipi için yapılabilmektedir. Alıcı ortam memba debisi, kirletici memba konsantrasyonu, su kütlesinin boyutları ve yatak pürüzlülüğüne ilişkin verilerin girilmesi gerekmektedir. Su kütlesine ilişkin veri ihtiyacı Şekil 11’de verilmiştir. Deşarja ilişkin istenilen veriler ise deşarj debisi, kirletici konsantrasyonu ve deşarj boru çapıdır (Şekil 12). Yazılımın veri ihtiyacı ve girilen bu verilerle elde edilen nihai çıktı Şekil 13’te özetlenmiştir.

INPUT DATA SURFACE WATER				
		river canal ditch or small canal lake		
flow	Q _{opp.}	1.00		m ³ /s
depth	h	2.6		m
width	b	50		m
upstreamconc.	C _w	10.000000		µg/l
L	=	500		m

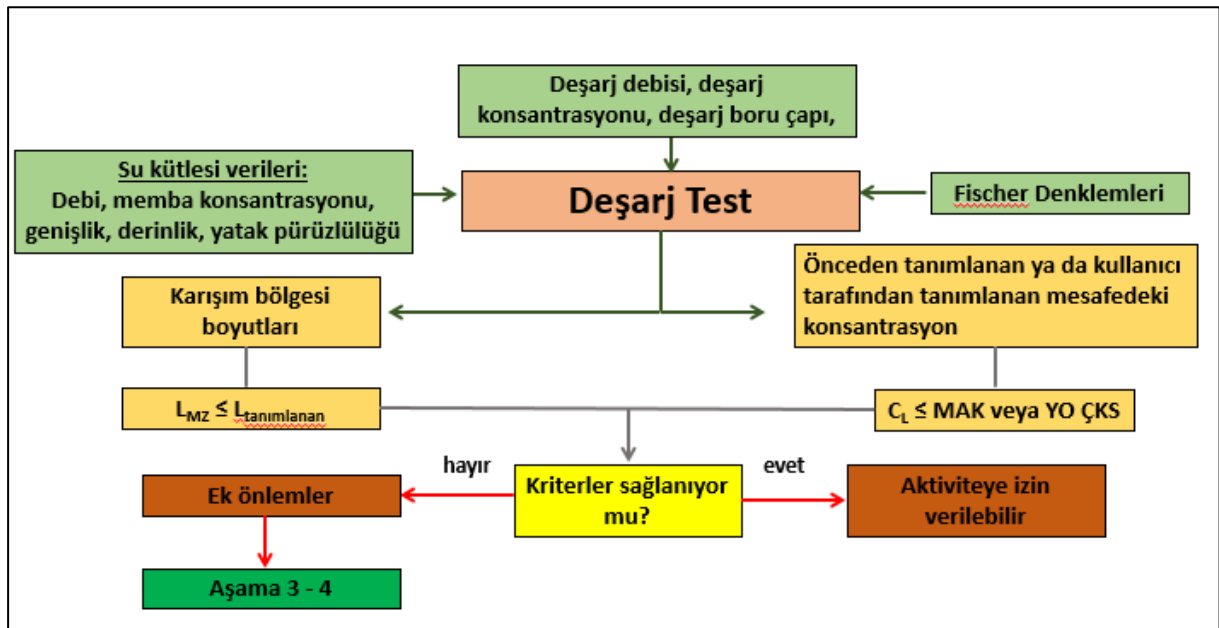
Şekil 11. Su Kütlesine İlişkin Veriler

INPUT DATA DISCHARGE				
		existing discharge reduced discharge		
	flow Q discharge	25.2		m ³ /hr
	diameter pipe D	0.1		m
	substance	tributyltin compounds		
	effluent concentration C _e	200.0		µg/l

Şekil 12. Deşarja İlişkin Veriler



Şekil 13. Deşarj Test Yazılımı Girdileri ve Çıktısı



Şekil 14. Deşarj Test Yazılımı Uygulama Döngüsü

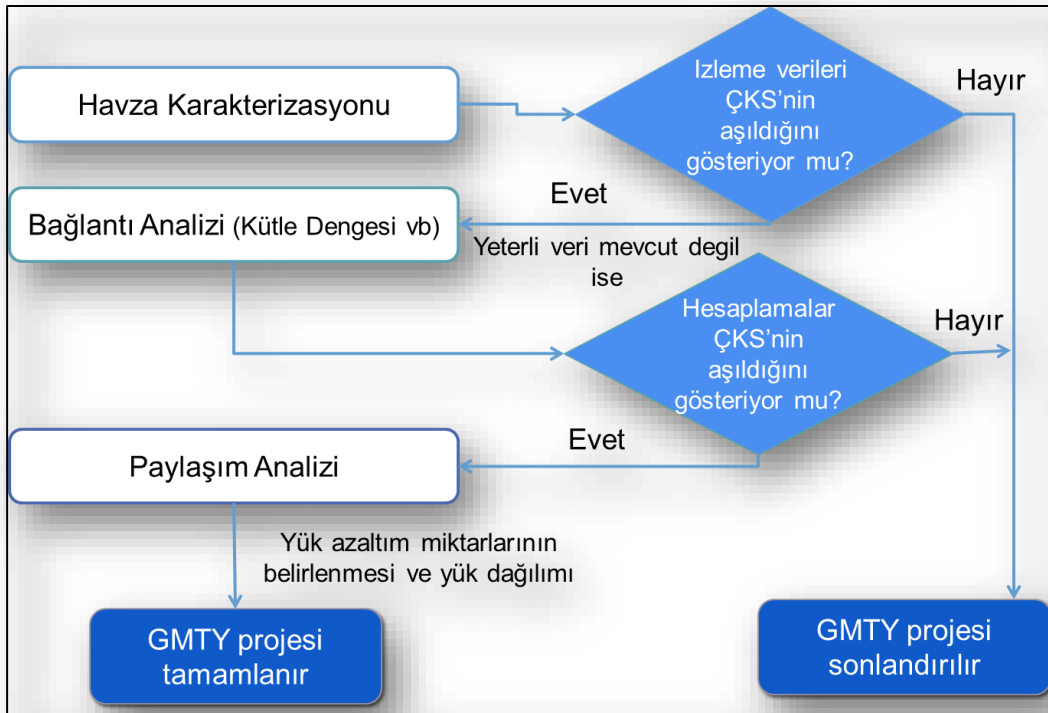
Şekil 14'te deşarj test yazılımının çalışma prensibi verilmiştir. Buna göre, yazılıma su kütlesine ve deşarja ilişkin veriler girilip, kirletici seçildikten sonra, yazılım Fischer denklemini baz alarak hesaplama yapmaktadır. Bu hesaplama sonucuna göre hem karışım bölgesinin boyutunu maksimum sınır değerle hem de karışım bölgesi sonundaki kirletici konsantrasyonunu ÇKS değeri ile karşılaştırmaktadır. Kriterlerin sağlandığı durumda aktiviteye izin verilirken, sağlanamadığı durumlarda ek önlemlerin alınması gerekliliği vurgulanmaktadır.

5.1.3. Karışım Bölgesiz Yaklaşım

Karışım bölgesiz yaklaşımda alıcı ortama gerçekleşecek her deşarjın, hemen deşarj noktasında ÇKS değerini sağlaması gerekmektedir. Karışım bölgesi yaklaşım alıcı ortamda ÇKS değerinin belirli bir karışım bölgesi sonunda sağlanması imkanını ortaya koyarken, karışım bölgesiz yaklaşımda hemen deşarj noktasında ÇKS'nin sağlanması gerekmektedir. GMTY ve deşarjın alıcı ortamda maruz kaldığı seyrelme faktörünü dikkate alarak yapılan hesaplamalar bu yaklaşım kapsamında değerlendirilmektedir.

GMTY

GMTY, bir su kütlelerinin istenen su kalitesini sağlayacak biçimde alabileceği en fazla kirletici yük miktarını ve bu kirletici yükün noktasal ve yayılı kaynaklar arasındaki dağılımını belirtmektedir. GMTY çalışması sonucunda noktasal ve yayılı kaynaklar için deşarj limiti ve bu kaynakların kontrolü için mekanizmalar belirlenmektedir. Şekil 15, GMTY hesaplama yaklaşımında nelerin dikkate alındığını göstermektedir.



Şekil 15. GMTY Hesaplama Yaklaşımı

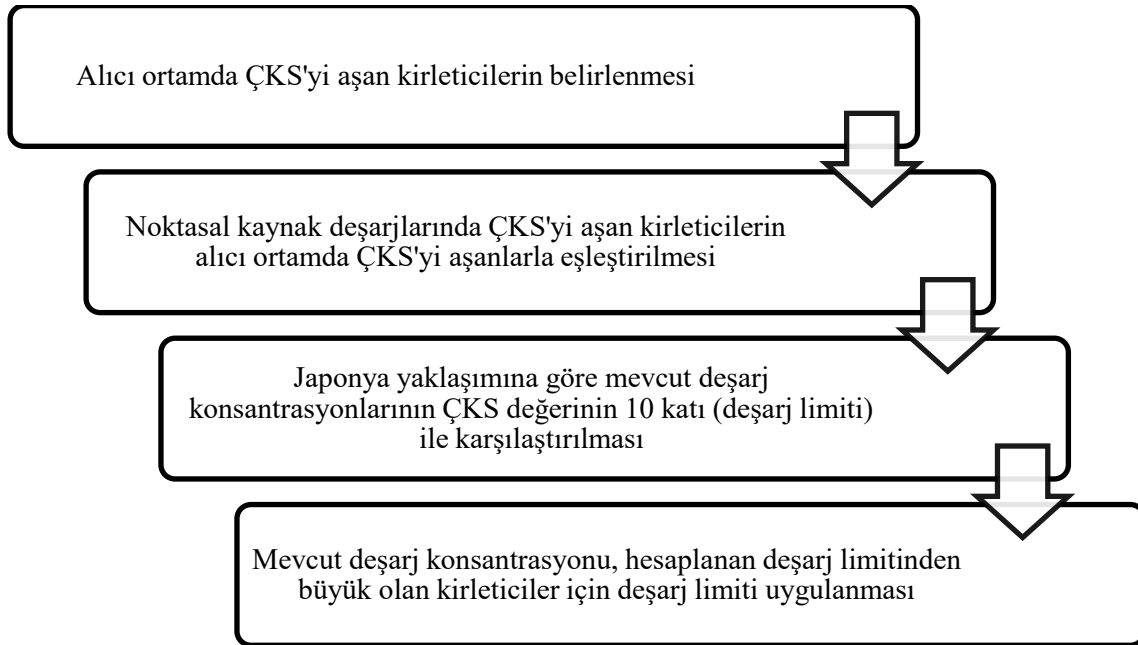
Temel olarak GMTY hesaplanırken, tüm noktasal kaynaklara ait bireysel kirlilik yükü payları (BKYP), yayılı kaynaklara ait yük payları (YKYP) ve su kütleindeki arka plan kirletici

miktarları toplanır ve bu hesaba emniyet payı eklenir. Arka plan kirleticisi miktarları, denklem içerisinde ayrı bir eleman olarak yer almamakta, yayılı kaynaklara dahil edilmektedir.

Seyrelme Faktörü

Japonya Yaklaşımı

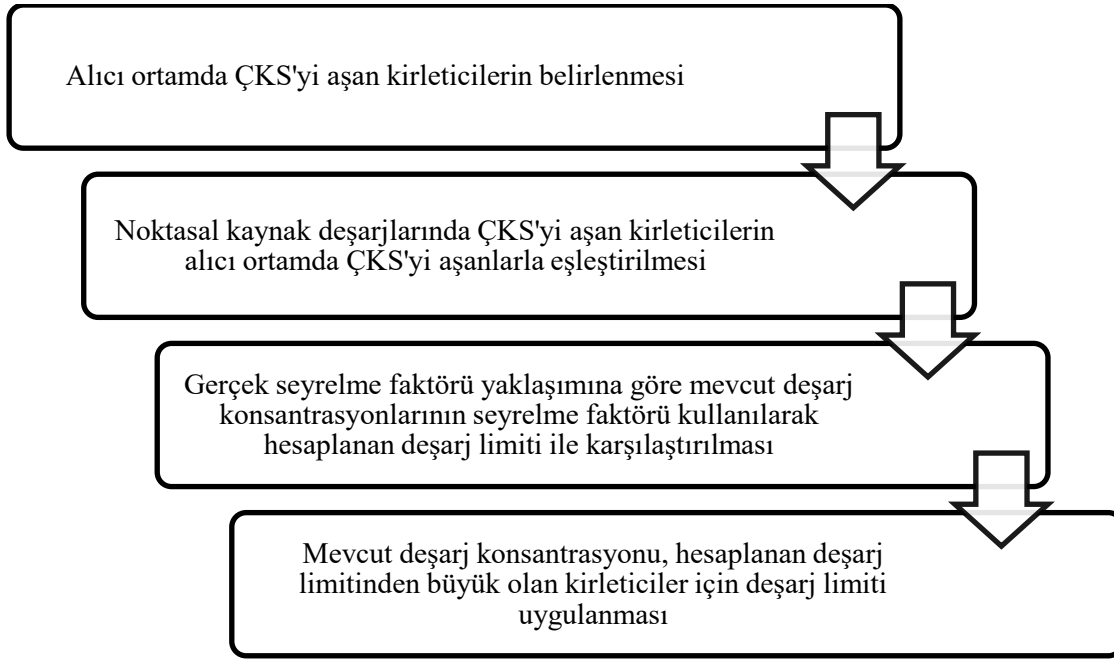
Japonya’da 50 m³/gün ve üzerinde atıksu üreten her endüstrinin uyması gereken ulusal emisyon sınır değerleri (ESD) ÇKS tablolarındaki değerlerinin 10 katı olacak şekilde belirlenmiştir. Bu durum ise, alıcı ortamda yaklaşık 10 kat seyrelme gerçekleşeceği varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımına göre izlenen yöntem Şekil 16’da özetlenmiştir.



Şekil 16. Noktasal Kaynaklar İçin Japonya Yaklaşımı Uygulama Metodolojisi

Gerçek Seyrelme Faktörü Uygulaması

Bu uygulamada, deşarjın alıcı ortamda maruz kaldığı seyrelme faktörü dikkate alınmaktadır. İzlenen yöntem Şekil 17’de özetlenmiştir.



Şekil 17. Noktasal Kaynaklar için Gerçek Seyrelme Faktörü Yaklaşımı Uygulama Metodolojisi

5.2. Ülkemiz için Önerilen ÇKS Bazlı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yaklaşımı

Alıcı ortam bazlı deşarj limitlerine geçişte uygulanması önerilen kısa, orta ve uzun vadeli stratejilere yönelik çalışmalar iki aşama halinde sunulmuştur.

Aşama 1 – SKKY’de Yer Alan Deşarj Standartlarının Revizyonu

Ülkemizde endüstriyel ve kentsel deşarjların kontrolünde deşarj standartları uygulanmakta, yeni yasal düzenlemelerle birlikte alıcı ortam kalitesi bazlı deşarj limitlerine geçiş planlanmaktadır. Bu geçişte ilk olarak; Mevcut SKKY’de yer alan sektörel deşarj standartlarına;

- AB Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (IED) kapsamında Mevcut En İyi Teknikler (MET) Referans Dokümanlarının (BREF) sonuçlar bölümünde yer alan MET Bazlı Emisyon Limitleri (METBEL) verilen kirletici parametreler ve önerilen sınır değerlerin eklenmesi
- Her sektör ya da alt sektör için, 2013/39/EC nolu Direktif’te yer alan 45 öncelikli kirleticiden, o sektör/alt sektör için deşarj sınırlaması konulması gerekenlerin belirlenecek konusu olan parametrelerin ve bu parametreler için deşarj standartlarının eklenmesi göz önünde bulundurularak sekörel tablolarda yer alan parametrelerin ve parametrelere ait deşarj standartlarının eklenmesi,

ve bu şekilde SKKY'nin revize edilmesi önerilmektedir. Şekil 18'de SKKY'ye "yeni deşarj standartları eklenmesi" şeklinde isimlendirilebilecek çalışmanın aşamaları sunulmaktadır.

Aşağıda, kısa-orta vadede SKKY'ye eklenmesi önerilen parametre gruplarına ilişkin tanımlamalar sunulmaktadır.

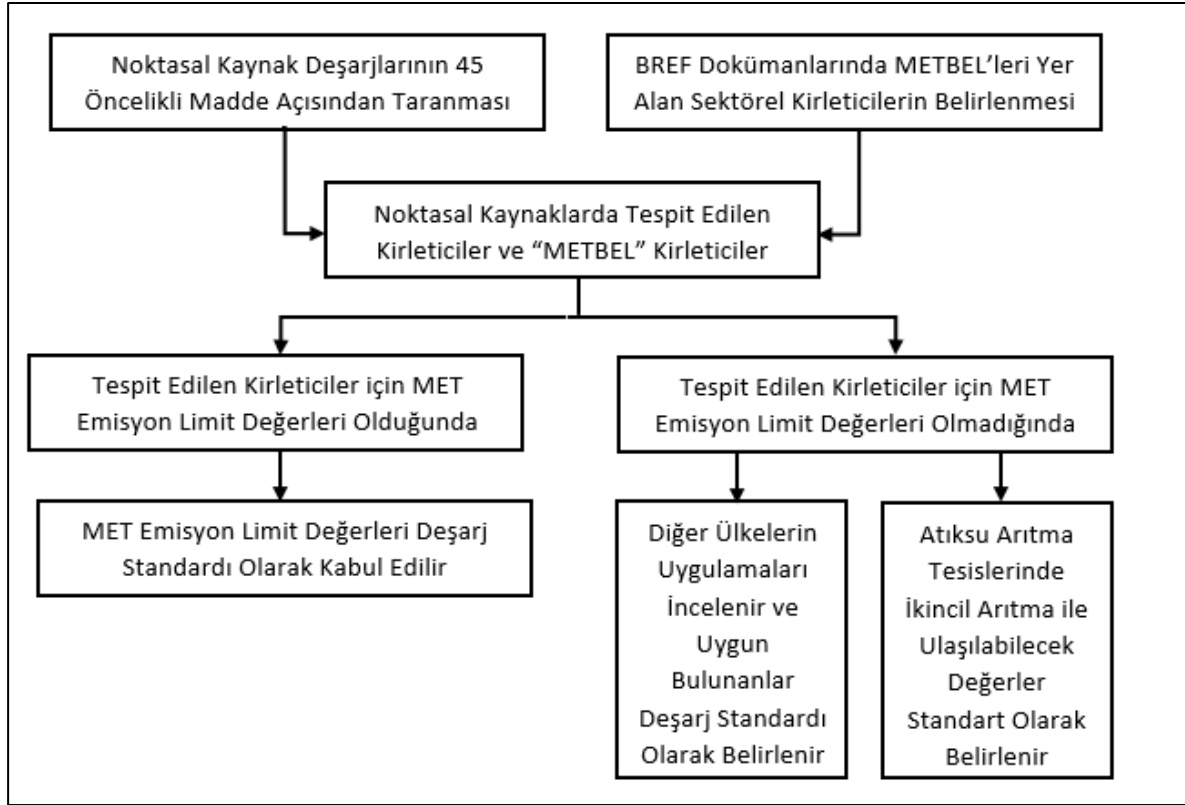
METBEL Parametreleri

Bilindiği üzere, sektörel BREF dokümanları çok kapsamlı sektörel dokümanlar olup, AB üyesi ülkelerin ortak çabaları ile geliştirilmiş ve bu dokümanların "Sonuçlar" bölümlerinde, o sektör için önemli/öncelikli olan parametreler ve o parametreler için MET bazlı deşarj standartlarına yer verilmiştir.

AB, Endüstriyel Emisyonlar Direktifi'nin 2010 yılında yayımlanması ile birlikte, BREF dokümanlarının sonuçlar bölümlerine yasal nitelik kazandırılması, diğer bir deyişle bu bölümlerde verilen MET bazlı emisyon sınırlamalarının zorunluluk haline getirilmesi esasını benimsemiştir.

Ülkemiz için önerilen ÇKS bazlı deşarj standardı/limiti belirleme yaklaşımında, ilk aşamada; öncelikle bu kararlarda verilen METBEL parametrelerinin SKKY'ye aktarılması, yani METBEL'i verilen su kirliliği parametrelerinin o sektör için SKKY'de yer alan parametrelere eklenmesi önerilmektedir. Kararları yayımlanmamış diğer sektörler için ise, BREF dokümanlarında yer alan METBEL parametrelerinin benimsenmesi önerilmektedir. Bu sırada akılda bulundurulması gereken önemli bir husus; METBEL'i tanımlanmış parametrelerin; öncelikli kirletici, belirli kirletici ya da konvansiyonel parametre gruplarından olabileceğidir.

METBEL parametrelerinin SKKY'ye aktarımında önemli bir husus, o parametreler için verilen deşarj standartlarının aynen benimsenip benimsenmemesi hususudur. Bilindiği üzere, METBEL değeri verilen parametreler için BREF dokümanlarında tanımlanmış olan deşarj standartları oldukça sıkı standartlardır. Bu standartların mutlaka değerlendirilmesi ve ülkemiz koşullarında ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Herne kadar, söz konusu deşarj standartları, MET'ler uygulandığında ulaşılabilen deşarj konsantrasyonları olduğundan bir bakıma standart olması ya da ülkeden ülkeye değişiklik göstermemesi beklenen değerler olsa da, ülkemiz koşullarına ne derece uygun olduklarının değerlendirilmesi gerekeceği düşünülmektedir.



Şekil 18. SKKY’de İlk Aşamada Yapılacak Revizyon

İlk aşamada SKKY’de yapılacak revizyonun bir diğer bileşeni, SKKY’de yer alan sektörel tablolara, o sektör için söz konusu öncelikli kirleticilerin eklenmesidir. Bu sırada; sektör ya da alt sektör bazında 45 öncelikli kirleticiden hangilerinin bulunduğu belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için sektörel bazda bir çalışma yapılması ve yeterli sayıda sanayi kuruluşunda yapılacak örneklemelerle, her sektör/alt sektör için söz konusu olan öncelikli parametrelerin belirlenmesi önerilmektedir.

Parametrelerin belirlenmesi çalışmalarının; belirlenen parametreler için deşarj standardı belirleme çalışmaları ile eş zamanlı götürülmesi ve belirlenen öncelikli kirleticiler için (METBEL tanımlanmamış öncelikli kirleticiler için) teknoloji bazlı deşarj standartlarının oluşturulması gerekmektedir.

Teknoloji bazlı deşarj standartları olan METBEL’ler; belirli bir proseste kullanılan, fayda/maliyet açısından değerlendirmeleri yapılmış, sektörde kullanılabilir potansiyele sahip ve çevresel açıdan en iyi sonucu verecek üretim ve atıksu arıtım yöntemlerinin kullanılmasına/uygulanmasına karşılık gelen deşarj standartlarıdır. Dolayısıyla METBEL’ler, sanayi tesislerinde BREF dokümanlarında yer alan proses içi MET’lerin ve atıksu arıtma için önerilen MET’lerin uygulanmasıyla ulaşılabilen deşarj değerleridir.

Eğer herhangi bir sektör/alt sektör için, analizler sonucu o sektör atıksuyunda var olduğu belirlenen bir öncelikli bir parametre için, MET uygulanarak ulaşılabilecek emisyon limit değerleri (METBEL) mevcutsa, öncelikle bu değer in ülkemiz koşullarında deşarj standardı olarak alınıp alınamayacağı değerlendirilmelidir. Ülkemizde söz konusu teknik ve ekonomik koşullar göz önünde bulundurularak, ulaşılması ekonomik olmayacak METBEL değerlerinin ülkemize adapte edilerek mevzuata aktarımının doğru olacağı düşünülmektedir. Bu sırada, o sektör/alt sektörde faaliyet gösteren olabildiğinde çok sayıda sanayi kuruluşlarının AAT'lerinde uyguladıkları prosesler, o proseslerle ulaştıkları deşarj konsantrasyonları bilgisi toplanmalı ve değerlendirilmelidir. Bu bilgi, ayrıca, her sektör için uygulanabilir olduğu değerlendirilen arıtma prosesleri ve bu prosesler ile ulaşılabilecek deşarj konsantrasyonu bilgisi ile desteklenmelidir.

Herhangi bir öncelikli kirletici için, o sektörde MET uygulanarak ulaşılabilecek emisyon limit değerleri bulunmuyorsa, benzer şekilde o sektör/alt sektörde faaliyet gösteren olabildiğinde çok sayıda sanayi kuruluşlarının AAT'lerinde uyguladıkları prosesler, o proseslerle ulaştıkları deşarj konsantrasyonları bilgisi değerlendirilmeli ve atıksu arıtma tesislerinde hangi konsantrasyonlara ulaşılabileceği değerlendirmesi yapılmalıdır.

Alıcı ortam kalitesi bazlı deşarj limitlerine geçişte uygulanması önerilen kısa-orta vadeli geçiş planına örnek olarak demir dışı metal, seramik ve meyve ve sebze suyu üretimi sektörleri incelenmiştir. İncelenen sektörlerden elde edilen bilgiler ışığında sektöre ait mevcut SKKY deşarj standartlarına ortalama 1-2 METBEL parametresi ile birlikte atıksuda tespit edilen 1-2 öncelikli kirletici için deşarj standartları eklenerek mevcut deşarj standartlarının revizyonu gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu bölümde örnek olarak verilen çalışmaların benzer şekilde diğer sektörler için de uygulanması ve SKKY deşarj standartlarının bu uygulamalara göre revizyonu gerekmektedir. Bakanlığımızca uygun bulunacak süre zarfında uygulanacak olan bu deşarj standartları ile alıcı ortamda hedeflenen su kalitesinin sağlanmasını takiben, uzun vadeli stratejilerin uygulanması önerilmektedir.

Aşama 2 – Nehir Havzası Belirli Kirleticileri ve Öncelikli Kirleticiler için Deşarj Limiti Uygulanması

Kısa ve orta vadeli stratejilerin uygulanması sonucunda alıcı ortamda hedeflenen su kalitesinin sağlanamadığı durumda uzun vadeli stratejilerin uygulanması önerilmektedir. Bu kapsamda noktasal kaynak deşarjlarında 2013/39/EC Direktifinde yer alan 45 öncelikli kirleticiye ek olarak Orman Su İşleri Bakanlığı tarafından yayımlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek 5 Tablo 4'te yer alan 250 belirli kirleticiden hangilerinin var olduğuna dair atıksuda tarama yapılması ve atıksuda tespit edilen kirleticiler için, ÇKS bazlı deşarj limiti belirlenmesi uygulamasına gidilmesi önerilmektedir. Bu noktada raporumuzun 6.1. Bölümünde önerilmekte olan yöntem (seyrelme faktörü) kullanılarak her sektör için ÇKS bazlı deşarj limitleri uygulaması önerilmektedir.

5.3. Ülkemiz İçin ÇKS Bazlı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yöntemi

Ülkemiz için uygulanabilir bir deşarj standardı/limiti belirleme yöntemi geliştirilmesi aşamasında temel olarak;

- Su kaynaklarımızın mevcut durumu,
- Sanayinin ve kentlerin daha sıkı deşarj sınırlamalarına uyabilme kabiliyeti,
- Sanayinin ve kentlerin ekonomik koşulları,
- Mevcut ilişkin idari yapılanma,
- Mevcut laboratuvar altyapısı

göz önüne alınmıştır:

Su kaynaklarımızın mevcut kalitesinin önemli bir faktör olduğu, daha önce Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından Gediz Havzası'nda yürütülen “Günlük Maksimum Yük Yaklaşımının Gediz Havzası'nda Uygulanması” projesinde ortaya çıkmış, ABD tarafından uygulanmakta olan günlük maksimum yük yaklaşımının, en azından, su kalitesi belirli bir düzeyde iyileşmeden uygulanamayacağı anlaşılmıştır. Bu uygulamaya ancak su kalite izleme çalışmalarının muntazam olarak yürütülmesi, bunun sonucunda kapsamlı veri oluşması sonrasında, kademeli olarak geçilebileceği anlaşılmıştır. Benzer şekilde AB tarafından uygulanan “Deşarj Test” yazılımının da aynı gerekçe nedeniyle kısa/orta dönemde uygulanamayacağı görülmüştür.

Ülkemiz koşullarında uygulanabilir bir ÇKS bazlı deşarj standardı/limitleri belirleme yaklaşımı oluşturulurken, bir diğer faktör olarak sanayi kuruluşlarının ve kent yönetimlerinin daha sıkı deşarj standartlarına uyum sağlayabilmede teknik kabiliyetleri göz önüne alınmıştır. Çok sayıda yeni parametre için deşarj sınırlaması getirilmesi halinde gerek atıksu arıtma tesisi iyileştirme/kurma, gerekse işletme aşamasında yine kısa/orta vadede yetersizlikler söz konusu olabileceği değerlendirilmiştir.

Diğer önemli bir faktör olarak, gerek belediyelerin gerekse sanayi kuruluşlarının ekonomik koşullarının göz önüne alınması gereği düşünülmüştür. Kısa vadede, hem öncelikli hem de belirli kirleticiler açısından getirilecek sıkı deşarj sınırlamalarının, atıksu arıtma tesislerinde çok ciddi yatırım ve işletme maliyeti getirebileceği değerlendirilmiştir.

Göz önüne alınan bir diğer faktör de; noktasal deşarjları denetleyen idari yapının (ÇŞB İl Müdürlükleri) eleman sayısı ve diğer altyapı olanakları açısından ne derece yeterli olabileceği olmuştur. Mevcut kadronun yeni getirilecek deşarj sınırlaması uygulamasının gerektireceği ruhsat, denetim, izleme vb. faaliyetleri yürütmekte sayıca yetersiz olacağı öngörülmüş, kapasite artırımını gerekeceği, bunun da zaman alacağı düşünülmüştür.

Göz önüne alınan bir diğer husus, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde yer alan öncelikli ve belirli kirleticilerin istenen seviyede analiz edilebilmesi için gerekli olan laboratuvar altyapısıdır. Ülkemizde gerek kamuda gerekse özel sektörde bulunan laboratuvar altyapısının, tüm bu kirleticilerin analizi için yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir. Hiç şüphesiz, yönetmeliklerin yeni kirleticiler için deşarj sınırlaması içerecek şekilde değişmesi ile birlikte, bu yönde gerekli laboratuvar altyapısı da zaman içerisinde oluşacaktır. Ancak, bu sürecin çok kısa olmayabileceği, zaman alabileceği düşünülmektedir.

Yukarıda işaret edilen faktörler göz önünde bulundurularak, gerçekçi bir ÇKS bazlı deşarj standardı/limitleri belirleme yaklaşımı oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu sırada, söz konusu faktörlere ek olarak, daha önce yürütülen bu konudaki projelerden elde edinilen deneyim değerlendirilmeye çalışılmış, diğer ülke örnekleri göz önünde bulundurulmuş ve ülkemiz koşullarında tüm havzalara uygulanabilir nitelikte olan ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri belirleme yöntemi ya da yaklaşımı oluşturulmuştur.

Önerilen yaklaşımın ana hatları Tablo 11'de sunulmaktadır. Önerilen yaklaşımın uygulanmasında başlangıç noktasını ya da ilk aşamasını, SKKY'nin öncelikli kirleticiler (+METBEL'ler) açısından revize edilerek kullanımı teşkil etmektedir. İkinci aşaması ise; belirli kirleticilerin de resme dahil edilmesi ve ÇKS bazlı deşarj limiti uygulamasına geçilmesi şeklinde şekillendirilmektedir.

Tablo 11. Uygulanması Önerilen Aşamalı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yaklaşımı

Aşama	Yaklaşım	Önerilen uygulama başlangıcı	Deşarj Limiti/Standardı	Karışım Bölgesinin Göz Önüne Alınması
1	SKKY'de Yer Alan Deşarj Standartlarının Revizyonu			
	SKKY'de bulunan sektörel tablolara yeni parametrelerin (METBEL parametreleri + 45 parametreden mevcut olanlar) eklenmesi	2023	Deşarj Standardı	Hayır
2	Nehir Havzası Belirli Kirleticileri ve Öncelikli Kirleticiler için Deşarj Limiti Uygulaması			
	2.1. Seyrelme Yaklaşımı (Japonya Modeli veya Gerçek Seyrelme)	2023+5 yıl	Deşarj Limiti	Hayır
	2.2. Deşarj Test Yazılımı	2023+10 yıl	Deşarj Limiti	Evet
	2.3. GMTY (Modelsiz yaklaşımlar)	2023+ >20 yıl	Deşarj Limiti	Hayır
	2.4. GMTY (Modelleme yaklaşımı)	2023+ >> 20 yıl	Deşarj Limiti	Hayır

5.3.1. Aşama 1 – SKKY’de Yer Alan Deşarj Standartlarının Revizyonu

Bu başlık altında gerçekleştirilecek çalışmalar, SKKY’de bulunan sektörel tablolara hangi yeni parametrelerin (METBEL parametreleri + 45 parametreden mevcut olanlar) ekleneceğinin belirlenmesine yöneliktir. Bu aşamada, aşağıdaki işlerin gerçekleştirilmesi gerekecektir.

- AB Sektörel BREF Dokümanları incelenerek, “sonuçlar” bölümlerinden METBEL’leri verilen parametreler ve o parametreler için METBEL (deşarj standartları) değerlerinin derlenmesi. Bu sırada; sektörel BREF dokümanlarında yer alan METBEL parametreleri ve karşılık gelendeşarj standartlarının belirlenmesi ve değerlerinin, SKKY’de yer alan alt sektörlerle dağıtılması, hangi SKKY tablosuna hangi METBEL’in ekleneceğinin belirlenmesi.
- SKKY’dedeşarj standartları verilen her sektör/alt sektör için 45 öncelikli kirleticinin (mevcut analitik imkanlarla ölçülemeyenler, dioksinler ve METBEL’leri belli olan parametreler hariç) hangilerinin bulunduğu araştırılması.
- Tespit edilen öncelikli kirleticilerden halen SKKY’de yer almayanlar ve METBEL değerleri BREF dokümanlarında bulunmayanlar için bir değerlendirme yapılarak, bu kirleticilerin hangi konsantrasyonlarda bulunduklarının tespiti.
- SKKY’de sektörel tablolara eklenmesi karar verilen öncelikli kirleticiler için uygulanması gereken arıtma teknolojileri değerlendirilmesi ve buna göre teknoloji bazlıdeşarj standartlarının belirlenmesi.

Bu işlerin tamamlanmasını takiben, SKKY’nin revize edilmesi ve 2023 sonrasında revize SKKY’nin yürürlüğe girmesi önerilmektedir.

5.3.2. Aşama 2 – Nehir Havzası Belirli Kirleticileri ve Öncelikli Kirleticiler için Deşarj Limiti Uygulaması

Tablo 11’de görüldüğü gibi, bu aşamada nehir havzası belirli kirleticileri ve öncelikli kirleticiler için kademeli birdeşarj limiti uygulamasına geçilecektir.

Seyrelme Yaklaşımı Uygulaması: Japonya Modeli veya Gerçek Seyrelme

Bilindiği üzere, Orman ve Su İşleri Bakanlığı 250 adet kirleticiyi belirli kirletici olarak tanımlamış ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği’ne dahil etmiştir. Sayıca çok olan bu kirleticilerin tümünün, tüm havzalarda kontrol ediliyor olmasının ekonomik olmayacağı,

yapılabilirliğinin düşük olduğu değerlendirilmektedir. (Bu çerçevede; projemizde, Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası için “nehir havzası belirli kirleticilerinin” belirlenmesi çalışmaları yürütülmektedir). Her nehir havzası için belirlenecek kirletici parametreler açısından, o havzada yer alan endüstriyel ve kentsel atıksu deşarjlarının kontrol edilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda, İngiltere’de uygulandığı üzere, deşarj izni için başvuran her kuruluşun, atıksuyunu “belirli kirleticiler” cinsinden analiz ettirmesi ve tespit edilen kirleticiler için deşarj sınırlaması uygulanması uygun olacaktır. Ülkemiz için önerilen uygulama; bu yaklaşımın modifiye edilmesi ve her havza için belirlenmiş nehir havzası belirli kirleticileri için atıksuların analiz edilmesi ve tespit edilen belirli kirleticiler için deşarj limiti uygulamasına geçilmesidir.

İlk dönemde seyrelme yaklaşımı ile nehir havzası belirli kirleticileri için deşarj limitlerinin belirlenmesi önerilmektedir. Seyrelme yaklaşımı, İdare’nin tercihi doğrultusunda, Japonya yaklaşımı (10 kat seyrelme) ya da gerçek seyrelme oranı esaslı olabilecektir.

Japonya yaklaşımı, deşarj noktasında nehir debisinin bilinmesini gerektirmeyecek; deşarj limiti belirlenecek ya da deşarjı sınırlanacak belirli kirleticiler için deşarj limiti, o parametre için verilen ÇKS değerinin 10 katı olacaktır. Her parametre için yıllık ortalama ve maksimum ÇKS’ye karşılık gelmek üzere, iki limit değer belirlenecektir. Bu yaklaşımla belirlenen deşarj standartları, sektörel bir farklılık göstermeyecek, her parametre için tüm alıcı ortamlarda aynı limitler uygulanacaktır.

İkinci seçenek olan gerçek seyrelme oranı uygulamasında; alıcı ortama göre farklılaşacak ve her noktasal deşarj için alıcı ortamda gerçekleşecek seyrelmeyi esas alacak deşarj limiti belirleme yaklaşımının uygulanması önerilmektedir. Burada, noktasal deşarj debisinin hangi memba debisi ile karıştığı esas alınarak gerçekleşecek seyrelme belirlenecek ve bu seyrelme sonrası, alıcı ortamda oluşacak konsantrasyonun parametrelerin ÇKS değerini aşmaması gerektiği esası uygulanacaktır. Hem yıllık ortalama hem de maksimum ÇKS cinsinden limit uygulanabilecektir. Bu yaklaşım ile her deşarj için gerçek seyrelme esas alınarak deşarj limiti belirleneceğinden, her noktasal deşarja özgü deşarj limiti belirlenmiş olacaktır. Bu yaklaşımda, tam deşarj noktasında ÇKS’nin sağlanması esas alınacak, karışım bölgesi büyüklüğüne göre değerlendirme yapılmayacaktır. Ayrıca, memba kirletici düzeyinden bağımsız olarak deşarj standardı/limiti belirlenecektir.

Deşarj Test Yazılımı Uygulaması

Yüzey sularının kalitesinde önceki aşamada sağlanacak iyileşme sonrası, AB tarafından geliştirilmiş olan Deşarj Test yazılımının kullanımı ile deşarj limit uygulamasının mümkün olabileceği düşünülmektedir. Bu yazılım, her noktasal deşarjı kendi öncesindeki (memba) kirletici düzeyinden bağımsız olarak ele almakla birlikte, esasen memba kirliliğini yok ya da minimum düzeyde kabul etmektedir. Bu yazılımın uygulaması ile, karışım bölgesi sonunda

ÇKS'lerin sağlanması noktasından hareketle, her noktasal deşarj için kendine özgü deşarj limitleri belirlenmiş olacaktır. Bu deşarj limitleri, hem maksimum hem de yıllık ortalama ÇKS değerlerinin sağlanmasına yönelik olarak belirlenecektir.

Deşarj Test yazılımı, Su Çerçeve Direktifi'nin rehber dokümanında¹⁶ verilen karışım bölgesi belirlenmesi yaklaşımını uygulamaktadır. Karışım Bölgesi yaklaşımı, deşarj noktasından başlayarak alıcı ortamda oluşacak karışım bölgesi sonunda ÇKS'nin sağlanmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla, tam deşarj noktasında ÇKS'lerin sağlanmasını gerektirmeyerek, bir ölçüde esneklik tanımaktadır.

GMTY - Modelsiz yaklaşımlar

SKKY'de öncelikli kirleticiler ve METBEL'ler açısından yapılacak revizyonun ve ardından Deşarj Test yazılımının uygulanması ile su kalitesinde iyileşme sağlanacağı ve İdare'nin elinde daha nitelikli ve kapsamlı su kalite ve debi verisinin bulunacağı öngörülmektedir. Paralel olarak, kurumsal altyapının da daha da güçlenmesiyle –gerekli görülen yüzey sularında - GMTY uygulamasına geçilebilecektir.

GMTY uygulamasında; modelleme çalışması için yeterli veri bulunan su kaynaklarında, su kalite modeli yazılabilecek kirleticiler için modelleme yapılabileceği, bu çerçevede özümleme kapasitesini esas alacak şekilde deşarj limitlerinin belirlenebileceği öngörülmektedir. Bu sırada havza modelleri ya da su kalite modellerinin kullanılabilmesi mümkün olabilecektir.

Modellenmesi mümkün olmayan (sudaki akıbeti hakkında yeterli veri bulunmayan dolayısıyla modeli kurulamayan) kirleticiler için ise, daha basit olan modelsiz yaklaşımların uygulanması mümkün olabilecektir. Bu sırada aşağıdaki yaklaşımlar uygulanabilecektir:

- **Yük süre yaklaşımı** (yükleme kapasiteleri eğrisinin elde edilmesi için gözlemlenen akış koşulları ve su kalitesi kriterlerini kullanmaktadır),
- **Denge hali ya da kütle denge analizi** (su kütlesi içinde kütlenin korunumu varsayımına dayanan, su kütlesine karışan yükleri ve daha sonra kirleticilerin akıbeti ve taşınımlarını basit bir şekilde ele alan)
- **Yüzde azaltım** (yükleme kapasitesinin mevcut kirletici konsantrasyonları ve ÇKSleri karşılaştırılarak gerekli yüzde azaltım miktarı olarak hesaplanması)

¹⁶ WFD, Technical Background Document on Identification of Mixing Zones.

GMTY – Modelli Yaklaşımlar

Bu yaklaşımda, havza içindeki kirletici kaynakları ve etkilerini mabdan mansaba doğru inceleyen modeller kullanılır. Bu kapsamda kirletici yüklerin etkileri dinamik modelleme kullanılarak belirlenir. Dinamik modellerle, mansaba taşınan kirlilik yüklerinin akıbetinin takip edilmesi mümkündür. Bu yaklaşımda, havza modelleri ya da alıcı ortam modelleri kullanılabilir.

Havza modelleri, havza genelindeki tüm kaynakların göreceli etkilerini göz önüne alan ve kirletici yük paylaşımlarını gerçekleştiren modellerdir. Genellikle havza hidrolojisi ve su kalitesini göz önünde bulundururken, yüzey akışı ve erozyon gibi prosesleri de dahil eden daha kompleks modeller de bulunmaktadır. Bu tür modeller ile çeşitli arazi kullanım senaryoları için, birden fazla havza alt-sistemlerinden kaynaklanan kirleticiler kapsanıp, simülasyonlar gerçekleştirilebilir.

Alıcı ortam modelleri, havza modellerinden farklı olarak sadece nehir ya da rezervuar gibi su kütleleri içindeki koşulları temsil etmektedir. Kararlı ya da dinamik koşullara göre geliştirilebilen bu modeller, havza modellerinde genel olarak mevcut olmayan akış içi prosesleri (örn. çözünmüş oksijenin besin döngüsü üzerindeki etkisi) temsil edebilir.

5.4. Yeşilırmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası’nda ÇKS Bazlı Deşarj Limitlerinin Belirlenmesi

Uygulanacak deşarj standardı/limiti belirleme yaklaşımının ilk aşaması, SKKY’de yer alan sektörel tablolardaki deşarj standartları verilen parametrelere, ilgili sektöre ait METBEL parametrelerinin ve 45 öncelikli kirleticiden tespit edilenlerin eklenmesidir. İkinci aşamayı ise nehir havzası belirli kirleticileri ve öncelikli kirleticiler için alıcı ortam bazlı deşarj limiti uygulaması oluşturmaktadır. Aşağıda Tablo 11’de verilen deşarj limiti belirlemeye yönelik yaklaşımın ikinci aşamasında yer alan uygulama adımlarına (seyrelme yaklaşımı, deşarj test yazılımı ve GMTY) ilişkin örnek hesaplamalar verilmektedir. Bu örneklerde alıcı ortam istasyonlarında ÇKS’yi aştığı belirlenen kirleticiler dikkate alınmıştır (Tablo 12 ve Tablo 13).

Tablo 12. Yeşilırmak Havzası Alıcı Ortam İstasyonlarında ÇKS'yi Aşan Kirleticiler

Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler
Klorpirifos	PCB 138	Serbest CN
Di(2-etilhekzil)-fitalat (DEHP)	PCB 153	PH
Floranten	PCB 180	Atrazin-desetil
Hekzakloro-sikloheksan	PCB 28	Buprofezin
Isoproturon	PCB 52	Karbofuran
Nonilfenol (4-Nonilfenol)	Perilen	Klorantraniliprol
Oktilfenol	Piren	Klorobenzilat
Pentakloro-benzen	Sülfametoksazol	Klorfenapir
Benzo(a)piren	Tributil fosfat	Klorsulfuron
Dikofol	Tridekan	Klopiralid
Aklonifen	Tris(nonilfenil) fosfit	Klotianidin
Sibutrin	Ag	Siromazin
Diklorvos	Al	Diflufenikan
Cd ve bileşikleri	As	Etalfluralin
Ni ve bileşikleri	B	Fenarimol
Pb ve bileşikleri	Co	Pikloram
4,4'-DDD	Cr	Profam
4-Aminoazobenzen	Cu	Protiofos
4-kloroanilin	Fe	4,4'-dde; 1,1-dikloro-2,2-bis(4-klorofenil) etin
Bis(2-etilhekzil) tereftalat	Sb	Diflubenzuron
Bisfenol-A	V	Flutriafol
DDT Toplam	Zn	İmidakloprid
Fentiyon	Si	

Tablo 13. Nilüfer Alt Havzası Alıcı Ortam İstasyonlarında ÇKS'yi Aşan Kirleticiler

Kirleticiler	Kirleticiler	Kirleticiler
Floranten	PCB 52	Si
Benzo(a)piren	Piren	Serbest CN
Aklonifen	Al	PH
Bifenoks	Co	Atrazin-desetil
Diklorvos	Cr	4,4'-dde; 1,1-dikloro-2,2-bis(4-klorofenil) etin
Cd	Cu	Difenokonazol
Ni	Fe	Diflufenikan
Pb	Sb	Fenpropimorf
4,4'-DDD	V	
Krisen	Zn	

5.4.1. Deşarj Test Yazılımı Uygulaması

Deşarj test yazılımını kullanabilmek için çeşitli verilerin yazılıma girilmesi gerekmektedir. Yazılımın kullanılmasında ilk adım, deşarj limiti hesaplanacak kirleticinin seçilmesidir. Kirletici seçildikten sonra yazılım o kirletici için belirlenmiş olan ÇKS değerini otomatik olarak çekmektedir ve karışım bölgesi sonunda bu değerin sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmektedir. Daha sonra, su kütlesi seçilmeli ve bu su kütlesine ilişkin veriler girilmelidir. Son olarak, noktasal deşarj debi ve konsantrasyon bilgileri ve deşarj boru çapı ilgili hücrede belirtilmelidir.

Deşarj test yazılımı Yeşilirmak Havzası'nda yer alan Erbaa AAT'de ve Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan Tofaş Türk Oto'da floranten için deşarj limiti belirlemek amacıyla çalıştırılmıştır. Her iki örnekte de alıcı ortam kirletici konsantrasyonu ÇKS değerinin üzerinde olduğu için deşarj test yazılımı anlamlı sonuç vermemektedir.

Deşarj test yazılımı hem karışım bölgesinin boyutunu maksimum sınır değerle hem de karışım bölgesi sonundaki kirletici konsantrasyonunu ÇKS değeri ile karşılaştırmaktadır. Kriterlerin sağlandığı durumda aktiviteye izin verilirken, sağlanamadığı durumlarda ek önlemlerin alınması gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu nedenle Deşarj Test yazılımı uygulanabilmesi için sağlanması gereken asgari gereklilik alıcı ortam kirletici konsantrasyonlarının ÇKS değerinin altına düşürülmesidir.

Bu nedenle noktasal kaynakların bulunduğu alıcı ortamlarda uzun dönem izleme çalışmalarının ve debi ölçümlerinin sonuçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca deşarj edilen noktalardaki yatak karakterlerinin belirlenmiş olması gerekmektedir. Endüstriyel deşarjlar için de hangi kirleticilerin izleme çalışmalarına dahil edileceğinin belirlenmesi ve düzenli olarak izlenerek yıllık ortalama konsantrasyonlarının saptanması gerekmektedir.

5.4.2. GMTY Uygulaması

Yeşilirmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan alıcı ortam ve noktasal kaynaklara ilişkin izleme istasyonları dikkate alınarak ve havza karakterizasyonu yapılarak, havzalarda mambadan mansaba bağlantı analizi kurulmuştur. Bağlantı analizi GMTY hesaplamaları için kullanılan bir akarsu üzerindeki noktasal kirleticilerin akış yönündeki sırasını gösteren yapıdır. Bu amaçla, havzalarda su kütle grupları oluşturulmuş ve bu su kütle gruplarına karşılık gelen izleme istasyonları belirlenmiştir. Tablo 14'te Yeşilirmak Havzası GMTY uygulaması için belirlenen su kütle grupları ve karşılık gelen izleme istasyonları, Şekil 19'da da bu su kütle gruplarının havzadaki yerleşiminin basit çizimi verilmiştir. Görüldüğü gibi havzanın kuzeydoğusunda yer alan 3 numaralı su kütle grubu üzerindeki istasyonlar akış yönünde sırasıyla YEŞİL-5, YEŞİL-7 ve YEŞİL-8'dir. SK-3'e 4 numaralı su kütle grubu karışarak 5

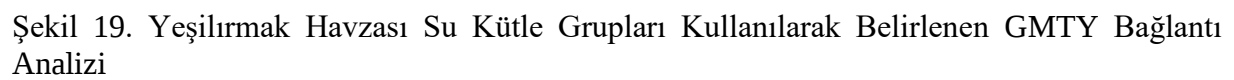
numaralı su kütle grubuna bağlanmaktadır. Diğer su kütle grupları da benzer metodoloji ile belirlenmiştir. GMTY yaklaşımının temeli olan kütle dengesi kurulduğunda, SK-3'ün mansabında yer alan YEŞİL-8 numaralı istasyon ile SK-4'ün mansabında yer alan YEŞİL-9 numaralı istasyonlardaki debilerin ve kirletici yüklerin toplamı SK-5'in membasında yer alan YEŞİL-10 numaralı istasyonda görülmelidir. Nilüfer Alt Havzası için bu kapsamda belirlenmiş olan su kütle grupları, karşılık gelen istasyonlar ve GMTY bağlantı analizi Tablo 15 ve Şekil 20'de sırasıyla verilmiştir. İzleme verileri kullanılarak mevcut yükü hesaplanmış ve hedef kalitenin sağlanması için müsaade edilebilir yük belirlenmeye çalışılmıştır.

Yeşilirmak Havzası'nda floranten için GMTY yaklaşımı uygulanmıştır. Bağlantı analizi kapsamında, SK-3'ün mansabında yer alan YEŞİL-8 numaralı istasyondaki floranten yükü ve alıcı ortam debisi ile SK-4'ün mansabında yer alan YEŞİL-9 numaralı istasyondaki floranten yükü ve alıcı ortam debisinin toplamı SK-5'in membasında yer alan YEŞİL-10 numaralı istasyondaki floranten yüküne ve alıcı ortam debisine eşit olması gerekmektedir. Fakat, mevcut durumda debiler arasında kütle dengesi prensibinin çalışmadığı görülmüştür. Aynı şekilde, kirletici yükleri açısından bakıldığında da kütlenin korunumu sağlanamamaktadır. Bir diğer deyişle, korunmayan kütle ile korunmalı kütle dengesini esas alan yaklaşım sergilenmeye çalışılmaktadır. SK-5'te yer alan Erbaa AAT'de (YEŞİL-47) floranten açısından GMTY uygulaması ile deşarj limiti hesaplaması yapıldığında ise deşarj öncesi (YEŞİL-37) kirletici konsantrasyonunun ÇKS'den yüksek olması sebebiyle anlamlı olmayan (eksi kirletici yükü) kirletici yükü söz konusu olmuştur.

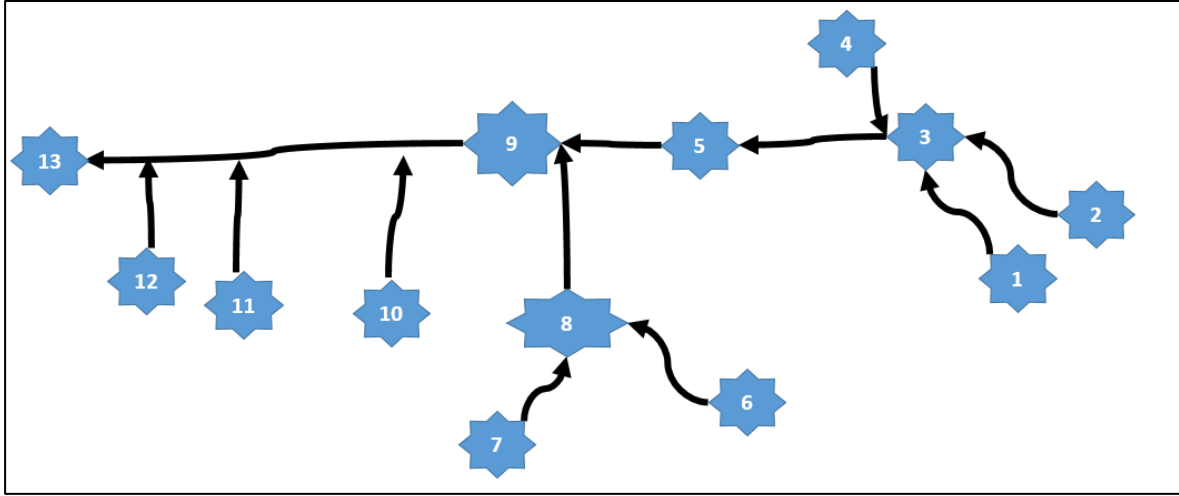
Nilüfer Alt Havzası'nda da floranten için GMTY yaklaşımı uygulanmış ve yine bağlantı analizi kapsamında, kirletici yükleri açısından kütlenin korunumu sağlanamamıştır. Bir diğer deyişle, korunmayan kütle ile korunmalı kütle dengesini esas alan yaklaşım sergilenmeye çalışılmaktadır. SK-3'te yer alan Tofaş Türk Oto'da (NİLÜFER-16) floranten açısından GMTY uygulaması ile deşarj limiti hesaplaması yapıldığında ise deşarj öncesi (NİLÜFER-8) kirletici konsantrasyonunun ÇKS'den yüksek olması sebebiyle anlamlı olmayan (eksi kirletici yükü) kirletici yükü söz konusu olmuştur. Uygulamaya ilişkin detaylı hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Tablo 14. Yeşilirmak Havzası'ndaki GMTY Uygulaması için Belirlenen Su Kütle Grupları ve Karşılık Gelen İzleme İstasyonları

Su Kütle Grubu	İstasyon Kodu	Su Kütle Grubu	İstasyon Kodu
SK-1	YEŞİL-1	SK-13	YEŞİL-24
	YEŞİL-2	SK-14	YEŞİL-22
	YEŞİL-3		YEŞİL-21
SK-2	YEŞİL-4		YEŞİL-19
SK-3	YEŞİL-5	SK-15	YEŞİL-96
	YEŞİL-7		YEŞİL-65
	YEŞİL-8		YEŞİL-97
SK-4	YEŞİL-44		YEŞİL-58
	YEŞİL-9	SK-16	YEŞİL-40
SK-5	YEŞİL-10		YEŞİL-117
	YEŞİL-39		YEŞİL-116
	YEŞİL-37		YEŞİL-119
	YEŞİL-47		YEŞİL-118
SK-6	YEŞİL-6		YEŞİL-109
	YEŞİL-13		YEŞİL-108
SK-7	YEŞİL-12		YEŞİL-113
SK-8	YEŞİL-11		YEŞİL-112
	YEŞİL-65		YEŞİL-111
	YEŞİL-95		YEŞİL-110
	YEŞİL-122		YEŞİL-115
	YEŞİL-60		YEŞİL-114
	YEŞİL-120		YEŞİL-77
	YEŞİL-100		YEŞİL-32
	YEŞİL-17	SK-17	YEŞİL-31
	YEŞİL-18	SK-18	YEŞİL-79
	YEŞİL-62		YEŞİL-20
	YEŞİL-99	SK-19	YEŞİL-19
SK-9	YEŞİL-16	SK-20	YEŞİL-107
	YEŞİL-15		YEŞİL-70
SK-10	YEŞİL-52		YEŞİL-33
	YEŞİL-27		YEŞİL-34
	YEŞİL-23		YEŞİL-35
SK-11	YEŞİL-26	SK-21	YEŞİL-36
SK-12	YEŞİL-76		
	YEŞİL-69		
	YEŞİL-48		
	YEŞİL-25		



Su Kütle Grubu	İstasyon Kodu	Su Kütle Grubu	İstasyon Kodu
SK-1	NİLÜFER-10	SK-6	NİLÜFER-22
	NİLÜFER-9		NİLÜFER-21
SK-2	NİLÜFER-28	SK-7	NİLÜFER-5
	NİLÜFER-14	SK-8	NİLÜFER-20
	NİLÜFER-7	SK-9	NİLÜFER-30
	NİLÜFER-11	SK-10	NİLÜFER-4
	NİLÜFER-13		NİLÜFER-24
	NİLÜFER-6		NİLÜFER-29
	NİLÜFER-12		NİLÜFER-23
SK-3	NİLÜFER-8	SK-11	NİLÜFER-2
	NİLÜFER-16		NİLÜFER-27
	NİLÜFER-25	SK-12	NİLÜFER-3
	NİLÜFER-17		NİLÜFER-26
SK-4	NİLÜFER-19	SK-13	NİLÜFER-32
SK-5	NİLÜFER-1		NİLÜFER-31



Şekil 20. Nilüfer Alt Havzası Su Kütle Grupları Kullanılarak Belirlenen GMTY Bağlantı Analizi

GMTY uygulanabilmesi için sağlanması gereken asgari gereklilik alıcı ortam kirletici konsantrasyonlarının ÇKS değerinin altına düşürülmesidir. Alıcı ortam kirletici konsantrasyonu ÇKS değerinin altına düştüğünde, her bir nehir kolu üzerinde GMTY uygulaması prensibince bağlantı analizi kurularak noktasal kaynakların deşarjlarından gelen yükler, nehir kolu mansabındaki konsantrasyon ÇKS'yi aşmayacak şekilde paylaştırılmalıdır. Havza bütünü düşünüldüğünde, havza mansabından membasına doğru yük paylaşımı yapılmalı ve havza çıkışındaki konsantrasyonlar ÇKS'yi aşmayacak şekilde yan kollara ve bu kollar üzerindeki noktasal kaynaklara yük paylaşımı yapılmalıdır. Alıcı ortam kirletici konsantrasyonu ÇKS değerinin altına düştüğünde GMTY uygulanabilmesi için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır:

- Su bütçesi (Havza bütünü)
- Alıcı ortam kirletici konsantrasyonu (Havza bütünü)
- Havzaya deşarj eden her tesisin deşarj debisi, konsantrasyonu

Alıcı ortam debisinin havza genelinde su bütçesini sağlayacak şekilde ölçülebilmesi gerekmektedir. İki farklı koldan gelen akarsu debisinin birleştiği yerde ölçülen debinin, bu iki kolun toplam debisine eşit çıkması gerekmektedir. Eşitliğin sağlanamadığı durumlarda yeraltı suyuna karışan ya da yeraltı suyundan gelen kaynakların yeri belirlenmeli, tarımsal sulama ya da endüstriyel tesisler tarafından kullanılan yüksek debili ihtiyaçların nereler olduğu belirlenmelidir. Yüzeysel sulara karışan her bir kaynağın debisinin ve kirletici yüklerinin uzun dönem izleme sonuçları tutulmalıdır. Endüstriyel deşarjlar için de hangi kirleticilerin izleme çalışmalarına dahil edileceğinin belirlenmesi ve düzenli olarak izlenerek yıllık ortalama konsantrasyonlarının ve debilerinin saptanması gerekmektedir.

5.4.3. Seyrelme Faktörü Uygulaması

Bu uygulamada iki farklı yaklaşım söz konusudur. Bu yaklaşımların birincisi “Japonya Yaklaşımı” olarak adlandırılan ve Japonya’da uygulanan yaklaşımdır. Diğerisi ise “Gerçek Seyrelme Faktörü” uygulamasıdır.

Japonya yaklaşımı

Japonya, alıcı ortam bazlı deşarj limitleri belirlerken, deşarjın alıcı ortamda maruz kaldığı seyrelmeyi temel almakta ve her deşarjın 10 kez seyreltiğini kabul etmektedir. Bu durumda, bir noktasal kaynakta herhangi bir parametre için deşarj limiti, o kirleticili parametre için ÇKS’nin on katı olarak kabul edilmektedir. Yeşilirmak Havzası ve Nilüfer Alt Havzası’nda Japonya’da uygulanan seyrelme faktörünü baz alan yaklaşım kullanılarak her iki havzada da ikişer örnek noktasal kaynak için deşarj limiti belirlenmiş ve ilgili tablolarda verilmiştir. Deşarj limiti hesaplamaları alıcı ortamda ÇKS değerini aşan kirleticiler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 16 ve Tablo 17’de örnek olarak Yeşilirmak Havzası’nda yer alan noktasal kaynaklardan Tokat AAT’ye ve Dimes Gıda’ya ait öncelikli maddeler ve belirli kirleticilere ilişkin deşarj limiti hesaplamaları verilmiştir. Ayrıca tesislere ait izlemelerde tespit edilen kirleticili konsantrasyonları ve önerilen deşarj limitleri dikkate alınarak gereken azaltımlar belirlenmiştir.

Tablo 16. Yeşilirmak Havzası’nda Yer Alan Tokat AAT’ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg/L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Gereken Azaltım (%)
Dikofol	0,0013	1,88	0,013	99,31
Al	2,2	111,98	22	80,35
Cu	1,6	20,18	16	20,71
Tributil fosfat	53	571,84	530	7,32
İmidakloprid	0,14	25,54	1,4	94,52

Tokat AAT’ye ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri aşılacak beş kirleticiden biri öncelikli madde, üçü noktasal belirli ve yine biri yayılı belirli kirleticidir. Noktasal belirli kirleticilerden iki tanesi metaldir. Metaller için arka plan konsantrasyonları dikkate alındığında bu durumun değişeceği düşünülmektedir. Mevcut duruma göre dikofol, Al ve imidakloprid için %80’in üzerinde azaltım gerekirken, Cu için %21 ve tributil fosfat için %7 azaltım gerekmektedir.

Tablo 17. Yeşilirmak Havzası'nda Yer Alan Dimes Gıda'ya Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg/L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Gereken Azaltım (%)
Floranten	0,0063	0,12	0,063	47,5
Sibutrin	0,0025	0,60	0,025	95,83
Tributil fosfat	53	584,50	530	9,32
Al	2,2	41,25	22	46,67

Dimes Gıda'ya ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri aşılacak dört kirleticiden ikisi öncelikli madde ve diğer ikisi noktasal belirli kirleticidir. Mevcut duruma göre sibutrin için %96, floranten ve Al için yaklaşık %50 azaltım gerekirken, tributil fosfat için gerekli azaltım %9'dur.

Japonya yaklaşımı uygulama metodolojisi Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan noktasal kaynaklara ilişkin deşarj limiti hesaplamasında da kullanılmıştır. Bu kapsamda, Tablo 18 ve Tablo 19'da örnek olarak Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan noktasal kaynaklardan Demirtaş OSB ve BUSKİ Batı AAT'ye ait öncelikli maddeler ve belirli kirleticilere ilişkin deşarj limiti hesaplamaları verilmiştir.

Tablo 18. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan Demirtaş OSB'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg /L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Gereken Azaltım (%)
Floranten	0,0063	18,62	0,063	99,66
Ni	4	135,66	40	70,51
Al	2,2	751,60	22	97,07
Co	0,3	3,96	3	24,24
Cr	1,6	65,74	16	75,66
Cu	1,6	33,96	16	52,89
Sb	7,8	220,95	78	64,70
Zn	5,9	427,89	59	86,21

Demirtaş OSB'ye ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri aşılacak sekiz kirleticiden ikisi öncelikli madde ve altısı noktasal belirli kirleticidir. Noktasal belirli kirleticilerin tamamı metaldir. Metaller için arka plan konsantrasyonları dikkate alındığında bu durumun değişeceği düşünülmektedir. Mevcut duruma göre floranten için %99'un üzerinde azaltım gerekirken, metaller için %24 ile %97 arasında değişen oranlarda azaltım gerekmektedir.

Tablo 19. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan BUSKİ Batı AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg /L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg /L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg /L)	Gereken Azaltım (%)
Floranten	0,0063	132,54	0,063	99,95
Al	2,2	184	22	88,04
Cu	1,6	17,97	16	10,96
Zn	5,9	182,95	59	67,75

BUSKİ Batı AAT'ye ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri aşılacak dört kirleticiden biri öncelikli madde, üçü noktasal belirli kirleticidir. Noktasal belirli kirleticilerin tamamı metaldir. Metaller için arka plan konsantrasyonları dikkate alındığında bu durumun değişeceği düşünülmektedir. Mevcut duruma göre floranten için %99'un üzerinde azaltım gerekirken, metallerden Al için %88, Zn için %68 ve Cu için de %11 azaltım gerekmektedir.

Gerçek Seyrelme Faktörü Uygulaması

ÇKS değerleri aşılacak kirleticiler için, bu kirleticileri deşarj eden noktasal kaynakların kontrol edilmesi; noktasal kaynaklarda tespit edilenler için yukarıda verilen seyrelme faktörü hesabı kullanılarak deşarj limiti belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Tablo 20 ve Tablo 21'de örnek olarak Yeşilırmak Havzası'nda yer alan noktasal kaynaklardan Tokat AAT'ye ve Dimes Gıda'ya ait öncelikli maddeler ve belirli kirleticilere ilişkin deşarj limiti hesaplamaları verilmiştir. Ayrıca tesislere ait izlemelerde tespit edilen kirleticiler konsantrasyonları ve önerilen deşarj limitleri dikkate alınarak gereken azaltımlar belirlenmiştir.

Tablo 20. Yeşilırmak Havzası'nda Yer Alan Tokat AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 14,13)

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg/L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Gereken Azaltım (%)
Dikofol	0,0013	1,88	0,018	99,04
Al	2,2	111,98	31,07	72,25
İmidakloprid	0,14	25,54	1,98	92,25

Tokat AAT'ye ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri aşılacak üç kirleticiden biri öncelikli madde, biri noktasal belirli ve yine biri yayılı belirli kirleticidir. Mevcut duruma göre dikofol, ve imidakloprid için %90'ın üzerinde azaltım gerekirken, Al için %72 azaltım gerekmektedir.

Tablo 21. Yeşilırmak Havzası'nda Yer Alan DİMES Gıda'ya Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 98,01)

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg/L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg /L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg /L)	Gereken Azaltım (%)
Sibutrin	0,0025	0,60	0,25	58,33

Dimes Gıda'ya ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri yalnızca bir öncelikli kirleticisi için aşılmıştır. Mevcut duruma göre sibutrin için yaklaşık %60 azaltım gerekmektedir.

Gerçek seyrelme yaklaşımı uygulama metodolojisi Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan noktasal kaynaklara ilişkin deşarj limiti hesaplamasında da kullanılmıştır. Bu kapsamda, Tablo 22 ve Tablo 23'te örnek olarak Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan noktasal kaynaklardan Demirtaş OSB ve BUSKİ Batı AAT'ye ait öncelikli maddeler ve belirli kirleticilere ilişkin deşarj limiti hesaplamaları verilmiştir. Ayrıca tesislere ait izlemelerde tespit edilen kirleticisi konsantrasyonları ve önerilen deşarj limitleri dikkate alınarak gereken azaltımlar belirlenmiştir.

Tablo 22. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan Demirtaş OSB'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 10,03)

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg /L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Gereken Azaltım (%)
Floranten	0,0063	18,62	0,063	99,66
Ni	4	135,66	40,10	70,44
Al	2,2	751,60	22,06	97,06
Co	0,3	3,96	3	24,24
Cr	1,6	65,74	16,04	75,60
Cu	1,6	33,96	16,04	52,77
Sb	7,8	220,95	78,20	64,61
Zn	5,9	427,89	59,15	86,18

Demirtaş OSB'ye ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri aşılacak sekiz kirleticiden ikisi öncelikli madde ve altısı noktasal belirli kirleticidir. Noktasal belirli kirleticilerin tamamı metaldir. Metaller için arka plan konsantrasyonları dikkate alındığında bu durumun değişeceği düşünülmektedir. Mevcut duruma göre floranten için %99'un üzerinde azaltım gerekirken, metaller için %24 ile %97 arasında değişen oranlarda azaltım gerekmektedir.

Tablo 23. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan BUSKİ Batı AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Önerilen Deşarj Limitleri (Seyrelme Faktörü = 1,67)

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	ÇKS (µg /L)	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg /L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg /L)	Gereken Azaltım (%)
Floranten	0,0063	132,54	0,01	99,99
Ni	4	23,19	6,69	71,15
Al	2,2	184	3,68	98,00
Co	0,3	1,67	0,5	70,06
Cr	1,6	13,16	2,68	79,64
Cu	1,6	17,97	2,68	85,09
Fe	36	136,45	60,24	55,85
Zn	5,9	182,95	9,87	94,61
Si	1830	6795	3062	54,94
PH	96	554	160,63	71,01

BUSKİ Batı AAT'ye ait hesaplama sonuçlarına göre, ÇKS değeri aşılacak on kirleticiden ikisi öncelikli madde, sekizi noktasal belirli kirleticidir. Noktasal belirli kirleticilerin tamamına yakını metaldir. Metaller için arka plan konsantrasyonları dikkate alındığında bu durumun değişeceği düşünülmektedir. Mevcut duruma göre floranten için %99'un üzerinde azaltım gerekirken, metaller için %55 ile %98 arasında azaltım gerekmektedir. Petrol hidrokarbonları için %71 azaltıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Seyrelme Faktörü Uygulamalarının Karşılaştırması

Yeşilirmak Havzası'nda yer alan Tokat AAT'ye ait sonuçlar incelendiğinde Japonya yaklaşımına göre 10 kabul edilen seyrelme faktörünün gerçekte yaklaşık 14 olması sebebiyle gerçek seyrelme faktörü kullanılarak hesaplanan deşarj limitlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 24). Ayrıca, deşarj limiti hesaplanacak kirleticilerde de azalma olmaktadır. Gerçek seyrelme faktörlü yaklaşımda seyrelmenin Japonya yaklaşımına göre daha yüksek olması sebebiyle, tributil fosfat ve imidakloprid konsantrasyonları önerilen deşarj limitini aşmadığından bu kirleticiler için deşarj limiti önerilmemiştir.

Tablo 24. Yeşılırmak Havzası'nda Yer Alan Tokat AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Japonya Yaklaşımı	Gerçek Seyrelme Faktörü
		Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)
Dikofol	1,88	0,013	0,018
Al	111,98	22	31,07
Cu	20,18	16	-
Tributil fosfat	571,84	530	-
İmidakloprid	25,54	1,4	1,98

Tablo 25'de Yeşılırmak Havzası'nda yer alan Dimes Gıda'ya ait sonuçlar verilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde Japonya yaklaşımına göre 10 kabul edilen seyrelme faktörünün gerçekte yaklaşık 100 olması sebebiyle gerçek seyrelme faktörü kullanılarak hesaplanan deşarj limitlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca, deşarj limiti hesaplanacak kirleticilerde sayısında da azalma olmaktadır. Gerçek seyrelme faktörlü yaklaşımda seyrelenin Japonya yaklaşımına göre daha yüksek olması sebebiyle, tributil fosfat, Al ve floranten konsantrasyonları önerilen deşarj limitini aştığından bu kirleticiler için deşarj limiti önerilmemiştir.

Tablo 25. Yeşılırmak Havzası'nda Yer Alan Dimes Gıda'ya Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Japonya Yaklaşımı	Gerçek Seyrelme Faktörü
		Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)
Floranten	0,12	0,063	-
Sibutrin	0,60	0,025	0,25
Tributil fosfat	584,50	530	-
Al	41,25	22	-

Tablo 26'da Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan Demirtaş OSB'ye ait sonuçlar verilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde Japonya yaklaşımına göre 10 kabul edilen seyrelme faktörünün gerçekte de yaklaşık 10 olması sebebiyle her iki yaklaşımla hesaplanan deşarj limitlerinde kaydadeğer bir fark gözlenmemektedir. Ayrıca, deşarj limiti hesaplanacak kirleticilerde sayısında da değişiklik olmamaktadır.

Tablo 26. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan Demirtaş OSB'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg/L)	Japonya Yaklaşımı	Gerçek Seyrelme Faktörü
		Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg/L)
Floranten	18,62	0,063	0,063
Ni	135,66	40	40,10
Al	751,60	22	22,06
Co	3,96	3	3
Cr	65,74	16	16,04
Cu	33,96	16	16,04
Sb	220,95	78	78,20
Zn	427,89	59	59,15

Tablo 27'de Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan BUSKİ Batı AAT'ye ait sonuçlar verilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde Japonya yaklaşımına göre 10 kabul edilen seyrelme faktörünün gerçekte yaklaşık iki olması sebebiyle gerçek seyrelme faktörü kullanılarak hesaplanan deşarj limitlerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca, deşarj limiti hesaplanacak kirleticisi sayısında da artış olmaktadır. Japonya yaklaşımında seyrelmenin gerçek seyrelme faktörlü yaklaşıma göre daha yüksek olması sebebiyle, Ni, Co, Cr, Fe, Si ve PH konsantrasyonları önerilen deşarj limitini aşmadığından bu kirleticiler için deşarj limiti önerilmemiştir.

Tablo 27. Nilüfer Alt Havzası'nda Yer Alan BUSKİ Batı AAT'ye Ait Öncelikli Maddeler ve Belirli Kirleticiler için Mevcut Deşarj Konsantrasyonları ve Japonya Yaklaşımı ve Gerçek Seyrelme Faktörü Kullanılarak Hesaplanan Deşarj Limitleri

YO-ÇKS Değerini Aşan Parametreler	İzlemeler Sonucu Tespit Edilen Değerler (µg /L)	Japonya Yaklaşımı	Gerçek Seyrelme Faktörü
		Önerilen Deşarj Limiti (µg /L)	Önerilen Deşarj Limiti (µg /L)
Floranten	132,54	0,063	0,01
Al	184	22	3,68
Cu	17,97	16	2,68
Zn	182,95	59	9,87
Ni	23,19	-	6,69
Co	1,67	-	0,5
Cr	13,16	-	2,68
Fe	136,45	-	60,24
Si	6795	-	3062
pH	554	-	160,63

Tablo 24, Tablo 25, Tablo 26 ve Tablo 27'de görüldüğü üzere, Japonya yaklaşımı gerçek seyrelme faktörü yerine tüm noktasal kaynakların 10 kat seyreltiğini varsaydığından, seyrelme faktörünün 10'dan az olduğu durumlarda alıcı ortam su kalitesinin korunmasında ya da iyileşmesinde problem yaratabilmektedir. Gerçek seyrelme faktörünün 10'dan fazla olduğu durumlarda ise noktasal kaynaklara uygulanması gereken deşarj limitlerinin gereğinden fazla sıkı olmasına sebep olmaktadır. Bu durum göstermektedir ki gerçek seyrelme faktörü kullanılarak hesaplanan deşarj limitleri hem havzalardaki gerçek durumu yansıtmakta hem de alıcı ortam su kalitesinin korunmasına ya da iyileşmesine daha fazla olanak sağlamaktadır.

Yukarıda da belirtildiği üzere, deşarj standardı/limiti belirleme yaklaşımının ikinci aşaması dört farklı uygulamayı içermektedir. Deşarj Test yazılımı ve GMTY yaklaşımlarının uygulanması için alıcı ortam su kalitesinde iyileşme sağlanmış olması gerekmektedir. Bu iyileşme süreci tamamlanıncaya kadar (alıcı ortam kirleticisi konsantrasyonunun ÇKS'den küçük olması durumu) seyrelme yaklaşımı kullanılarak deşarj limitlerinin belirlenmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda her deşarj için hemen deşarj noktasında ÇKS değerlerinin aşılmıyor olmasını teminen Japonya'da uygulanan deşarj limiti belirleme yaklaşımı ya da deşarj noktasında her bir noktasal kaynak için ayrı ayrı hesaplanan gerçek seyrelme üzerinden deşarj limiti belirleme yaklaşımının uygulanması önerilmektedir.

6. DÜZENLEYİCİ ETKİ ANALİZİ

Proje kapsamında Düzenleyici Etki Analizi (DEA) çalışması da yapılmıştır. Çalışmanın amacı; Proje kapsamında önerilen alıcı ortam kriterleri ya da ÇKS bazında noktasal kirleticiler (kentsel ve endüstriyel deşarjlar) için deşarj limitlerinin uygulamasına geçişten kaynaklanacak etkilerin değerlendirilmesi; uygulamanın muhtemel fayda ve maliyetlerinin neler olduğu; sosyal, ekonomik ve ticarî hayata, çevreye ve ilgili kesimlere etkilerinin neler olacağı; uygulama konusunda paydaş görüşlerinin neler olduğunu, vb, konuların irdelenmesidir.

AB SÇD, pek çoğu mikrokirletici ya da endokrin bozucu madde (EDC) olarak bilinen, noktasal ve yayılı kaynaklardan açığa çıkan 45 tehlikeli madde ve madde grubunu “öncelikli” ve “öncelikli tehlikeli” madde olarak sınıflandırılmakta ve bunlar için SÇD’de verilen ÇKS’lerin sağlanmasını beklemektedir. SÇD, ek olarak ülkelerin kendileri için nehir havzası spesifik kirleticilerini (belirli kirletici) ve bu kirleticiler için ÇKS’leri belirlemelerini gerektirmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı (mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı), ülkemiz için belirli kirleticileri ve bu kirleticiler için ÇKS değerlerini belirlemiş ve yakın geçmişte Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’ni bu doğrultuda revize etmiştir. Bu yönetmeliğin 10. Maddesi, alıcı ortamlarda öncelikli ve belirli kirletici düzeylerinin, yönetmelikte tanımlanmış olan ÇKS’leri aşmayacak şekilde kontrol edilmesine 2019 yılı sonu itibarıyla geçileceğini belirtmektedir.

Projede, ülkemizde ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri uygulamasına geçiş için gerçekçi bir yaklaşım oluşturulmaya çalışılmış ve ülkemiz koşullarında uygulanabilir nitelikte olduğu düşünülen bir “ÇKS bazlı deşarj standartları/limitleri uygulamasına geçiş stratejisi” oluşturulmuştur (Tablo 28). Önerilen yaklaşımın ilk aşamasını, halen ÇŞB tarafından revizyonu tamamlanma aşamasına gelmiş Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)’nin uygulanması teşkil etmektedir.

İkinci aşamada, SKKY’nin sektörel deşarj standardı tablolarının öncelikli kirleticiler ve METBEL açısından revize edilerek kullanılması teşkil etmektedir. SKKY’nin sektörel deşarj standartları tablolarına; o sektör için söz konusu olan METBEL parametrelerinin ve yine o sektör için söz konusu olan öncelikli kirleticilerin ülkemiz koşulları için belirlenecek deşarj standartları ile dahil edilmesi önerilmektedir. Yaklaşımın 3. aşaması ise; belirli kirleticilerin deşarj sınırlamalarına dahil edilmesi ve ÇKS bazlı deşarj limiti uygulamasına geçilmesi şeklinde şekillendirilmektedir. Sektörel olarak deşarj sınırlaması uygulanacak belirli kirleticiler, tercihen o havzaya özgü olarak belirlenmiş “belirli kirleticiler” olacaktır.

Tablo 28. Uygulanması Önerilen Aşamalı Deşarj Standardı/Limiti Belirleme Yaklaşımı

Aşama	Yaklaşım	Önerilen uygulama başlangıcı	Deşarj Limiti/Standardı	Karışım Bölgesinin Göz Önüne Alınması
1	Revize SKKY'nin uygulanması			
	Halen tamamlanma aşamasına gelmiş revizyonun uygulanması	2018	Deşarj Standardı	Hayır
2	SKKY'de Yer Alan Deşarj Standartlarının Revizyonu			
	SKKY'de bulunan sektörel tablolara yeni parametrelerin (METBEL parametreleri + 45 parametreden mevcut olanlar) eklenmesi	2025	Deşarj Standardı	Hayır
3	Nehir Havzası Belirli Kirleticileri ve Öncelikli Kirleticiler için Deşarj Limiti Uygulaması			
	3.1. Seyrelme Yaklaşımı (Gerçek Seyrelme)	2025+5 yıl	Deşarj Limiti	Hayır
	3.2. Deşarj Test Yazılımı	2025+10 yıl	Deşarj Limiti	Evet
	3.3. GMTY (Modelsiz yaklaşımlar)	2025+ >20 yıl	Deşarj Limiti	Hayır
	3.4. GMTY (Modelleme yaklaşımı)	2025+ >> 20 yıl	Deşarj Limiti	Hayır

Yukarıda işaret edilen yasal düzenleme; gerek sanayi kuruluşları gerekse kentler ya da belediyeler için ek arıtma prosesleri, dolayısıyla çeşitli ekonomik maliyetler getirecektir. İlgili maliyetlerin finansmanı gerek özel sektör gerekse kamu sektörü için zorlu bir görev olacaktır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ise, söz konusu düzenlemenin uygulanması noktasında bazı idari sorunlarla karşılaşabilecektir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın il teşkilatlarının insan kaynakları ve teknik kapasite anlamında iyileştirilmesi gerekebilecektir. Daha çok sayıda parametre için daha sıkı deşarj sınırlaması anlamına gelen bu düzenleme, bir yandan ciddi bir laboratuvar altyapısı (özel ya da kamu) gerektirecek, diğer yandan da gerek sanayi kuruluşları gerekse belediyelerin yeterli teknik bilgiye sahip olmamaları nedeniyle, ilk aşamada uygulamada aksaklıklar yaşanabilecektir. Ancak, önerilen geçişin kademeli oluşu, nispeten süreci kolaylaştıracaktır.

Noktasal kaynaklı kirliliğin kontrolü için önerilen aşamalı deşarj standardı/limiti belirleme yaklaşımının uygulanması, hiç şüphesiz, tek başına yeterli olmayacaktır. Gübre ve biosit kullanımından kaynaklanan kirlenme de su kaynakları açısından önemlidir. Nitekim, noktasal kaynakların kontrolü için uygulanabilir bir yöntem geliştirmek amacıyla yürütülen “Alıcı Ortam Kriterleri Bazında Deşarj Standartlarını Belirleme ve Uygulama Yöntemlerinin Geliştirilmesi” projesi kapsamında pilot havzalarda gerçekleştirilen alıcı ortam su kalitesi izleme çalışmalarında tespit edilen kirleticilerin önemli bir kısmını pesititlerin oluşturduğu görülmüştür. Bu nedenle, bu DEA'nın konusu olan düzenlemeye, yayılı kirleticiler kaynakların

da dahil edilmesi düşünülmüş ve bu çerçevede seçenekler geliştirilmiştir (Tablo 29). İlk seçenek mevcut durumun devam ettirilmesi olarak ele alınırken, 2. Seçenekte sadece Tablo 29’da belirtilen kapsamda noktasal kaynakların kontrolü, 3. Seçenekte ise tüm noktasal ve yayılı kaynakların kontrolü düşünülmüştür.

Bu DEA çalışmasında Tablo 28’de belirtilen geçiş süreci ele alınırken, esasen Aşama 2 ve Aşama 3 değerlendirilmiş ve bu aşamaların belediyelere ve sanayi kuruluşlarına getireceği ilave arıtma gereksiniminin aynı olacağı kabul edilmiştir. Bu kabul; Aşama 2’de ve Aşama 3’te giderilmesi gereken kirleticilerin ve bu kirleticiler için gereken arıtım düzeylerinin pek çok alıcı ortam su kütlesi için aynı olacağı ve öncelikli kirleticilerin giderimini sağlayacak yatırımların, belirli kirleticileri de zaten giderebileceği hususundan kaynaklanmaktadır. Bu kabullerin çok büyük oranda doğru olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo 29. İrdelenen Seçenekler¹⁷

Seçenek No	Noktasal Kaynakların Kontrolü		Yayılı Kaynakların Kontrolü
	Kentsel AAT	Endüstriyel AAT	
Seçenek 0 - Düzenleme Yapmama			
Seçenek 1 - Sadece Noktasal Kaynakların Kontrolü			
1.1.	≥50000 E.N.*	Debi ≥250 m³/gün	Yok
1.2	≥50000 E.N.	Debi ≥500 m³/gün	Yok
Seçenek 2 - Noktasal Kaynakların ve Yayılı Kaynakların Kontrolü			
2.1	≥50000 E.N.	Debi ≥250 m³/gün	Var
2.2	≥50000 E.N.	Debi ≥500 m³/gün	Var
Seçenek 3 - Tüm Noktasal Kaynakların ve Yayılı Kaynakların Kontrolü			
3.1	Tümü	Tümü	Var

*E.N.: Eşdeğer Nüfus

DEA, iyi bir yasal düzenlemenin temel unsurlarından olup, mevcut ya da yeni çıkarılacak bir yasal düzenlemenin muhtemel fayda ve maliyetleri ile olumlu ve olumsuz etkilerinin sistematik olarak incelenmesini amaçlayan bir yönetim aracıdır. Bu araç, analize esas yasal düzenlemenin altında yatan sorunların anlaşılabilmesi, ilişkin seçeneklerin belirlenebilmesi ve seçeneklerden en uygun olanının işaret edilmesinin içermektedir.

Bu DEA’da ele alınan ana seçenekler; düzenleme yapmama, sadece noktasal kirlilik kaynakları için önerilen düzenlemenin uygulanması, hem noktasal hem yayılı kirlilik kaynakları için sınırlama uygulanmasıdır. Bu seçeneklerin etkileri analiz edilmekte ve olası maliyetleri

¹⁷ Seçenekler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yetkilileri ile yapılan değerlendirmeler neticesinde belirlenmiştir.

karşılaştırılmaktadır. Yapılacak yasal düzenlemenin seçenekler üzerinden fayda-maliyet analizine bağlı olarak incelenmesi, uygulamanın olası etkileri ya da hayata geçirilebilirliği anlamında önem arz etmektedir.

Çalışmada, Resmi Gazete'nin 19/12/2005 tarih ve 2005/9986 sayılı nüshasında yayımlanmış olan "Mevzuat Hazırlama Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik" madde 24'ün DEA konusunda hükümleri uygulanmıştır.

Ekonomik analizlere ilişkin rakamlar, proje çerçevesinde daha önce hazırlanıp, Bakanlık'a sunulmuş olan Maliyet Analizi Raporu'ndan alınmıştır. Söz konusu raporda, yapılan hesaplamaların detayı sunulmaktadır.

Bu DEA çalışması temel olarak yukarıda sözü edilen proje çalışmaları kapsamında toplanan veri ve yapılan analizlere dayandırılmıştır. Ekonomik analizler aşağıda sıralanan iki başlığa yönelik olarak gerçekleştirilmiştir:

- Yeşilirmak ve Nilüfer Alt Havzaları'nda yer alan endüstriyel ve kentsel atıksu arıtma tesislerinde ihtiyaç duyulacak iyileştirmeler,
- Yayılı kirleticilerin kontrolüne yönelik olarak gerçekleştirilmesi gereken çiftçilere yönelik eğitim faaliyetleri.

Çalışmada; ülkemizde ÇKS bazlı deşarj standartlarının uygulanmasına geçiş hususunda ilgili mevzuata uyum durumunun ve revizyon ihtiyaçlarının gözden geçirilmesi, yasal düzenlemelerin getireceği ek yük/maliyetlerin öngörülmesi, uygulamaya geçiş için ihtiyaçların ve maliyetlerin belirlenmesi hedefine yönelik olarak ilgili kurum ve kuruluşların görüş ve önerilerini almak amacıyla çeşitli paydaş danışma çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaları; a) anket çalışmaları ve b) çalıştay başlıkları altında toplamak mümkündür. Anket uygulaması, Yeşilirmak ve Nilüfer Alt Havzaları'nda yer alan kentsel ve endüstriyel AAT'lerde yapılmış ve temel olarak, önerilen yeni deşarj sınırlaması uygulama planının kendileri açısından uygunluğu ve uyum sağlama konusunda kabiliyetleri ya da ne gibi zorluklar yaşayabileceklerine ilişkin bilgi toplanmış ve değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, beklendiği üzere, önerilen uygulamanın çeşitli çevresel ve sosyal faydalar sağlayacağı buna karşılık bir maliyeti olacağı görülmüştür. Sağlanacak başlıca faydalar;

- Su kirliliğinin azalması
- Ülkemizin AB Mevzuatı'na uyum sürecinin desteklenmesi
- Salımı kontrol edilen kirleticilerin yol açtığı sağlık sorunlarının ve ilişkin sağlık harcamalarının azalması
- Yeni istihdam olanaklarının yaratılması

olarak ön görülmüştür.

Tablo 29'da sıralanan seçenekler için hesaplanan toplam maliyetler Tablo 30'da sunulmaktadır. Görüldüğü gibi, Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan endüstriyel AAT'lerin debileri, irdelenen

seçeneklerdeki sınır değerlerin üzerinde olduğu için, seçenekler için hesaplanan toplam maliyetler arasında ciddi farklar görülmemektedir. Yeşilırmak Havzası'nda ise Nilüfer Alt Havzası'na göre nispeten küçük debili endüstriyel AAT'ler bulunduğu için, irdelenen seçeneklerin toplam maliyetleri farklılık göstermektedir. Yine aynı şekilde, Nilüfer Alt Havzası'nda yer alan kentsel AAT'lerin kapasitesi 50.000 eşdeğer nüfus üzerinde olduğu için, seçeneklerin toplam maliyetleri birbirinden farklı değildir. Fakat, Yeşilırmak Havzası'nda 50.000 eşdeğer nüfus altında faaliyet gösteren kentsel AAT'ler bulunduğu için, tüm kentsel AAT'lerin kontrolünün hedeflendiği seçeneğin toplam maliyeti, 50.000 eşdeğer nüfus altı kentsel AAT'lerin muaf tutulduğu seçeneklere göre daha fazladır.

Tablo 30. İrdelenen Seçenekler ve Toplam Maliyetler

Seçenek No	Noktasal Kaynakların Kontrolü		Yaylı Kaynakların Kontrolü		Kentsel AAT Yaklaşık Maliyet (M €/yıl)	Endüstriyel AAT Yaklaşık Maliyet (M €/yıl)	Toplam Maliyet (M €/yıl)
	Kentsel AAT	Endüstriyel AAT					
Seçenek 0 - Düzenleme Yapmama							
Seçenek 1 - Sadece Noktasal Kaynakların Kontrolü							
1.1.	≥50000 E.N.*	Debi ≥250 m ³ /gün	Yok	Yeşilirmek	4,5-7,5	0,1-1,4	4,6-8,9
				Nilüfer	12,9-20,9	7,5-12,1	20,4-33,0
1.2	≥50000 E.N.	Debi ≥500 m ³ /gün	Yok	Yeşilirmek	4,5-7,5	0,08-1,3	4,5-8,8
				Nilüfer	12,9-20,9	7,4-12,1	20,3-33,0
Seçenek 2 - Noktasal Kaynakların ve Yaylı Kaynakların Kontrolü							
2.1	≥50000 E.N.	Debi ≥250 m ³ /gün	Var	Yeşilirmek	4,5-7,5	0,1-1,4	4,6-8,9
				Nilüfer	12,9-20,9	7,4-12,1	20,3-33,0
2.2	≥50000 E.N.	Debi ≥500 m ³ /gün	Var	Yeşilirmek	4,5-7,5	0,08-1,2	4,5-8,7
				Nilüfer	12,9-20,9	7,4-12,1	20,3-33,0
Seçenek 3 - Tüm Noktasal Kaynakların ve Yaylı Kaynakların Kontrolü							
3.1	Tümü	Tümü	Var	Yeşilirmek	4,7-7,7	0,2-1,5	4,9-9,2
				Nilüfer	12,9-20,9	7,5-12,1	20,4-33,0

* Sadece noktasal kirletici yük bazında hesaplanabilmektedir.

Yukarıdaki bölümde işaret edilen seçeneklere ilişkin yapılan tüm etki değerlendirmeleri, Tablo 31’te özetlenen sonuçları vermiş ve Seçenek 2.2’nin tercih edilebileceğini ortaya çıkarmıştır.

Tablo 31. Seçeneklerin Karşılaştırılması

Seçenekler	Ekonomik Etkiler				Çevresel Etkiler	Sosyal Etkiler
	Belediyeler	Endüstriler	Kamu	Yayılı Kaynak		
Seçenek 0.1: Düzenleme Yapmama	+	+	+	+++	---	---
Seçenek 1.1: Noktasal Kaynaklar için Debi ve Eşdeğer Nüfus Sınırlaması	-	--	-	++	+	+
Seçenek 1.2: Noktasal Kaynaklar için Debi ve Eşdeğer Nüfus Sınırlaması	-	-	-	++	+	+
Seçenek 2.1: Noktasal Kaynaklar için Debi ve Eşdeğer Nüfus Sınırlaması ve Yayılı Kaynakların Kontrolü	-	--	-	-	+++	+++
Seçenek 2.2: Noktasal Kaynaklar için Debi ve Eşdeğer Nüfus Sınırlaması ve Yayılı Kaynakların Kontrolü	-	-	-	-	+++	+++
Seçenek 3.1: Tüm Noktasal Kaynakların ve Yayılı Kaynakların Kontrolü	---	---	--	-	+++	+++