

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIYI YERLEŞİMLERİNDE
KENTSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN
BÜTÜNCÜL BİR YAKLAŞIMLA PLANLANMASI

GÜLSEN AVAZ
DOKTORA TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GEBZE
2019

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIYI YERLEŞİMLERİNDE KENTSEL
ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN
BÜTÜNCÜL BİR YAKLAŞIMLA
PLANLANMASI

GÜLSEN AVAZ
DOKTORA TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMANI
PROF. DR. MELEK ÖZKAN

GEBZE
2019

T.R.
GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

**PLANNING OF URBAN WASTEWATER
TREATMENT PLANTS IN THE COASTAL
AREAS WITH INTEGRATED APPROACH**

GÜLSEN AVAZ
**A THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE OF THE
DOCTOR OF PHILOSOPHY**
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING

THESIS SUPERVISOR
PROF. DR. MELEK ÖZKAN

GEBZE
2019



DOKTORA JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 16/01/2019 tarih ve 2019/04 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 15/02/2019 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Gülsen AVAZ'ın tez çalışması Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Prof. Dr. Melek ÖZKAN

ÜYE

: Prof. Dr. Ülkü YETİŞ

ÜYE

: Prof. Dr. Nihal BEKTAŞ

ÜYE

: Prof. Dr. Oya OKAY

ÜYE

: Prof. Dr. Salim ÖNCEL

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

Prof. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU

Gebze Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Kıyı alanları, sahip olduğu canlı ve cansız kaynak potansiyeline bağlı olarak özellikle son yüzyılda yoğun kentleşme, sanayi, ulaştırma, turizm gibi ekonomik ve toplumsal faaliyetler için çekici hale gelmeye başlamıştır. Özellikle kentsel atıksu ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan organik madde ve besin maddesi (azot, fosfor) girdileri, kıyı sularında doğal ekolojik özelliklerin aşırı değişimi ve yoğun plankton üretimine kadar varan ötrofikasyon probleminin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Benzer şekilde birbirleriyle ekolojik anlamda çatışma içerisinde bulunan farklı sektörlerin faaliyet gösterdiği ülkemiz Akdeniz ve Ege Denizi kıyı alanları da ötrofikasyon tehdidi altındadır. Bu kapsamda kentsel faaliyetler sonucunda oluşan atıksuların ekosistem yaklaşımı yönetimi karar verici ve uygulayıcılar için giderek daha büyük önem kazanmaktadır. Bu sürecin en önemli aşamalarından birisi de AB “Kentsel Atıksuların Arıtımı Direktifi (KAAD)”ne (91/271/EEC) paralel olarak 2006 yılı başında “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (KAAY)” yürürlüğe girmesidir.

Bu tez çalışmasının amacı, KAAY’a uygun olarak Akdeniz ve Ege Denizi kıyı alanlarının ötrofikasyona duyarlılıkları açısından “hassas” ve “az hassas su alanları” olarak sınıflandırılması ve bütüncül bir yaklaşımla alıcı ortamın ötrofikasyon hassasiyetine göre kıyı alanlarında en uygun ve sürdürülebilir kentsel atıksu arıtım yönetim modelinin oluşturulmasıdır.

Tez çalışması kapsamında, öncelikle KAAY’ın uygulanmasına yönelik hassas ve az hassas alan belirleme metodolojisi geliştirilmiş ve bu metodoloji yoğun yerleşim ve turizm faaliyetlerine bağlı olarak kirlilik tehdidi altında bulunan Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarımız için uygulanmıştır. Daha sonra bu alanlardaki yerleşimler için eşdeğer nüfuslar belirlenmiş, mevcut kentsel atıksu arıtım tesislerinin (KAAT) yeterlilikleri incelenmiş ve yeni kurulması gereken KAAT’lar için en uygun kentsel atıksu arıtım teknolojileri tanımlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hassas Alan, Az Hassas Alan, Kıyı Alanları, Ötrofikasyon, Kentsel Atıksu Arıtımı, Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği.

SUMMARY

Due to the enormous increase of urbanization, industrialization and tourism activities in the last few decades, eutrophication risk has been gradually gaining more significance, especially for closed/semi closed bays of the Mediterranean and Aegean Sea coastal waters of Turkey.

In order to protect the marine environment from urbanization and other human activities, decision-makers and organizations involved with environmental management have recognized the necessity for implementation of sound pollution prevention measurement programs and development of realistic investment plans. Correspondingly, in Turkey, the “Urban Wastewater Treatment Regulation” based on the “Urban Wastewater Treatment Directive (91/271/EEC)” was put into effect in the beginning of 2006. According to the Directive, classification of aquatic environments with respect to their sensitivity to eutrophication is of crucial importance in planning urban wastewater treatment investments.

In this context, this thesis aims to determine the risk of eutrophication on the coastal areas of coastal areas of Mediterranean and Aegean Sea by classifying them as sensitive and less sensitive areas and to suggest most optimum urban wastewater treatment technologies by taking into account Urban Wastewater Treatment Regulation. To achieve these aims, first of all, an evaluation methodology for the determination of sensitive/less sensitive areas based on eutrophication assessment was developed and then this methodology was applied to classify Mediterranean Sea and Aegean Sea coastal areas of Turkey. By applying this methodology, Mediterranean and Aegean Sea coastal areas were evaluated according to their eutrophication risk and designated as sensitive/potential sensitive and less sensitive areas. Then, integrated urban wastewater treatment alternatives were developed by taking into account receiving water bodies characteristics and the treatment technologies as a whole.

Key Words: Sensitive Area, Less Sensitive Areas, Eutrophication, Coastal areas, Urban Wastewater Treatment, Urban Wastewater Treatment Directive.

TEŞEKKÜR

Başta doktora eğitimimde ve akademik hayatımda desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyip bilgisi ile bu çalışmanın oluşmasının yolunu açan danışmanım Prof. Dr. Melek ÖZKAN'a,

Bu çalışmamı gerçekleştirmeme vesile olan ve 2008-2011 yılları arasında gerçekleştirilen “Türkiye Kıyıları Sıcak Nokta ve Hassas Alanları: Atık Özümseme Kapasitelerinin Nicel Yöntemlerle Belirlenmesi ve Sürdürülebilir Evsel Atıksu Yönetimi Modellerinin Geliştirilmesi” isimli TÜBİTAK KAMAG 1007 Projesi'ni destekleyen TÜBİTAK'a, Müşteri Kurum olan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ve Proje Ekibine,

Bütün çalışmam boyunca, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocalarım Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Filiz KÜÇÜKSEZGİN ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Süleyman TUĞRUL'a, tez sonuçlarının CBS ortamında haritalandırılması konusundaki destekleri dolayısı ile TÜBİTAK MAM Başuzman Araştırmacılarından Sayın Aslı Süha Günay'a ve göstermiş olduğu desteklerinden dolayı sevgili eşim Nurullah AVAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği	3
2. HASSAS VE AZ HASSAS KIYI ALANLARINDA KENTSEL ATIKSU YÖNETİMİ	5
2.1. Hassas ve As Hassas Kıyı Alanları	6
2.2. Kıyı Alanlarında KAAT'ların Planlanması	11
2.2.1. Merkezi Arıtma Prosesleri	12
2.2.1.1. Birincil Seviye Arıtım Uygulamaları	12
2.2.1.2. İkincil Seviye Arıtım Uygulamaları: Aktif Çamur Sistemleri	13
2.2.1.3. Üçüncül Seviye Arıtım Uygulamaları: Biyolojik Besin Maddesi Giderimi	16
2.2.1.4. İleri Arıtım Uygulamaları	17
2.2.2. Yerinde Arıtım Proses Seçimleri	19
2.2.2.1. Septik Tanklar/Foseptikler	19
2.2.2.2. Döner Biyodisk Sistemleri	20
2.2.2.3. Yapay Sulak Alan Sistemleri	21
2.2.2.4. Stabilizasyon Havuzları	22
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Uygulama Alanları	24
3.1.1. Akdeniz	24
3.1.2 Ege Denizi	28

3.2. Veri Kaynakları	33
3.3. Hassas ve Az Hassas Kıyı Alanlarının Sınıflandırılması Metodolojisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması Yöntemi	37
3.4. KAAY'a Göre Kıyı Yerleşimlerinde KAAT Yatırımlarının Planlanması Yöntemi	38
3.4.1. Eşdeğer Nüfusların Belirlenmesi Yöntemi	40
3.4.1.1. Evsel Atıksu Kirlilik Yüklerinin Hesaplanması	40
3.4.1.2. Endüstriyel Atıksu Kirlilik Yüklerinin Hesaplanması	42
3.4.2. Mevcut KAAT'ların İyileştirme İhtiyaçlarının Belirlenmesi Yöntemi	43
3.4.3. Yeni Kurulacak KAAT'ların Proseslerinin Seçilmesi Metodolojisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması Yöntemi	45
4. BULGU VE DEĞERLENDİRMELER	53
4.1. Kıyı Alanlarının Hassas ve Az Hassas Olarak Sınıflandırılması Metodolojisinin Geliştirilmesi	53
4.2. Akdeniz Kıyılarında Hassas ve Az Hassas Alanların Sınıflandırılması Metodolojisinin Uygulanması Bulgu ve Değerlendirmeleri	57
4.2.1. IA: Yayladağ Güney İlçe Sınırı -İskenderun Kenti Arası	63
4.2.2. IIA: İskenderun Kenti – Karataş Arası (İç Körfez ve Körfezin Kuzey Batısı)	64
4.2.3. IIIA: Mersin Körfezi Mersin Kenti-İskenderun Kuzey Girişi (Karataş – Mezitli Arası)	66
4.2.4. IVA: Mersin Körfezi (Memitli-Kızkalesi Arası)	68
4.2.5. VA: Mersin Kızkalesi – Taşucu Burnu	68
4.2.6. VIA- Taşucu Körfezi–Manavgat Arası	69
4.2.7. VIIA: Antalya Körfezi Ortası (Manavgat–Side–Serik Bölgesi)	70
4.2.8. VIIIA: Serik– Marmaris Arası	71
4.3. Ege Denizi Kıyılarında Hassas ve Az Hassas Alanların Sınıflandırılması Metodolojisinin Uygulanması Bulgu ve Değerlendirmeleri	73
4.3.1. IE: Marmaris Koyu	79
4.3.2. IIE: Turunç/Marmaris–Bodrum Yarımadası Arası	79
4.3.3. IIIE: Bodrum Yarımadası Güneyi: Bodrum–Turgutreis	79
4.3.4. IVE: Turgutreis–Güvercinlik (Güllük Körfezi Güneyi)	80
4.3.5. VE: Güvercinlik–Didim Arası: Güllük Körfezi	80

4.3.6. VIE: Didim-Kuşadası Körfezi Kuzey Ucu	81
4.3.7. VIIE: Kuşadası Körfezi Kuzey Ucu–Alaçatı	82
4.3.8. VIIIE: Alaçatı-Çeşme İlçe Sınırı	82
4.3.9. IXE: Çeşme İlçe Sınırı-Karaburun Arası	83
4.3.10. XE: İzmir Körfezi	83
4.3.11. XIE: İzmir Körfezi-Nemrut Koyu Arası	84
4.3.12. XIIE: Nemrut Koyu	85
4.3.13. XIIIE: Aliağa Koyu	85
4.3.14. XIVE: Çandarlı Körfezi-Ayvalık	86
4.3.15. XVE: Ayvalık-Altınoluk Arası: Edremit Körfezi	86
4.3.16. XVIIE: Altınoluk-Çanakkale Boğazı:	87
4.3.17. XVIIIE: Çanakkale Boğazı Kuzey Girişi -Saros Körfezi	87
4.3.18. XVIIIIE: Meriç Deltası	88
4.4. Kıyı Yerleşimleri Eşdeğer Nüfus Bulguları	88
4.5. Mevcut Tesislerin İyileştirme İhtiyaçları Bulgu ve Değerlendirmeleri	96
4.6. Yeni Kurulacak KAAT’lar için Proses Seçim Metodolojisi Uygulanması Bulgu ve Değerlendirmeleri	107
5. SONUÇLAR	114
6. ÖNERİLER	121
 KAYNAKLAR	 126
ÖZGEÇMİŞ	133
EKLER	134

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler ve</u>	<u> Açıklamalar</u>
<u>Kısaltmalar</u>	
AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
AHA	: Az Hassas Alan
AKM	: Askıda Katı Madde
BA	: Biyolojik Arıtma
BNR	: Biyological Nutrient Removal (Besin Maddesi Giderimi)
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
ÇİN	: Çözünmüş İnorganik Azot
DDD	: Derin Deniz Deşarjı
DEÜ	: Dokuz Eylül Üniversitesi – Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü
DBTE	
DSÇD	: Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi
EN	: Eşdeğer Nüfus
GTÜ	: Gebze Teknik Üniversitesi
HA	: Hassas Alan
HELCOM	: Helsinki Komisyonu
KAAD	: Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi
KAAY	: Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
KAAT	: Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MAP	: Mediterranean Action Plan (Akdeniz Eylem Planı)
MBR	: Membran Biyoreaktör
MEDPOL	: The Programme for the Assessment and Control of Pollution in the Mediterranean Region (Akdeniz Bölgesi Kirliliği'nin Değerlendirilmesi ve Kontrolü Programı)
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü
DBE	
OSPAR	: Kuzeydoğu Atlantik ve Kaynaklarının Korunması Sözleşmesi
SBE	: Sınırlayıcı Besin Elementi
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi

SDD	: Seki Diski Derinliği
SINHA	: Türkiye Kıyılarında Kentsel Atıksu Yönetimi: Sıcak Nokta ve Hassas Alanların Yeniden Tanımlanması Projesi
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
SUDS	: Sustainable Drainage Systems (Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri)
TN	: Toplam Azot
TIN	: Toplam İnorganik Azot
TP	: Toplam Fosfor
TRIX	: Trophic Index (Trofik Endeks)
TÜBİTA K MAM	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNEP	: United Nations Environmental Programme- (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)
YSAS	: Yapay Sulak Alan Sistemleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: Alıcı Ortama Doğrudan Deşarj Yapacak Birincil Arıtma Akım Şeması.	12
2.2: Klasik Aktif Çamur Prosesi Akım Şeması.	13
2.3: Oksidasyon Hendeği Prosesine Ait Akım Şeması.	15
2.4: Tek Kademeli Azot Gideren Oksidasyon Hendeği.	15
2.5: MBR Tesisi Akım Şeması.	18
2.6: Biyodisk Sistemi Akım Şeması.	20
2.7: Yapay Sulak Alan Sistemi Akım Şeması.	21
2.8: Stabilizasyon Havuzu Sistemi Akım Şeması.	22
3.1: Akdeniz Kıyıları Eğim Haritası ve Kıyı Değerlendirme Bölgeleri.	27
3.2: Ege Bölgesi'nde Teknolojilerine Göre Kentsel Atıksu Arıtımı Tesisi Dağılımı.	30
3.3: Ege Denizi Kıyılarındanda Nüfus Aralıklarına Göre Kentsel Atıksuların Arıtılma Durumları.	30
3.4: Ege Denizi Kıyıları Eğim Haritası ve Kıyı Değerlendirme Bölgeleri.	32
3.5: Akdeniz Kıyıları Örnekleme Noktaları.	35
3.6: Ege Denizi Kıyıları Örnekleme Noktaları.	36
3.7: Birincil Arıtma Akım Şeması.	44
3.8: İkincil Arıtma Akım Şeması.	44
3.9: Üçüncül Arıtma Akım Şeması.	44
4.1: Hassas ve Az Hassas Kıyı Alanları Değerlendirme Kriterleri.	53
4.2: Akdeniz Kıyıları Hassas/Az Hassas/Gri Alanları.	62
4.3: Ege Denizi Kıyıları Hassas/Az Hassas/Gri Alanları.	78
4.4: Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesi Kıyılarında Mevcut KAAT Yeterlilik ve Arıtma Seviyesi Artırımı İhtiyacı Durumu.	98
4.5: Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi Kıyılarında Mevcut KAAT Yeterlilik ve Arıtma Seviyesi Artırımı İhtiyacı Durumu	99
4.6: Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesi Kıyılarında Yeni Kurulması Planlanan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri.	112
4.7: Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi Kıyılarında Yeni Kurulması Planlanan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri.	113

Sekil No:**Sayfa**

- 5.1: Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesi Kıyılarında Mevcut İyileştirilmesi ve 117
Yeni Kurulması Planlanan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri.
- 5.2: Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi Kıyılarında Mevcut İyileştirilmesi ve 118
Yeni Kurulması Planlanan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri.

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No:</u>	<u>Sayfa</u>
3.1: Akdeniz Kıyı Sınıflandırma Bölgelerinin Koordinatları.	26
3.2: Ege Denizi Kıyı Sınıflandırma Bölgelerinin Koordinatları.	31
3.3: KAAY'a Göre Alıcı Ortama Uygun Arıtma Seviyeleri	39
3.4: Kıyı Alanlarının Hassaslık Durumu ve Eşdeğer Nüfus Aralıklarına Göre Kentsel Atıksu Arıtım İhtiyaçları.	40
3.5: Kirlilik Yüklerinin Yıllara Göre Değişimi.	41
3.6: Kıyı Yerleşimlerinde Yeni Kurulacak KAAT'lar İçin Önerilen Proses Seçimleri.	52
4.1: Akdeniz-Ege Denizi Kıyı Suları için Belirlenen Ötrofikasyon Kriterleri.	55
4.2: Akdeniz Kıyı Alanlarının Hassas/Az Hassas Alan Genel Değerlendirmeleri.	58
4.3: Ege Denizi Kıyı Alanlarının Hassas/Az Hassas Alan Genel Değerlendirmeleri	74
4.4: Akdeniz ve Ege Denizi Kıyı Yerleşimleri Eşdeğer Nüfusları	89
4.5: İncelenen Atıksu Arıtma Tesislerinde Seviye ve Kapasite Artırımı İhtiyaçları.	96
4.6: Akdeniz ve Ege Denizi Kıyı Alanları Mevcut Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri İyileştirme İhtiyaçları.	100
4.7: Akdeniz-Ege Kıyı Yerleşimlerinde Yeni Kurulacak Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri İçin Belirlenen Arıtma Seviyeleri İhtiyaçları ve Prosesleri	107
5.1: Akdeniz ve Ege Denizi Kıyılarında Mevcut ve Yeni Kurulacak KAAT Planlaması Yapılan Yerleşim Sayıları.	116
5.2: Yeni Kurulması Önerilen KAAT'ların Bölgesel Dağılımı.	119

1. GİRİŞ

Doğal kaynakların korunması, ulusal güvenlik stratejisinin, ekonomik kalkınmanın ve toplumsal gelişim sürecinin önemli bir bileşenidir. Doğal kaynakların mevcut durumu ve etkin biçimde kullanılması, ülkelerin ekonomik gelişimini doğrudan etkilemektedir. Bu kaynakların bir bileşeni olan kıyı alanları, sahip olduğu canlı ve cansız kaynak potansiyeline bağlı olarak özellikle son yüzyılda yoğun kentleşme, sanayi, ulaştırma, turizm gibi ekonomik ve toplumsal ve birbirleriyle yarışan faaliyetler için çekici hale gelmiştir. Dünya üzerindeki en önemli ekosistemlerden birisi olan kıyı alanları, besin üretimi ve besin maddesi döngüsü gibi insan yaşamına ve ekonomik refaha önemli katkıları olan çeşitlilikte ekosistem hizmetleri sağlamaktadır [1].

Çok yönlü etkileşime açık olan kıyısal alanlardaki insan kaynaklı faaliyetlerin, özellikle açık sularla etkileşimi zayıf kıyı ekosistemleri üzerinde geri dönüşümü çok zor olan ciddi ekolojik sorunlarının ortaya çıkmasına neden olduğu bilinmektedir [2].

Ötrofikasyon, kıyı alanlarında su kalitesini de olumsuz etkileyerek istenmeyen sonuçlara neden olan deniz ekosistemleri için anahtar stres etkenlerinden birisidir [3]. Ötrofikasyon, kıyı alanlarındaki yoğun yerleşim faaliyetleri, evsel atıksu deşarjları, tarım faaliyetleri, orman alanlarının kaybı gibi antropojenik aktivitelerden kaynaklı, başta azot ve fosfor olmak üzere su kolonuna besin maddesi girişleriyle yakından ilişkilidir [3], [4], [5].

Bu doğrultuda Avrupa Birliği (AB) de bünyesinde bulunan üye ülkeler için yerüstü su alanlarında ötrofikasyon riskine neden olmayacak, kentsel atıksu arıtımı planlamasını sağlamak üzere daha kesin tanım, kriter ve yükümlülükleri içeren bir yasal düzenleme yapma gerekliliğini görmüştür. Böylece "Suların Korunması ve Yönetimi" başlıklı yasal düzenlemeler kapsamında "Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (91/271/EEC" [6] yürürlüğe girmiştir. Bu Direktif ile kıyı alanlarını da içerisine alan, su havzalarının kentsel atıksudan kaynaklanan kirlilikten ve negatif etkilerden korunması amaçlamaktadır.

Direktif, üye ülkelere atıksu kirlilik yüklerinin ve alıcı ortamın durumunun dikkate alındığı iki temel kriter aracılığı ile kentsel atıksularının arıtımını nasıl önceliklendirileceklerine dair bilgilendirme yapmaktadır. Bu önceliklendirme alıcı

ortamın “hassas alanlar (en kirlenmiş olanlar)”, “normal alanlar” ve “daha az hassas alanlar (en az kirlenmiş olanlar) kategorilerine ayrılması ile mümkün olmaktadır [7]. KAAD’da kıyasal alanlar için bunlardan “hassas su alanları” ve “az hassas su alanları” sınıflandırması yapılmaktadır. Söz konusu sınıflandırmaları yapmanın gerekliliği arkasındaki gerekçe, kentsel atık suyun boşaltıldığı alıcı ortam hassasiyeti için uygun olacak arıtma teknolojilerinin farklı seviyelerini belirleyebilmektir.

Ülkemizde ise Çevre Kanunu kapsamında 2006 senesinde, “Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (91/271//EEC)”ni temel alan KAAY [8] yürürlüğe girmiştir. Söz konusu Yönetmelik, yerleşimlerden kaynaklanan evsel atıksularla birlikte, aynı Yönetmelik içerisinde tanımlanmış endüstriyel sektörlere ait biyolojik olarak parçalanabilen proses atıksularının toplanması, arıtılması ve deşarjları ile ilgili hususları düzenlemektedir. KAAY’ın amacı, kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevreyi korumaktır.

Bu çerçevede, AB Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi’ni temel alarak hazırlanan ulusal yönetmeliğimizin [8] ülkemiz kıyıları için uygulanmasını sağlayacak entegre ve sürdürülebilir çevre projelerinin gerçekleştirilmesi için TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007) desteğiyle, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı müşterisi olduğu “Türkiye Kıyılarında Kentsel Atıksu Yönetimi: Sıcak Nokta ve Hassas Alanların Yeniden Tanımlanması, Atık Özümsenme Kapasitelerinin İzleme Modelleme Yöntemleriyle Belirlenmesi ve Sürdürülebilir Kentsel Atıksu Yatırım Planlarının Geliştirilmesi Projesi (SINHA Projesi, 2008 - 2011) [9]” başlatılmıştır. Söz konusu proje TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü yöneticiliğinde, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü ve DEÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojileri Enstitüleri ile birlikte yürütülmüştür.

Tez çalışması, SINHA Projesi [9] kapsamındaki çalışmalar çerçevesinde gerçekleştirilmiş olup; KAAY’da yeralan hususlara uygun olarak "hassas/ az hassas su alanlarını" belirlemek üzere bir metot geliştirilmesini, özellikle turizm ve yerleşim faaliyetlerinin yoğun olduğu Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarında bu metodun uygulanmasını ve bu kıyılarda sürdürülebilir atıksu yönetimini sağlamak üzere bir “atıksu yönetim modeli”nin oluşturulmasını hedeflemektedir.

Tez çalışmasında, antropolojik baskıların yoğun tehdidi altında olan Akdeniz ve Ege Denizi kıyı alanları boyunca alıcı ortamın ötrofikasyona hassasiyeti dikkate alınarak; ötrofikasyon riskini önleyecek, kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlayacak, yöredeki turizm ve yerleşimler için en uygun ve sürdürülebilir kentsel atıksu yönetimi alternatiflerini oluşturacak bir atıksu arıtımı planlaması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, bu alanda yapılan bir ilk olup, oluşturduğu yaklaşım ve metotlarla daha sonra gerçekleştirilen hassas alanların ve KAAT yatırımlarının güncellenmesi çalışmalarına önemli bir girdi teşkil etmektedir.

1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği

Bu tez çalışmasının amacı, AB Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi’ni temel alarak hazırlanan ve 2006 yılında yürürlüğe giren “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ” isimli ulusal yönetmeliğimize uygun olarak “ülkemiz kıyıları için hassas/az hassas su alanlarının belirlenmesi metodolojisi”nin geliştirilmesi, Akdeniz ve Ege Denizi kıyı alanlarının bu metoda uygun olarak ötrofikasyona duyarlılıkları açısından “hassas” ve “az hassas su alanları” olarak sınıflandırılması ve sözkonusu kıyı alanları için alıcı ortamın sınıflandırma sonuçlarını temel alan bütüncül ve sürdürülebilir bir “kentsel atıksu arıtımı yönetim modeli”nin geliştirilmesidir.

Tez çalışması kapsamında, öncelikle KAAY’ın uygulanmasına yönelik hassas ve az hassas alan belirleme metodolojisi geliştirilmiş ve bu metodoloji öncelikle yoğun yerleşim ve turizm faaliyetleri kaynaklı baskılar olmak üzere farklı insan aktivitelerinden kaynaklanan kirlilik tehdidi altında bulunan Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarımız için uygulanmıştır. Daha sonra bu alanlardaki yerleşimler için atıksu arıtımı planlamasına esas teşkil edecek ilçe bazlı kentsel atıksu kirlilik yükleri ve eşdeğer nüfuslar belirlenmiştir.

Daha sonra, belirlenen eşdeğer nüfuslar ve alıcı ortamın ötrofikasyon riskine göre gerçekleştirilen sınıflandırma sonuçları temel alınarak; Akdeniz ve Ege Denizi kıyı yerleşimleri için kaynakların sürdürülebilir kullanımını sağlayacak, yöredeki turizm ve yerleşimler için en uygun ve sürdürülebilir kentsel atıksu arıtımı yönetim modeli oluşturulmuştur. Bu model sözkonusu kıyı yerleşimlerinde ilçe bazlı olarak uygulanarak,

KAAY'a uygun kentsel atıksu arıtımı planlaması yapılmıştır. Bu kapsamda mevcut kentsel atıksu arıtımı tesislerinin (KAAT) yeterlilikleri incelenmiş ve yeni kurulması gereken KAAT'lar için en uygun kentsel atıksu arıtımı teknolojileri önerilmiştir.

Son olarak, kıyı alanları hassas/az hassas su alanları sınıflandırması ve gerçekleştirilen kentsel atıksu arıtımı planlamaları sonuçları birarada değerlendirilmiş ve tez çalışması sonrasında yapılabilecek çalışmalarla ilgili önerilerde bulunulmuştur.

2. HASSAS VE AZ HASSAS KIYI ALANLARINDA KENTSEL ATIKSU YÖNETİMİ

Ülkemizde yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemek üzere “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (31/12/2004- 2568)” [10] yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atıksuların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atıksu altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsar.

KAAY [8] ise çevre kanunu kapsamında “Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (91/271//EEC)”ni temel alarak 2006 yılı başında yürürlüğe soktuğu bir yönetmeliktir. Söz konusu Yönetmelik, yerleşimlerden kaynaklanan evsel atıksularla birlikte Yönetmelik içerisinde tanımlanmış endüstriyel sektörlere ait biyolojik olarak parçalanabilen proses atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjları ile ilgili hususları düzenlemektedir. KAAY [8]’ın amacı, kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevreyi korumaktır.

KAAY tarafından kıyı alanlarını da içerisine alan yerüstü sularında “hassas ve az hassas su alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun nedeni, kentsel atıksuyun deşarj edildiği alıcı ortamın hassassiyetine uygun olan değişik seviyelerdeki arıtım teknolojisinin belirlenebilmesidir. KAAY kapsamında hassas ve az hassas su alanlarının belirlenerek, dört yıllık periyotlarla güncellenmesi gerekmektedir. Yönetmeliğe göre hassas ve az hassas alanların tanımlanması, alıcı ortamların hassaslığına bağlı olarak kentsel atıksu arıtma derecelerinin değişmesinden dolayı önemlidir. Bu nedenle, kentsel atıksu arıtma tesislerinin (KAAT) kurulması ve işletilmesinde hem fonksiyonel tasarımın (arıtma seviyesi) hem de arıtılmış atıksuların deşarjının (lokasyon ve deşarj sistemi) dikkate alınması önemlidir [11]. KAAY’a göre hassas bölgelere deşarj edilen sular, daha az hassas bölgelere göre daha ileri seviyede bir arıtmadan geçirilmelidir.

KAAD kapsamında kentsel atıksular için planlanan önlemler, “Su Çerçeve Direktifi (SÇD) [12]” ve “Deniz Strateji Çerçevesi Direktifi (DSÇD) [13]”nin içerdiği “Önlemler Programı”nın da hem önemli bir girdisi hem de bu direktiflerin özellikle ötrofikasyon, deniz çöpleri, biyoçeşitlilik ve kirleticilere ilişkin hedeflerine ulaşmasında sağladığı katkı açısından oldukça kritiktir. Bu nedenle, kıyıların kentleşmesinde su kalitesinin iyileştirilmesini gözetken anlayış, kıyı alanları ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir kullanımı için oldukça önemli bir faktör haline gelmiştir [14].

2.1. Hassas ve Az Hassas Kıyı Alanları

KAAY’a göre hassas ve az hassas alanların tanımlanması, alıcı ortamların hassaslığına bağlı olarak kentsel atıksu arıtma derecelerinin değişmesinden dolayı önem arz etmektedir. KAAY [30]’da ötrofikasyon; suların, besin maddelerince özellikle azot ve/veya fosfor bileşiklerince, alg ve daha yüksek yapılı bitkilerin üremesini hızlandıracak, böylece sudaki canlıların dengesini bozacak ve su kalitesinde istenmeyen bozulmalara yol açacak şekilde zenginleşmesi olarak tanımlanmaktadır. Yönetmeliğe göre kıyı alanları “hassas su alanları” ve “az hassas su alanları” olarak sınıflandırılmaktadır. Buna göre Yönetmelik’teki hassas ve az hassas su alanlarının belirlenme esasları aşağıdaki gibidir:

- I.a. Hassas Su Alanları:

Ötrofik olduğu belirlenen ya da eğer gerekli önlemler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelecek doğal tatlı su gölleri, diğer tatlı su kaynakları, haliçler ve kıyı suları “hassas su alanları” olarak belirlenir.

- I.b. Az Hassas Su Alanları:

Morfolojik, hidrolojik ya da özel hidrolik şartlara göre, atıksu deşarjının çevreyi olumsuz yönde etkilemediği deniz alanları “az hassas su alanları” olarak tanımlanır.

Az hassas su alanları belirlenirken, deşarj edilen atıksuların ağır çevre etkilerine neden olabilecek komşu alanlara transfer olabileceği riski de dikkate alınır. Az hassas su

alanları belirlenirken; su değişiminin çok olduğu ve ötrofikasyon ya da oksijen tüketimine maruz olmayan veya kentsel atıksu değarjına bağlı olarak ötrofik hale gelmesi veya oksijen tüketimini artırması olasılığı bulunmayan açık koylar, haliçler ve diğer kıyı suları dikkate alınır.

Kimyasal özellikleri dolayısıyla besin maddeleri, özellikle de azot ve fosfor, kıyı alanlarında bitkilerin büyümesi, çözünmüş oksijen konsantrasyonları, suyun berraklığı, sediman miktarı gibi pek çok parametre üzerinde doğrudan ya da dolaylı etki göstermektedir. Azotun canlı organizmalar üzerindeki en birincil rolü DNA sentezini sağlaması ve bitkiler için ise ayrıca fotosentezdeki önemidir. Fosfor ise metabolik prosesler ve enerji transferindeki kritik rolü gereği canlı yaşamı için vazgeçilmezdir [15]. Ötrofikasyonun başlıca etkileri; su yosunu üretiminin artması, mikroalg tür kompozisyonunun değişmesi ve zararlı (potansiyel olarak zehirli) alg patlamasının artmasıdır. İkincil etki ise deniz ekosistemlerinde geniş hipoksik (düşük oksijen seviyesi) ya da anoksik (tümüyle oksijensiz) dip alanları (örn. "ölü bölgeler"), zoobenthos için daha zayıf koşullar ve azalan balık habitatlarıdır [16]-[21]. Bu nedenle, ötrofikasyon kıyısal alanlarda bentik ekosistemlerdeki birincil üretimde ciddi bir azalmaya neden olan aşırı pelajik üretime yol açmaktadır [22]. Ötrofikasyonun, sedimanda ve bentik yaşam koşulları üzerindeki etkileri özellikle organik madde zenginleşmesi, buna bağlı olarak biyokütlerde artış ve ötrofikasyonun daha da ileri evrelerinde tabanda oksijen tükenmesi ve canlılarda çeşitlilik ve sayıca azalma olarak tanımlanır [2]. Özellikle kentsel atıksu ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan organik madde ve besin (azot, fosfor) tuzları girdileri, kıyı sularda doğal ekolojik özelliklerin çok aşırı değişimi ve yoğun plankton üretime kadar varan problemlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kıyı alanları üzerindeki bu baskıların, deniz ekosistemleri üzerindeki küresel ölçekte en büyük tehlikelerden birisi olarak bilinen ötrofikasyon sorununa neden olduğu bilinmektedir [23], [24]. Deniz ortamındaki bu olumsuz gelişmeler, kentleşmenin ve sanayileşmenin yoğunlaştığı kıyısal bölgelerinin sığ ve/veya sınırlı su döngüsü gibi morfolojik ve hidrolojik özellikleri, ötrofikasyon problemine karşı hassasiyeti arttırmaktadır [2]. Özellikle kapalı ve yarı kapalı denizlerde gerçekleştirilen yoğun insan faaliyetleri, kıyı ve deniz tahribatına ve daha da ciddi tahribat risklerinin oluşmasına neden olmaktadır [25].

Son yıllarda AB kanunları ile uyumluluk konusunda yürütülen bilimsel çalışmalar, AB araştırmacıları ve uygulayıcıları için de temel araştırma konuları haline gelmiştir [7]. Bilim insanlarının yönetmelikleri ve uygulamaları değiştirmek için her ne kadar doğrudan yetkisi olmasa da, araştırmalarının sonuçları politika yapıcıların karar vermesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir [7]. Bu çerçevede, ülkemiz kıyıları ile ilgili olarak da gerek ülkemizin taraf olduğu uluslararası sözleşmeleri (Barselona ve Bükreş Sözleşmeleri Kara Kökenli Kirleticiler Protokolleri), gerekse ulusal mevzuatımız ve ilgili AB Direktiflerini temel alan pek çok ulusal ve uluslararası proje gerçekleştirilmektedir.

Avrupa Birliği ülkeleri Avrupa Komisyonu'na KAAD çerçevesinde ilk raporlamalarını 2000 yılında yapmışlardır. Bu raporlar incelendiğinde Belçika, Danimarka, Finlandiya, İsveç, Hollanda, Avusturya, Lüksemburg Estonya, Letonya, Litvanya, Polonya, Çek Cumhuriyeti ve Slovakya'nın tüm su alanlarını; Almanya'nın ise tamamına yakını "hassas alan" ilan ettiği görülmektedir. Bu durum öncelikle bahsedilen ülkelerin büyük bir bölümünün Kuzey Denizi ve Baltık Denizi için gerçekleştirilen sırasıyla Kuzeydoğu Atlantik Denizi ve Kaynaklarının Korunması (OSPAR) ve Helsinki (HELCOM) Sözleşmelerinden en az birisine taraf olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle Baltık Denizi'nin ötrofik bir deniz olmasından kaynaklı olarak, bu denizi çevreleyen ülkeler kentsel atıksu yönetimlerinde sıkı önlemler almakla yükümlüdürler. Ancak tüm su alanların hassas alan ilan edilmesinin finansal boyutu da oldukça yüksektir.

İngiltere Avrupa Komisyonu'na yaptığı ilk hassas alan raporlamasında, diğer Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında görece daha fazla ötrofikasyon parametresi ile daha yaygın bir izleme gerçekleştirse de veri yetersizliğinden yakınmaktadır [26]. İngiltere kıyı ve haliçlerin değerlendirmesinde kimyasal profil (nitrat, ortofosfat, TP, oksijen), ışık geçirgenliği, biyolojik etkiler (makroalgler, fauna değişimi, klorofil/fitoplankton, alg patlamaları) parametrelerini kullanmıştır. Ancak aynı raporda, KAAD'da ötrofikasyonun bir süreç olarak kabul edildiği ve önlem alınmadığı durumda gelecekte ötrofik olması muhtemel alanlar için mutlaka kütleli alg büyümeleri veya aşırı alg patlamalarının olması gerektiğinin altı çizilmektedir [26].

İrlanda tarafından KAAD'a uygun olarak gerçekleştirilen ilk çalışmada öncelikli olarak ötrofik olan veya olabilecek alanlar üzerinde durulmuştur. Eşdeğer nüfusu 10.000 veya 10.000'den daha fazla olan şehirlerdeki su alanları öncelikle incelemeye alınmıştır. İrlanda'nın Avrupa Komisyonu'na sunduğu ilk raporda, hassas alan olma ihtimali olan alanlarda daha kapsamlı bir çalışma yapılması ve endüstriyel desarjlar ile noktasal kaynak olmayan atıksuların belirlenmesi ihtiyacının altı çizilmiştir. Bu raporda, nehir ve göllerin durumu incelenmiş ancak kıyı kesimleri ele alınmamıştır. Kıyı bölgelerinden hassas alan olarak Liffey-Dublin Körfezi belirlenmiş görülsede bu kapsamda yalnızca Luffin-Dublin Körfezi'ne dökülen Dodder ve Tolka nehirlerinin incelendiği ve hassas alan olarak bu nehirlerin belirlendiği görülmektedir. Raporda ötrofikasyon belirleme kriterleri üç kategoride ele alınmıştır. 1. Kategori temel parametreler ve potansiyel olumsuz etkilerin tahmin edilmesi için besin maddelerinin (çözünmüş inorganik azot, çözünmüş inorganik fosfor) değerlendirilmesine dayanmaktadır. 2. kategori canlı yaşamı üzerindeki etkileri ele almaktadır ve planktonik alg miktarı, sıra dışı alg patlamaları/süreleri, makrofit ve makroalg büyümesindeki değişim parametrelerini içermektedir. 3. Kategori ise oksijen yetersizliği, faunadaki değişiklikler, ikincil ve diğer etkilerle ilgili parametreleri içermektedir [27].

İtalya, kıyı alanlarının ilk ötrofikasyona hassasiyet durumlarının değerlendirmesini; kıyının tanımı (coğrafik ve fiziksel), tehditler (endüstri, tarım, yerleşim, turizm vb.), su kalitesinin değerlendirilmesi (nitrat, fosfat, alg patlamaları, klorofil-a, çözünmüş oksijen), değerlendirme ve sonuç (TRIX, yüksek konsantrasyonlar, artış eğilimi, kıyının fiziksel özellikleri, balık ölümleri) kriterleri ile gerçekleştirmiştir. Ancak söz edilen bütün parametrelerin dikkate alındığı değerlendirmeler, 90'lı yıllardaki Birleşmiş Milletler Çevre Programı -Akdeniz Eylem Planı (UNEP MAP) desteği ile Kuzey Adriyatik Denizi'nde gerçekleştirilen çalışmalarda yer almaktadır. Diğer kıyı alanlarında gerçekleştirilen değerlendirmelerde ise izleme sonucu olan parametrelere göre değerlendirmeler yapılabilmektedir [28].

İspanya, kıyı alanlarının hassas/az hassas alan olarak sınıflandırılmasında elinde çok kısıtlı veri olmasından dolayı ilk aşamada ciddi bir sıkıntı yaşamıştır. Bu nedenle kıyı alanlarının sınıflandırılmasında yeterli verinin oluşacağı güncelleme dönemlerine kadar Avrupa Komisyonu'na resmi olarak bildirimde bulunulmamış; "siyah alan", "gri

alan” gibi geçiş kategorileri oluşturularak bu alanların izlenmesi sağlanmıştır. Önerilen bölgenin gri ve siyah alanlar olarak ayrılmasında kıyı morfolojisi, su rejimi, kıyı kesiminin nüfus yoğunluğu, bölgedeki yerleşim nüfusunun 10,000’den fazla olması, bölgedeki tarım durumu, tarımsal sulama, kıyıda ki mevcut akifer yapısı gibi bilgilerden yararlanılarak karar verilmektedir. rnek olarak Andalucia kıyılarının değerlendirilmesinde öncelikle kıyı alanının coğrafik özellikleri, açık/kapalı olma durumu, yerel olarak gerçekleştirilen izleme çalışmalarında rastlanan yüksek nitrat ve fosfat değerleri, insan kaynaklı baskılar ve yürütülen ekonomik faaliyetler kriter olarak kullanılmıştır. Bu kriterlere göre Andalucia kıyı alanı “siyah alan” diğer bir deyişle hassas alan olarak önerilen kıyı alanı olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla bu bölgeye dökülen nehir ağızlarında da izleme çalışmaları yapılmasının gerekliliğini ortaya çıkmıştır [29].

Ege Denizi’nin karşı kıyısında bulunan Yunanistan için de İşpanya’ya benzer olarak ilk değerlendirmelerde veri kısıtlılığı ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, Yunanistan da İşpanya da olduğu gibi yetersiz veriye rağmen değerlendirme yapabilmek için “siyah alan” ve “gri alan” tanımlamaları yapmıştır. Buna göre, “siyah alan”lar, hassas alanları; “gri alan”lar ise hassas alan olarak ilan edilebilecek öngörünün oluştuğu ancak daha çok araştırma yapılmasına ihtiyaç duyulduğu alanlar olarak tanımlanmıştır. Belirlenen alanlardaki kirlilik yükünün kanalizasyon desarjlarından kaynaklandığı kabul edilmiş ve endüstriyel desarjlarla gelen kirlilik yükleri ihmal edilmiştir. Benzer şekilde su değişiminin az olması ve yakında koruma alanlarının olması durumları da kirlilik yüklerinin birikimi açısından önemli olarak kabul edilmiştir. Az hassas alanlar ise sadece açık körfezler, haliçler ve diğer kıyı suları olarak dşnlmştir. Yunanistan’ın Avrupa Komisyonu’na yaptığı KAAD raporlamasında bulunan kıyılarda ötrofikasyon belirleme kriterleri; su bölgesinin genel tanıtımı (alan, su karakteristikleri, bölgedeki yerleşim yerleri, baskılar) ve fizikokimyasal parametreler (deniz yüzeyinde klorofil-a, fosfat; deniz yatağına yakın kısımlarda çözünmüş oksijen, çözünmüş inorganik azot ve seki disk parametreleri) olarak ele alınmaktadır [30].

Portekiz’de bahar ve sonbahar mevsimlerinde okyanus kıyılarında güçlü gel-git, rüzgar dalgalar ve güçlü akıntılar oluştuğundan, bu kıyılarda alg üremesi sınırlı ve

ötrofikasyon riski oldukça düşüktür. Bu sonuçlara göre Portekiz sahillerinde su değişim kapasitesi oldukça yüksektir. Bu nedenle Portekiz’de Algarve Sahilleri dışında bütün sahiller, Avrupa Komisyonu’na “az hassas alan” olarak ilan edilmiştir. Az hassas alanların belirlenmesinde çözünmüş oksijen, çözünmüş inorganik azot, klorofil-a ve seki disk parametreleri ele alınmıştır [31].

2.2. Kıyı Alanlarında KAAT’ların Planlanması

KAAT’ların kurulması ve işletilmesinde hem fonksiyonel tasarımın (arıtma seviyesi) hem de arıtılmış atıksuların deşarjının (lokasyon ve deşarj sistemi) dikkate alınması önemlidir [32]. Bu nedenle KAAY’a göre kıyı alanlarının ötrofikasyon durumu ve/vaya riski, kentsel atıksu arıtma seviyelerinin belirlenmesi açısından dikkate alınmalıdır. Bu kapsamda hassas bölgelere deşarj edilen atıksular, daha az hassas bölgelere göre daha ileri seviyede bir arıtmadan geçirilmelidir.

Küresel nüfus ortalamasının üç katı yoğunlukta olan kıyı alanları [33]; farklı taleplere sahip farklı kullanıcıların bir arada ve yararlanılan hizmetler açısından çatışma halinde yaşadıkları ortamlardır. Sonuç olarak, bu alanların öneminin değerlendirilmesinde ve istenilen koşulların belirlenmesinde uygulanan kriterler de birbirinden çok farklı olabilmektedir [34], [35]. Bu nedenle, günümüz anlayışına göre kıyı alanlarının kullanımında; kaynakları yönetenler, araştırmacılar, politika yapıcılar ve kıyı planlayıcıları çevresel stres etkenlerinin ekolojik, ekonomik ve sosyal etkilerini azaltmak ya da tersine çevirmek için stratejileri tanımlamak, geliştirmek ve izlemek üzere birlikte çalışmaktadırlar [36].

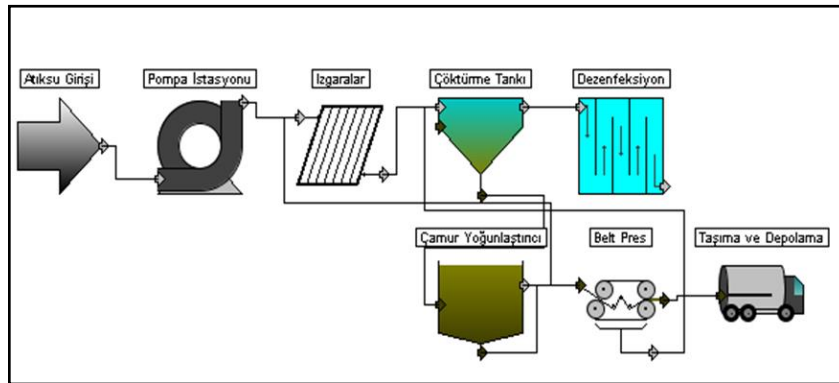
Kentsel atıksu arıtımı yatırımlarının alıcı ortama uygun olarak belirlenmesi, hem su kaynaklarının korunmasına hem de ekonomik olarak en optimum yatırımların yapılmasına olanak sağlayan sürdürülebilir çözümler üretmektedir. Bu anlamda KAAD üye ülkelerin, kentsel atıksu arıtımı hususunda uymaları gereken net hedefleri belirleyen, keyfi uygulamaları önleyen, AB mevzuatının oldukça açık ve önemli bir parçasıdır [37].

Kentsel atıksu arıtma tesisleri kurulum teknolojisi olarak merkezi ve yerinde arıtmalar olmak üzere iki grupta incelenebilir. Aşağıdaki bölümlerde bu gruplarda yer alan arıtma prosesleri tanımlanmaktadır.

2.2.1. Merkezi Arıtma Prosesleri

2.2.1.1. Birincil Seviye Arıtım Uygulamaları

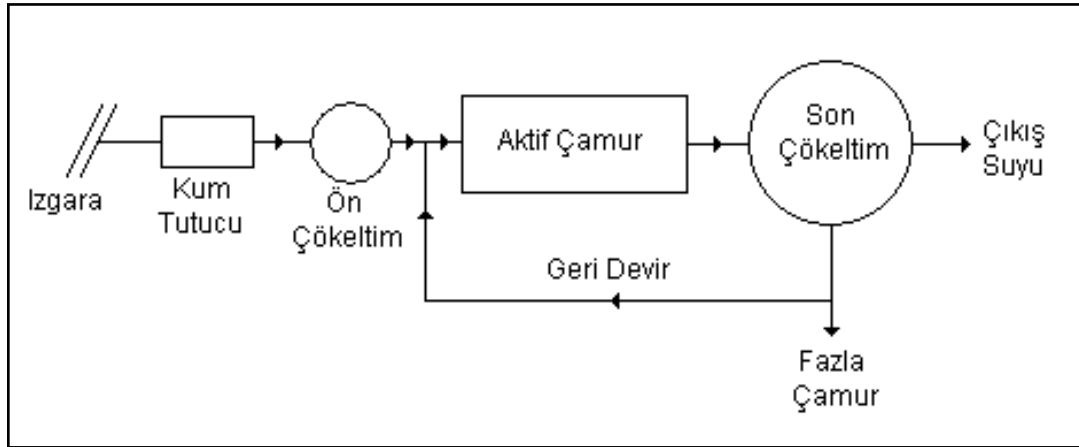
Ülkemiz kıyılarında çoğunlukla evsel nitelikli atıksular birincil arıtma sonrasında derin deniz deşarjı yöntemiyle denize deşarj edilmektedir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY)'inde [10] derin deniz deşarjıyla ilgili uyulması gereken parametreler Tablo 22 ve deşarj edilecek atıksu debisine veya yerleşim yeri nüfusuna göre atıksuların ne kadar mesafede denize deşarj edileceği SKKY Tablo 24'te verilmektedir. Bu çalışma kapsamında, nüfusu 2.000'den küçük az hassas kıyı alanlarında yeralan yerleşimler için birincil arıtma proses seçeneklerinden birisi; 2.000-150.000 arasındaki yerleşimler için ise önerilen tek tip prosesdir. Önerilen birincil arıtma uygulaması konfigürasyonu sırasıyla, kaba ızgara, ince ızgara ve kum tutucu birimlerinden sonra derin deniz deşarjı yöntemiyle atıksuyun uzaklaştırılması uygulamasını içermektedir. Ancak kıyıya deşarjı fiziksel, morfolojik, ekonomik vb. koşullar nedeniyle mümkün olmayan yerleşimler için ise, kaba ızgara, ince ızgara, kumtutucu sonrasında çökeltme ve dezenfeksiyon tankları sonrasında doğrudan alıcı ortama deşarjı önerilmektedir. Söz konusu akım şeması Şekil 2.1'de verilmektedir. Birincil arıtım sonrası derin deniz deşarjı uygulaması, güçlü ve sürekli tabakalaşmanın olduğu kıyı ortamları için daha uygun olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2.1: Alıcı Ortama Doğrudan Deşarj Yapacak Birincil Seviye Arıtım Akım Şeması.

2.2.1.2. İkincil Seviye Arıtım Uygulamaları: Aktif Çamur Sistemleri

Günümüzde aktif çamur sistemleri ve aktif çamur sistemlerinin modife edilmesi ile geliştirilen sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Aktif çamur proseslerinin tasarımı yapılırken seçilen reaktör tipi, yükleme kriterleri, çamur üretimi, oksijen ihtiyacı, filamentli mikroorganizmalar ve atıksuyun çıkış özellikleri dikkate alınmaktadır. Aktif çamur prosesleri esnek sistemler olup, biyolojik arıtmada meydana gelebilecek problemlere kolay adapte olabilmektedirler. Küçük yerleşim yerlerinde klasik aktif çamur prosesleri ve geliştirilmiş olan aktif çamur prosesleri verimli çalışabilen proseslerdir. Klasik aktif çamur; düşük konsantrasyonda gelen evsel atık suların arıtılmasında kullanılır ve şok yüklemelere duyarlı bir sistemdir. Uzun Havalandırma; küçük yerleşimler için nitrifikasyonun gerekli olması durumunda modüler proses olarak kullanılabilir. Oksidasyon Hendeği; Bu prosesler modüler proseslerdir. Küçük yerleşim yerleri için kullanılmaktadırlar. Bu sistemler için büyük alanlara ihtiyaç vardır. Tez kapsamında ikincil seviye arıtma uygulamaları tasarımında esas alınan akım şeması Şekil 2.2’de verilmektedir [38]. Tez çalışması kapsamında önerilen aktif çamur prosesleri aşağıdaki sistemleri içermektedir:



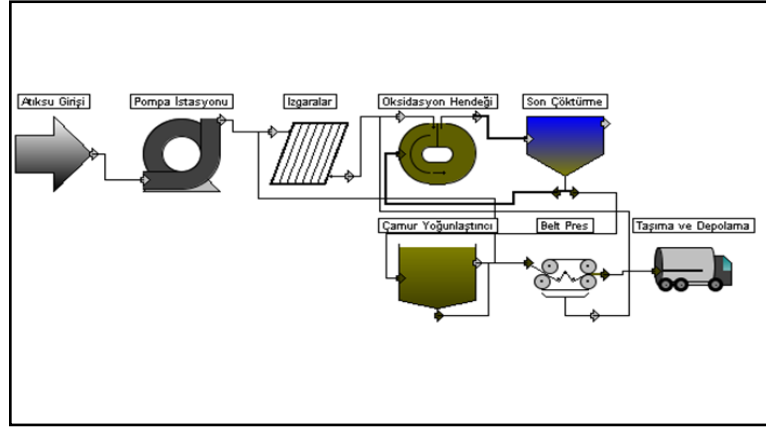
Şekil 2.2: Klasik Aktif Çamur Prosesi Akım Şeması.

- Uzun Havalandırma Aktif Çamur Sistemi

Uzun havalandırmalı aktif çamur sistemleri, klasik piston akımlı sistemlere benzemektedir. Söz konusu sistemi klasik piston akımlı çamur sisteminden farkı bakterilerin ölüm fazında çalışmasıdır. Bunun sonucunda düşük organik yükleme ve uzun havalandırma süreleri gerektirmektedir. Genellikle uzun çamur sürelerine (25 - 30 gün) ihtiyaç duymaktadır. Proses küçük yerleşimlerde prefabrik paket tesisler için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde hava sıcaklığının ve minimum atıksu sıcaklığının Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu göz önünde bulundurulduğunda, uzun havalandırmalı sistemler için gerekecek biyolojik reaktör hacmi, yüksek atıksu sıcaklığında daha düşük çamur yaşı gerekeceğinden, daha düşük olmaktadır. Aynı zamanda uzun havalandırmalı sistemler çamur stabilizasyonu için gerekli çamur yaşı baz alınarak tasarlanacağından, çıkan çamurun arıtım maliyetinden de tasarruf sağlanmaktadır. Organik kirlilik yükü yüksek olan ya da minimum atıksu sıcaklığı düşük olan atıksu karakterizasyonu için daha düşük çamur yaşlarında işletilen aktif çamur prosesleri için anaerobik çamur çürütücülü sistemlerde çamur stabilizasyonu önerilmektedir. Bu sistemin avantajı ise, organik maddenin çeşitli fazlardan geçirilmesiyle, nihai çamur ve enerji üretimi için ham madde olacak olan biyogaz üretmektedir. Biyogazdan üretilecek olan enerji ile tesisin işletme maliyetinin bir kısmı karşılanabilmektedir [40].

- Basit Oksidasyon Hendekleri

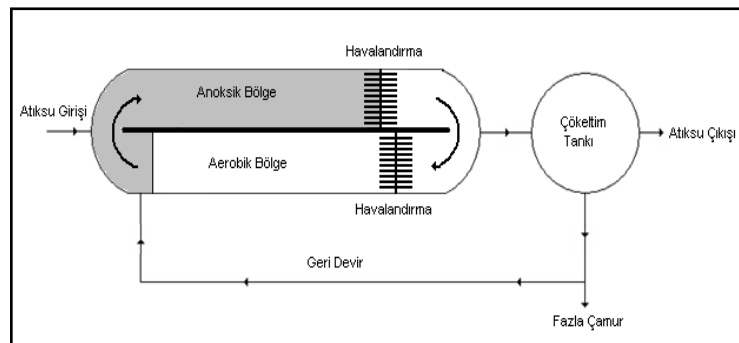
Oksidasyon hendekleri daire veya oval biçimli kanallardan oluşmaktadır. Havalandırma için mekanik havalandırma yöntemleri tercih edilmektedir. Oksidasyon havuzları uzun bekletme ve çamur bekletme süreleriyle tipik uzun havalandırma modunda işletilmektedir. Oksidasyon hendekleri karbon gideriminin yanı sıra azot gideriminin de gerçekleştirilebildiği fazla teknoloji gerektirmeyen ve işletilmesinin kolay olduğu prosesler olmalarından dolayı tez kapsamında orta büyüklükteki (2.000 - 10.000 nüfuslu) hassas ve gri alanlardaki yerleşimler için önerilmektedir. Bu prosese ait akım şeması Şekil 2.3'de verilmektedir.



Şekil 2.3: Oksidasyon Hendeği Prosesine ait Akım Şeması.

- Tek Kademeli Azot Gideren Oksidasyon Hendeçleri

Nitrifikasyon bakterileri hemen hemen bütün biyolojik arıtma proseslerinde bulunmaktadır. Nitrifikasyon prosesi, kesikli, tam-karışım, uzun havalandırmalı gibi değişik modifikasyonlarında gerçekleştirilebilmektedir. Tek kademeli atıksu arıtma sistemlerinde nitrifikasyon/denitrifikasyon işlemlerinin gerçekleşmesi, çoklu çamur arıtma sistemlerine göre önemli avantajlara sahiptir. Tek kademeli sistemlerde işletme maliyeti düşüktür. Karbon kaynağı olarak dışarıdan metanol ilavesine gerek yoktur. Sistemde genelde fazla ekipmana ihtiyaç duyulmadığından (örn: oksidasyon hendeği) ilk yatırım maliyeti düşük olacaktır (Şekil 2.4). Havalandırma ihtiyacı düşük olmasından dolayı havalandırma tankının hacmi daha düşük olmaktadır. Azot giderimi için yeterli kapasiteye sahip reaktörlerde çıkış suyundaki toplam azot değerinin 10 mg/L'den düşük olabilmektedir [40].



Şekil 2.4: Tek Kademeli Azot Gideren Oksidasyon Hendeği.

2.2.1.3. Üçüncül Seviye Arıtım Uygulamaları: Biyolojik Besin Maddesi Giderimi

Tez kapsamında üçüncül seviye arıtım uygulamaları için biyolojik besin maddesi giderimli arıtım uygulamaları (BNR) olan “A²/O” ve “Bardepho” prosesleri seçilmiştir. Ayrıca hassas alan kıyılarındaki 10.000 eşdeğer nüfustan küçük, aynı zamanda turizm açısından gelişmiş ve sosyo-ekonomik durumu iyi yerleşim yerlerinde atıksuların geri kazanımına da imkan tanıyan ileri arıtım uygulamaları (Membran Biyoreaktörü) önerilmiştir. Üçüncül seviye arıtım uygulamaları için önerilen prosesler aşağıda verilmektedir:

• A²/O Prosesi

A²/O prosesi, A/O prosesinin bir modifikasyonudur. A/O prosesinden farklı olarak denitrifikasyonu gerçekleştirebilmek için anaerobik kademinin arkasından anoksik bölüm eklenmiştir. Mikroorganizmalar anaerobik bölümde bünyelerinden açığa çıkardıkları fosforu, aerobik ortamda fazlasıyla geri almaktadırlar. Son çökeltim havuzunda söz konusu mikroorganizmalar çöktürülerek fosforun uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Proses türüne karar verirken karbon ve azot arasındaki oran önemlidir. Karbon ve azot giderimli tesislerde önde denitrifikasyon prosesi tercih edilen bir proses olsa da, söz konusu prosesin başarılı bir şekilde işletilebilmesi ve gereken verimin alınabilmesi için havalandırma tankı girişinde C/N oranının 4’ten büyük olması gerekmektedir. Fosfor giderim oranının yüksek olması (% 3 - 5) ve denitrifikasyonun olması A²/O prosesinin avantajları arasında sayılabilmektedir. Ancak diğer proseslere göre daha kompleks ve işletmesi daha zordur [40]. Bu nedenle tez kapsamında bu sistemler, kalifiye eleman istihdam edebilecek yüksek nüfuslu (>10.000 kişi), alıcı ortamı ötrofikasyona karşı hassas olan yerleşimlerde önerilmektedir.

• Bardepho Prosesi

Bardenpho prosesi dört ya da beş kademeli çalıştırılabilen önde anaerobik/oksik kademe ile başlayan besi giderim oranı yüksek bir prostir. Bardenpho prosesi anaerobik/anoksik/aerobik/anoksik/aerobik kademelerden oluşmaktadır [40]. Azot

nitritifikasyon-denitritifikasyonla, fosfor ise atılan çamurla birlikte sistemden uzaklaştırılır. Bu sistemlerde çamur yaşı 10 - 20 gün arasında olmasından dolayı diğer sistemlere oranla daha az çamur üretilir. Beş kademeli bardenpho prosesinin işletimi sonunda çıkış evsel atıksuyundaki TP ve TN seviyeleri birçok sisteme göre daha düşük seviyelere indirgenebilir. Bu nedenlerle tez çalışması kapsamında yüksek oranda fosfor arıtımı gerektiren 10.000’den yüksek nüfuslu hassas kıyı yerleşimlerinde önerilmektedir. Ancak bu sistemlerin diğerlerine göre daha fazla reaktör içermesinden kaynaklı karmaşık yapısından dolayı kalifiye personeller tarafından işletilmeleri gerekmektedir.

2.2.1.4. İleri Arıtım Uygulamaları

Hassas alan kıyılarındaki 10.000 eşdeğer nüfusdan küçük, aynı zamanda turizm açısından gelişmiş, sosyo-ekonomik açıdan durumu iyi yerleşim yerlerinde atıksuların geri kazanımına da imkan tanıyan bir ileri arıtım uygulaması olan “Membran Biyoreaktörü” önerilmiştir.

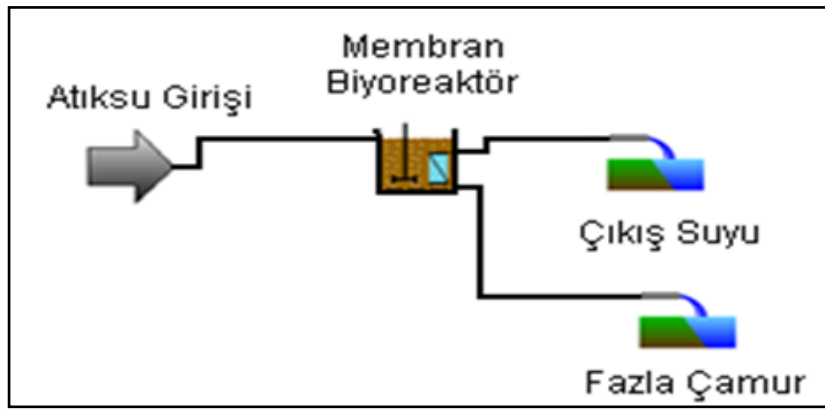
Membran biyoreaktör, biyokütleyi korumak için biyolojik bir reaktör ile bir membran prosesinin birleşimine denilmektedir. Membran, biyoreaktör içinde batık halde ya da reaktör dışında bulunarak ayırma yapabilmektedir. Membranın görevi biyolojik reaktör içerisinde biyokütleyi koruması ve mekanik dezenfeksiyon sağlaması olarak açıklanabilir. Günümüzde MBR’ın ideal çıkış suyu kalitesinin tutturulması, reaktör hacminin ve kapladığı alanın düşük olması, net çamur üretiminin azaltılmış olması ve yüksek biyokütle konsantrasyonları olmasından (10 - 25 mg /L) dolayı tercih edilen prosesler arasına girmiştir [40].

Buna karşın membran modüllerinin yüksek yatırım maliyetleri, membranların kullanım süresi ve işletme maliyetleri (bakımı, enerji sarfıyatı vb.) nedeniyle kullanımını güçleştirmektedir. Bunun sonucu olarak MBR sistemleri ancak refah seviyesi yüksek olan yerleşim yerleri tarafından tercih edilebilmektedir. Ancak zaman içerisinde gelişen membran teknolojisine bağlı olarak gerek ilk yatırım gerekse işletim maliyetleri giderek düşmektedir [41]. Membran biyoreaktörler, esas itibarıyla konvansiyonel biyolojik arıtım sistemlerinin (katı-sıvı ayırımı için son çöktürme havuzlarının kullanıldığı) kullanıldığı tüm bölgeler ve iklim şartlarında kullanılabilir. Ancak membran modülleri

nispeten pahalı olduğundan ve daha çok bu teknolojiyi üreten ülkeler Kuzey Amerika, Avrupa ve Uzakdoğu'da (Japonya, Çin ve Kore) bulunduğundan evsel ve endüstriyel atıksuları arıtan membran biyoreaktör tesisleri daha çok bu bölgelerde yer almaktadır. Yeni membran üreticilerinin pazara katılması, büyük ölçekli MBR sistemlerinin işletmeye açılması, membran üretim maliyetlerinin düşmesi, kurulan tesislerin kompakt oluşu, çıkış suyu kalitesinin yeniden kullanılabilir derecede iyi oluşu gibi önemli etmenlere bağlı olarak MBR'lar konvansiyonel biyolojik arıtımın yeni yüzü olarak nitelendirilebilir.

Belde turistik bir belde ve alıcı ortamı yüzme alanı olarak da kullanılıyor ise çıkış suyu kalitesini yüksek tutabilmek için membran biyoreaktör (MBR) önerilebilecek en uygun prosesler arasında bulunmaktadır. Yüksek biyokütle konsantrasyonlarında işletilen MBR prosesi için gereken reaktör hacimleri de küçük olacağından, tesis inşası için daha az alana ihtiyaç duyulmaktadır [41].

Yüksek çamur yaşlarında çalıştırılacaklarından dolayı, daha az ve stabilize atık çamur üretilmektedir. Ancak MBR işletimi için tecrübeli ve kalifiye elemana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenlerle MBR sistemleri tez kapsamında; kıyı sularının yüzme amaçlı olarak yoğun kullanıldığı ve arazi bedellerinin yüksek olduğu Akdeniz-Ege kıyılarındaki küçük nüfuslu (< 10.000 kişi) turistik yerleşimlerde önerilmektedir. Şekil 2.5'de MBR tesisine ait akış diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 2.5: Tek Kademeli Azot Gideren Oksidasyon Hendeği.

2.2.2. Yerinde Arıtım Prosesleri

Yerinde arıtma sistemleri düşük maliyetli teknolojilerdir. Bu nedenle bu sistemler çoğunlukla küçük nüfuslu yerleşimde (Nüfus <2.000), müstakil ev/binalarda, yazlık sitelerde, otel, tatil köyü vb. işletmelerde tercih edilen arıtım seçenekleridir. Söz konusu proseslere doğal arıtma, MBR, stabilizasyon havuzu, foseptik, paket arıtma ve döner disk sistemleri örnek olarak verilebilir.

Bu sistemlerin seçimi yerleşim yeri alıcı ortamının hassasiyet durumuna, nüfus yoğunluğuna (hektar başına düşen insan sayısı), yerleşim yerinin sosyo-ekonomik durumuna, topografyaya, iklime göre farklılık gösterebilmektedir. Atıksu kaynaklı halk sağlığı problemlerini azaltmakta etkili olan bu sistemler aynı zamanda inşaat, bakım ve işletme açılarından da çok büyük kolaylık sağlamaktadır [42].

Yerinde arıtma sistemleri, merkezi yerleşimlerden uzak, şebeke suyu olmayan ya da kısıtlı olan bölgelerde uygulanması daha uygun ve etkili sistemlerdir. Bu sistemler, ev veya binalar bazında uygulanmış yerel atıksu toplama ve arıtma sistemleridir.

2.2.2.1. Septik Tanklar/Foseptikler

Yerinde arıtma sistemlerinde en yaygın kullanılan ön arıtma sistemi septik tanktır. Septik tanklarla veya septik tank ile oluşturulan arıtım kombinasyonlarında arıtılan atıksu yer altı infiltrasyon sistemine verilmektedir. Genellikle toprağa gömülü olarak inşa edilen bu sistemlerde atıksu bekletilerek ön arıtma sağlanmaktadır. Ön arıtmaya ilave olarak septik tank çamur ve köpük içindeki çökelmiş ve yüzücü organik maddeleri depolamakta ve ayrıştırmaktadır. Bu durum, çamur ve köpük hacmini % 40 oranında azaltır. Septik tanklar organik moleküllerin hidrolizini sağlayarak sonraki arıtma birimlerine önışlem yapılmış atıksu gönderilmesi sağlamaktadır [43].

Organik maddenin çürümesinde oluşan gaz, havalandırma yapılarak sistemden uzaklaşmaktadır. Perdeli giriş yapısı sistemde by-pass oluşmasını, aynı özellikteki çıkış yapısı ise çamurun ve köpüğün sistemden kaçışını engellemektedir.

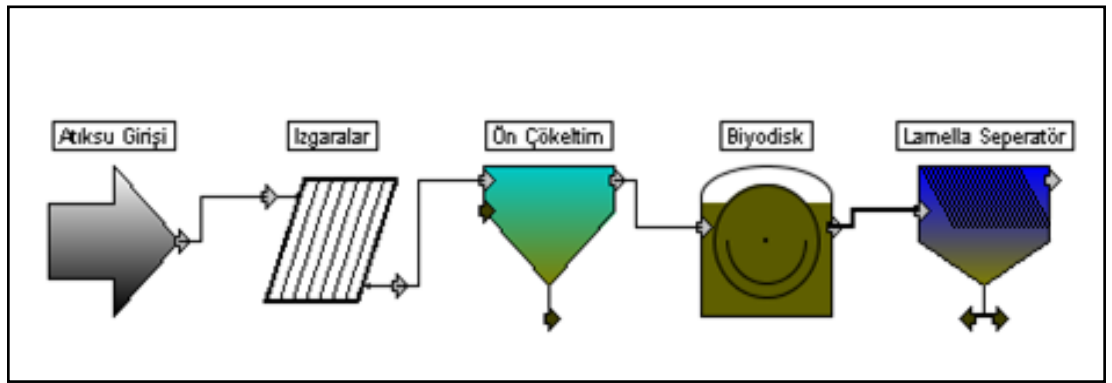
Çıkışa yerleştirilecek ızgara büyük katıların tutulmasını sağlayarak bir sonraki arıtma adımını koruyacaktır. Sistemin üst bölgesinde vidanjör ile sistemi boşaltmak ve kontrol için uygun yapılar oluşturulmalıdır.

Söz konusu sistemler basit ve maliyeti düşük sistemler olmasından dolayı az gelirli olan yerleşim yerleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yerleşim yerlerine uzak olan konutlarda münferit olarak kolaylıkla uygulanabilen sistemlerdir.

2.2.2.2. Döner Biyodisk Sistemleri

Merkezi arıtmanın olmadığı veya arazi koşullarından dolayı tek bir merkezi arıtma sistemi yapımının mümkün olmadığı yerleşim yerlerinde ilk yatırım maliyetinin düşük olması sebebiyle döner biyodiskler tercih edilebilmektedir [40]. Ege ve Akdeniz Bölgelerinde tatil siteleri ve yazlıklar merkezi arıtma yerine münferit arıtımı tercih etmektedirler.

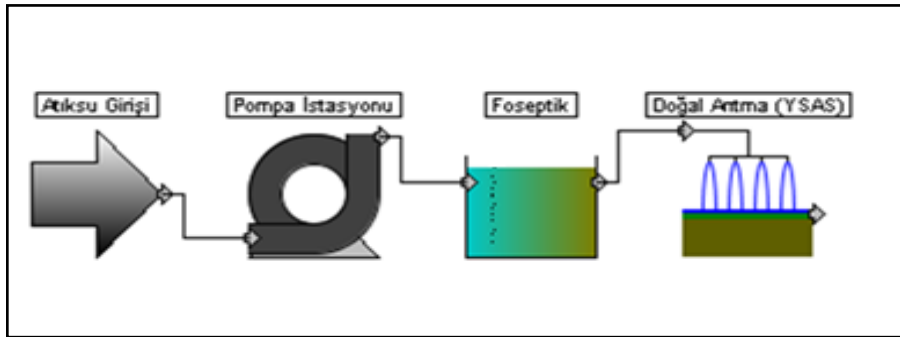
Döner diskler söz konusu yerlerde ekonomik olması ve düşük işletme maliyetleri gerektirdiğinden tercih edilmektedir. Ayrıca kış sıcaklıklarının düşük olmaması mikroorganizmaların faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemeyeceğinden bölge için sorunsuz çalışacak bir sistem olarak görülmektedir. Şekil 2.6'da döner biyodisklerin akım şeması gösterilmektedir.



Şekil 2.6: Biyodisk Sistemi Akım Şeması.

2.2.2.3. Yapay Sulak Alan Sistemleri

Gelişmekte olan ülkelerde kanalizasyon ve arıtma hizmetlerinin, AB standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmesi gerçekçi görülmemektedir. Bu durumda çevre koruma ve arıtma alanında bütçe kısıtlılıkları olan ülkelerde, düşük masraflı arıtma teknolojilerinin uygulanması önemli bir çözüm olacaktır [44]. Merkezi atıksu arıtma sistemlerinde atıksu toplama sistemi önemli bir maliyet getirmektedir. Atıksu toplama sistemlerinin maliyeti sistemin büyüklüğü, topografya, zemin durumu ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir [44]. Tez kapsamında yapay sulak alan sistemleri için nüfusu 2000’den küçük olan ve yeterli araziye sahip olan yerleşim yerleri için uygun yerinde arıtma sistemleridir. Bu sistemler, işletme maliyetlerinin klasik sistemlere göre daha düşük olması nedeniyle tercih edilmektedir. Tez çalışması kapsamında Hassas Alan (HA) olarak tayin edilen bölgeler, yapay sulak alan uygulamaları için uygun görülmemiştir. Bu bölümde, Gri Alan (GA) veya Az Hassas Alan (AHA) olarak tayin edilmiş ve nüfusu 2000’in altında olan yerleşimlerin, “Yapay Sulak Alan Sistemleri (YSAS)” diğer bir deyişle doğal arıtma uygulaması açısından uygun olduğu değerlendirilmiştir. Yerleşimler özelinde, arazi ihtiyacı, iklimin elverişliliği ve sistemin işletilebilirliği irdelenmiştir. Ancak sistemi inşa edecek yeterli araziyi bulmak özellikle kentsel alanlarda kolay olmayacağından dolayı, YSAS’lerin kentlerde uygulanması pek mümkün görünmemektedir. Tez çalışması kapsamında doğal arıtma sistemleri sızdırmaz foseptik ardından YSAS olarak tasarlanmıştır. Yapay sulak alan sistemi akış şeması Şekil 2.7’de verilmektedir.

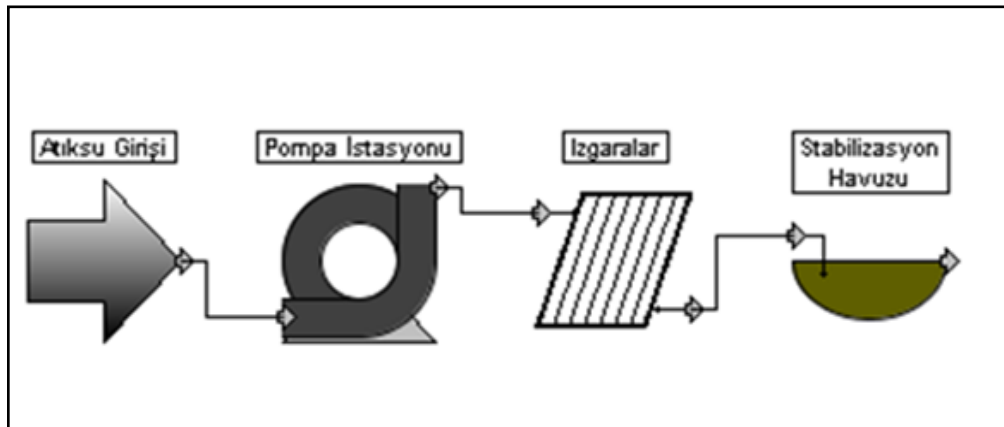


Şekil 2.7: Yapay Sulak Alan Sistemi Akım Şeması.

2.2.2.4. Stabilizasyon Havuzları

Stabilizasyon havuzlarında atıksular ön arıtma ünitelerinden geçirildikten sonra havuza alınır. Temel amaç stabilizasyon havuzu içerisinde havalandırma yapmadan doğal ortamında arıtımın gerçekleşmesidir. Sistem son derece basit çalışır ve güvenilirdir. Doğal arıtma sonrasında oluşan çamur miktarı diğer biyolojik arıtma yöntemlerine kıyasla daha azdır. Doğal süreçler sonucunda oluşan çamur stabil halde olduğu için ayrıca bir çamur arıtım işlemine gerek yoktur. Stabilizasyon havuzlarında ekipman kullanılmadığından arıtma işlemi yavaş gerçekleşir ve büyük havuzlara ihtiyaç duyulur. Bu sebeple nüfusu 500 - 5.000 kişi arasında olan yerleşim yerleri için uygun arıtma sistemleridir [45].

Yukarıda sıralanan hususlar çerçevesinde tez kapsamında nüfusu 2000'den küçük olan, iklim koşullarının müsait olduğu (ılıman iklim), alıcı ortam için yüksek arıtma veriminin gerekmediği, yeterli arazinin bulunduğu ve arazi bedelinin görece düşük olduğu tahmin edilen yerleşimler için stabilizasyon havuzları önerilmiştir. Yoğun turistik aktivitenin yer aldığı Akdeniz ve Ege kıyı yerleşimlerinin büyük kısmında ise koku problemi ve yüksek arazi bedeli gereksinimleri nedeniyle stabilizasyon havuzlarının uygun olmadığı düşünülmektedir. Şekil 2.8'de stabilizasyon havuzuna ait akım şeması verilmektedir.



Şekil 2.8: Stabilizasyon Havuzu Sistemi Akım Şeması.

3. MATERİYAL VE METOT

Tez konusunun uygulama alanı olarak; yoğun turizm ve yerleşim faaliyetlerinin yürütüldüğü Akdeniz ve Ege Denizi kıyıları seçilmiştir. Kıyı alanlarında bütüncül bir yaklaşımla kentsel atıksu arıtma tesislerinin KAAY’a uygun olarak planlanabilmesi için öncelikle, kıyı alanlarının ötrofikasyon durumunun belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için de öncelikle ötrofikasyon durumuna göre kıyı alanlarının “hassas” ya da “az hassas” olarak sınıflandırılmasının metodolojisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Daha sonra geliştirilen metodoloji uygulanarak kıyı alanları sınıflandırılmalı ve kıyı yerleşimlerdeki eşdeğer nüfuslar hesaplanmalıdır. Ardından kıyı sınıflandırması, eşdeğer nüfus temel girdilerin yanı sıra belirlenen diğer kriterler dikkate alınarak geliştirilen değerlendirme yöntemleri ile mevcut KAAT’ların yeterlilik durumları ve yeni kurulacak tesislerin proses seçimleri belirlenmelidir.

Bu çerçevede tez çalışmasında, KAAY’ın söz konusu kıyı alanlarında uygulanması için geliştirilen yöntemler aşağıda verilen konu başlıkları altında ele alınmıştır:

- Hassas ve az hassas kıyı alanlarının sınıflandırılması metodolojisinin geliştirilmesi ve uygulanması yöntemi
- Kıyı alanlarında KAAT’ların planlanması yöntemi
 - Eşdeğer nüfusların belirlenmesi yöntemi
 - Mevcut kentsel atıksu arıtma tesislerinin yeterliliğinin belirlenmesi yöntemi
 - Yeni kurulacak kentsel atıksu arıtma tesis proseslerinin belirlenmesi metodolojisinin geliştirilmesi ve uygulanması yöntemi

Tez çalışmasının uygulama alanları, çalışmada kullanılan veri kaynakları, çalışmada geliştirilen ve/veya uygulanan yöntemler aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak ele alınmaktadır.

3.1. Uygulama Alanları

3.1.1. Akdeniz

Yarı kapalı denizlere en iyi örneklerden birisi olan Akdeniz, Atlantik okyanusu ile dar bir boğaz (Cebelitarık) ve Hint Okyanusu ile yapay bir kanal (Süveyş) ile bağlantılıdır. Ülkemizin güney kıyıları, Doğu Akdeniz'in "Levant Baseni" olarak adlandırılan alanına komşudur. Yaklaşık 7.5×10^5 km³ hacmi ve bazı alt basenlerinde (örneğin Rodos baseni) 4000 m'yi aşan derinliği ile Levant Baseni, Ege, Adriyatik ve İyon Denizleri yanında Doğu Akdeniz'in en büyük ve derin basenlerinden birini oluşturmaktadır. Levant Baseni'nde kıta sahanlığı oldukça dar olup 1000 m'den daha derin sulara kıyından yaklaşık 10-20 km uzaklıkta çok dar ve dik bir eğim ile ulaşılmaktadır. İskenderun ve Mersin Körfezleri Levant Baseni'nde en geniş kıta sahanlığına sahip alanlar olarak yer almaktadır. Levant Baseni'nde, termoklin üzerindeki Yüzey Suyu, yaklaşık 50-100 metrelik tabakada gözlenen Atlantik Suyu, 200 m ile 500-600 m aralığında bulunan Levant Ara Suyu ve yaklaşık 2000 m'nin altında Doğu Akdeniz Derin Suyu olmak üzere 4 ayrı su kütlesi bulunmaktadır. Kuzeydoğu Akdeniz'de yüzey suyu sıcaklıkları 16-29 °C arasında, tuzluluk ise 38.7-39.7 psu arasında yer almaktadır. Akdeniz'de, su bütçesinin dengelenmesi, Cebelitarık Boğazından giren Atlantik suyu ile sağlanmaktadır [46].

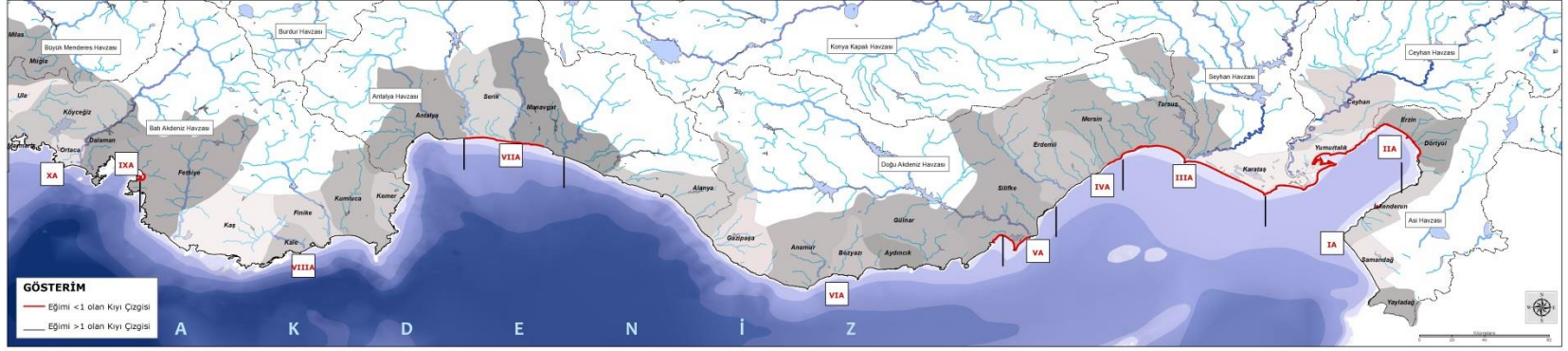
Kıyı çizgisi Ege Denizi'ne oranla daha düz olan Ülkemiz Akdeniz kıyılarında, doğudan batıya doğru dört büyük körfez (İskenderun, Mersin, Antalya ve Fethiye) bulunmaktadır. Bu körfezlerden İskenderun ve Mersin Körfezleri yoğun tarımsal, evsel ve endüstriyel kirleticilerin, Antalya ve Fethiye Körfezleri ise yoğun turizm faaliyetleri sonucu oluşan kirleticilerin etkisi altındadır. Açık bir deniz özelliğine sahip olan bölgede, doğu-batı yönlü kuvvetli akıntılar, körfezlerde oluşan söz konusu kirliliklerin etkisini oldukça azaltmaktadır. Ancak, son yıllarda kıyı kuşağında nüfus yoğunluğunun artmasına paralel olarak tarımsal faaliyetler ve endüstriyel gelişmelerin artışı, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarındaki kirliliğin ciddi boyutlara ulaşmasına ve yer yer ötrofikasyon olaylarının yaşanmasına neden olmaktadır [47].

Türkiye'nin Akdeniz kıyı bandında beş büyük yerleşim merkezi bulunmaktadır. Muğla ve Antalya Türkiye'nin en önemli turizm alanlarındandır ve genel anlamda bu bölgelerde çok fazla sanayileşme gözlenmemektedir. Bu bölgelerde turizm nedeniyle yaz aylarında nüfus 2-3 katına çıkmaktadır. Mersin ilinde ise daha çok göçe dayalı olan nüfus artışı ve bölgedeki endüstri, turizm ve serbest bölgeye dayalı faaliyetler çevre kirliliğinde etken olmaktadır. Adana, Çukurova'daki tarımsal alanların genişliği ve sanayileşme nedeniyle Akdeniz'e nehir yoluyla olan girdilerde önemli bir paya sahiptir. Hatay-İskenderun da, etrafında yoğun endüstriyel faaliyetlerin de bulunduğu bir limana sahiptir. İskenderun ve Mersin Körfez'leri yoğun tarımsal, evsel ve endüstriyel kirleticilerin, Fethiye Koyu ise yoğun turizm faaliyetleri sonucu oluşan kirleticilerin etkisi altındadır. Özellikle Taşucu-İskenderun kıyı bandında yoğun sanayileşme deniz ve çevre kirliliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Tekstil, gıda, metal, demir-krom, kâğıt, demir-çelik, boya, plastik, soda, gübre ve petrol endüstrileri bölgede faaliyet göstermektedir. Mersin ilinde daha çok göçe dayalı olan nüfus artışı ve bölgedeki endüstri, turizm ve serbest bölgeye dayalı faaliyetler çevre kirliliğinde etken olmaktadır. Mersin Körfezi, bölgeye dökülen Seyhan ve Berdan Nehirlerinin etkisi altındadır. Aynı zamanda bu bölgeler kıyı-açık deniz etkileşimi göreceli olarak zayıf bölgelerdir.

Akdeniz Bölgesi kıyısal alanı morfolojik ve coğrafi özellikleri dikkate alındığında, öncelikle nehirlerin beslediği, su dolaşımının (akıntı rejiminin) zayıf olduğu, girişleri daralan koylar, körfezler ve kıyısal bölgelerde akarsu kaynaklı katı madde (sediman) birikiminin yoğun olduğu bir deniz olarak karşımıza çıkmaktadır [48]. Nehirlerin etkisinde kalan sığ kıyısal bölgelerde taban eğimi genellikle % 1'in altındadır. Eğim parametresi; kıyılarda düşük su değişim kapasitesi ve/veya sığ suların (ortalama eğim kıyıdan 2 mil uzaklık için $< \% 1$) var olup olmadığını göstermek için kullanılan bir parametredir. Akdeniz'in genel akıntı rejimi altında kalan, kıta sahanlığı dar kıyısal alanlarda su derinliği hızlı artış gösterir ve taban eğimi yüksektir ($> \% 1$). Tez çalışmasında İskenderun'dan-Marmaris Koyu'na kadar uzanan Akdeniz kıyı alanları; kıyı eğimleri, su değişim kapasiteleri, akıntı durumları, açık/kapalı olma durumları gibi farklı doğal özellikleri ve insan kaynaklı baskılar dikkate alınarak on bölge altında incelenmiştir. Söz konusu bölgeler ve koordinatları Tablo 3.1'de, bu bölgelerin ve kıyı eğimlerinin gösterimi ise Şekil 3.1'de verilmektedir.

Tablo 3.1: Akdeniz Kıyı Sınıflandırma Bölgelerinin Koordinatları.

	BÖLGE ADI	Başlangıç		Bitiş	
		X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂
IA	IA- Yayladağ – İskenderun: İskenderun Körfezi Doğusu	35d54'56.4"E	35d55'46.98"N	36d06'07.31"E	36d33'46.18"N
IIA	İskenderun - Karataş: İç Körfez ve Körfezin Batısı	36d06'07.31"E	36d33'46.18"N	35d20'24.56"E	36d32'21.04"N
IIIA	Mersin Körfezi: Karataş-Mezitli	35d20'24.56"E	36d32'21.04"N	34d32'34.57"E	36d44'33.73"N
IVA	Mersin Körfezi: Mezitli-Kızkalesi	34d32'34.57"E	36d44'33.73"N	34d10'19.37"E	36d28'38.26"N
VA	Mersin Kızkalesi-Taşucu Burnu	34d10'19.37"E	36d28'38.26"N	33d52'55.62"E	36d18'54.63"N
VIA	Taşucu Burnu-Manavgat	33d52'55.62"E	36d18'54.63"N	31d25'31.23"E	36d45'18.17"N
VIIA	Antalya Körfezi Ortası: Manavgat-Side-Serik	31d25'31.23"E	36d45'18.17"N	30d53'09.84"E	36d51'05.94"N
VIII A	Serik (Antalya) – Fethiye	30d53'09.84"E	36d51'05.94"N	29d05'42.86"E	36d38'19.6"N
IXA	Fethiye Koyu	29d05'42.86"E	36d38'19.6"N	29d06'39.17"E	36d39'13.74"N
XA	Fethiye Koyu – Marmaris Koyu	29d06'39.17"E	36d39'13.74"N	28d18'42.36"E	36d49'04.71"N



Şekil 3.1: Akdeniz Kıyıları Eğim Haritası ve Kıyı Değerlendirme Bölgeleri.

3.1.2. Ege Denizi

Türkiye ile Yunanistan arasında yer alan ve Doğu Akdeniz'in birbirinden bazı farklarla ayrılan beş havzasından biri olan Ege Denizi'nin kıyıları, 2805 km ile Türkiye'nin en uzun kıyılarıdır. Güneyde Girit, Karpatos, Kasos ve Rodos adalarıyla birbirinden ayrılmıştır. Kuzeyde ise Çanakkale ve İstanbul Boğazları ve Marmara Denizi aracılığıyla Karadeniz'e bağlanmaktadır. Su seviyesi farkından dolayı Karadeniz'den hızla gelen az tuzlu yüzey sularına karşın tuzlu Akdeniz suları alt akıntı halinde Çanakkale Boğazı'ndan Marmara'nın dip basenine geçmektedir. Genel olarak Ege Denizi'nde su sirkülasyonunu belirleyen Karadeniz suyu, Atlantik suyu, Doğu Akdeniz orta derinlik suyu, dip suyu olmak üzere dört büyük su kütlesi hareketi bulunmaktadır. Yüzey alanı yaklaşık 180000 km² olan Ege Denizi, çok karmaşık bir taban topografyası, kıyı geometresine ve irili ufaklı yüzlerce adacığa sahiptir. Ortalama derinliği 100–150 m olan Ege Denizi'nin en derin yeri 2000 m olarak belirlenmiştir [48].

Karadeniz ve Marmara Denizi'nden farklı olarak, yıllık buharlaşma ile olan su kaybı yağış ve nehir kaynaklı girdilerden daha fazladır. Ancak, Çanakkale Boğazı'ndan giren Karadeniz kaynaklı az tuzlu su girdisi dikkate alındığında, Ege Denizi'nde artı bir su bütçesi olduğu görülmektedir. Son yıllarda yapılan model çalışmalarına göre, Girit'in doğu tarafındaki boğazlardan giren 5000 km³/yıl su debisi batı tarafındaki boğazlardan çıkan aynı miktardaki su ile dengelenmektedir.

Ege Denizi'nde yüzey suyu sıcaklığı yıl içerisinde 13-24 °C arasında değişmektedir. En düşük sıcaklıklar Şubat ayında görülürken, en yüksek su sıcaklıkları Ağustos ayında ortaya çıkmaktadır. Yüzey tuzluluk değerleri ise binde 31-39 arasında değişmektedir [48]. Tuzluluk genellikle kuzey-güney yönünde bir değişim göstermekte, kuzeyden güneye doğru artmaktadır. Kuzey tarafında, yüzeydeki daha az tuzlu sular Çanakkale Boğazı'ndan çıkan Karadeniz sularından kaynaklanmaktadır. Bu durum Karadeniz suyu debisinin daha da arttığı ilkbahar ve yaz aylarında daha belirgin bir hal almaktadır. Ege Denizi'ndeki su hareketleri Karadeniz ve Marmara Denizi'ne göre daha kararsız ve meteorolojik koşullara bağlı olarak çok daha değişkendir. Ege Denizi'nde kıyılarımız boyunca kuzey istikametinde, Yunanistan tarafında ise güney yönündedir. Bu bölgedeki su hareketlerinin en önemli parçası Çanakkale Boğazı'ndan çıkan suların Kuzey Ege'de

ne şekilde dağıldığıdır. Genellikle yörenin meteorolojik koşullarına bağlı olarak Karadeniz yüzey suları, bazı durumlarda güneye dönerek genel akıntı sisteminin tersi yönde hareket etmektedir. Bazı durumlarda ise kuzey-kuzeybatı istikametinde yayılarak, genel dolaşım sisteminin daha da kuvvetlenmesine katkıda bulunmaktadır.

Akdeniz, özellikle de Ege Denizi'ni de içerisine alan Doğu Akdeniz Havzası, ekosistem yapısı gereği eşsiz bir doğal kaynak olarak bilinmektedir. Bu havza, yeryüzünde tüm besin maddesi eksikliği yaşanan bölgeler içerisinde bilinen en oligotrofik deniz alanıdır [49], [50]. Akdeniz'in bir parçası olan ve Yunanistan ve Türkiye arasında bulunan Ege Denizi de Doğu Akdeniz Bölgesi içerisinde tanımlanmaktadır. Ege Denizi dolayısıyla Akdeniz, Marmara Denizi'ne Çanakkale Boğazı, Karadeniz'e ise İstanbul Boğazı aracılığıyla bağlanmaktadır [51].

Ege kıyıları, bir yandan yoğun turizm ve tarım faaliyetleri diğer yandan ise Türkiye'nin üçüncü büyük kenti olan İzmir'in de aralarında bulunduğu yoğun yerleşim faaliyetleri nedeni ile sosyo-ekonomik açıdan oldukça önemli kıyısal alanlardır. Ancak söz konusu faaliyetler, ekosistem açısından da oldukça önemli olan bu kıyı alanları için aynı zamanda önemli bir kirlilik tehdidi oluşturmaktadır. Bu nedenle alıcı ortam ekosistemini de dikkate alan yatırım planlamalarının yapılması giderek daha da fazla önem kazanmaktadır.

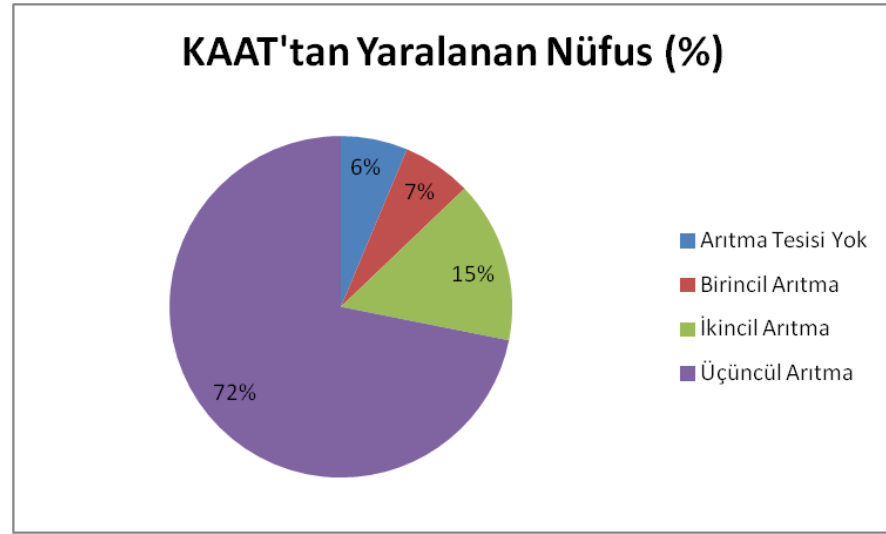
Türkiye turizminde önemli bir yeri olan Ege kıyılarında irili ufaklı 100'ün üzerinde kıyı yerleşimi ve yaklaşık 4,5 milyon yerleşik nüfus bulunmaktadır. Söz konusu kıyı yerleşimlerinin yaklaşık yarısı 2000-10000 nüfus aralığında; diğer önemli bir bölümü ise 10000-150000 nüfus aralığında yaşamaktadır. Nüfusu 150000'den büyük olan tek kıyı yerleşimi ise kapalı bir körfeze kıyısı olan İzmir Şehri'dir. Türkiye'nin üçüncü büyük kenti olan İzmir'in nüfusu, Türkiye Ege kıyı yerleşimlerinin toplam nüfusunun % 75'ini oluşturmaktadır.

Ege kıyı yerleşimleri kentsel atıksularının büyük bir bölümü hızla artan yerleşim ve turistik faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu alanlardan kanalizasyona gelen kentsel atıksuların organik madde ve nütrient kirlilik yükleri incelendiğinde ancak yaklaşık % 10 gibi küçük bir oranın endüstriyel atıksulardan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Söz konusu endüstriyel atıksuyun % 80 gibi büyük bir bölümü İzmir İli sanayi tesislerinden kaynaklanmaktadır.

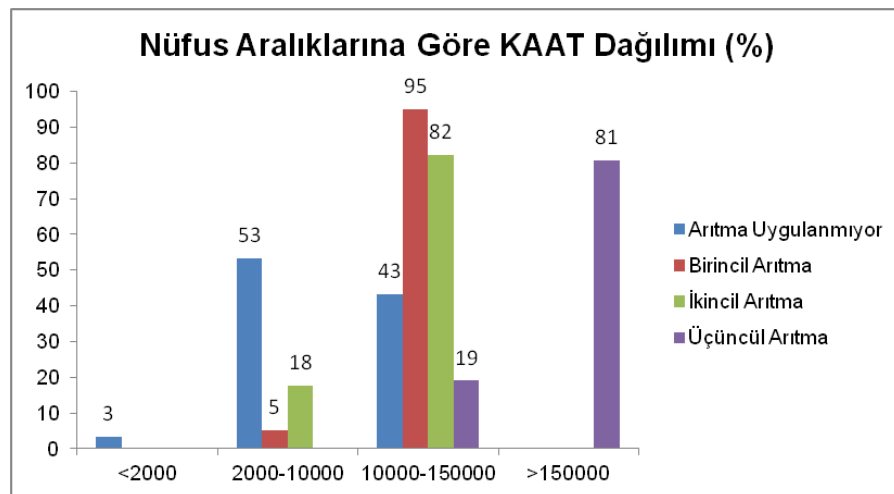
Ege kıyılarında yerleşim yeri sayılarına ve nüfus aralıklarına göre kentsel atıksuların arıtılma durumları sırasıyla Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de verilmektedir. Şekil

3.2 incelendiğinde, Ege kıyı yerleşim yerlerinin kentsel atıksularının yaklaşık % 6'sının herhangi bir arıtım uygulanmaksızın alıcı ortama deşarj edildiği görülmektedir.

Kentsel atıksuları arıtılmadan alıcı ortama deşarj edilen söz konusu yerleşimlerin yaklaşık yarısı 2000-10000 nüfus aralığında kalan küçük; yaklaşık % 45'i ise 10000-150000 nüfus aralığındaki orta büyüklükteki yerleşimler olduğu Şekil 3.3'de görülmektedir. Nüfusu 150000'den büyük tek yerleşim olan İzmir ilinde ise kentsel atıksuların tamamına yakını üçüncül arıtmaya tabi tutulmaktadır.



Şekil 3.2: Ege Bölgesi'nde Teknolojilerine Göre Kentsel Atıksu Arıtımı Tesisi Dağılımı.



Şekil 3.3: Ege Denizi Kıyılarında Nüfus Aralıklarına Göre Kentsel Atıksuların Arıtılma Durumları.

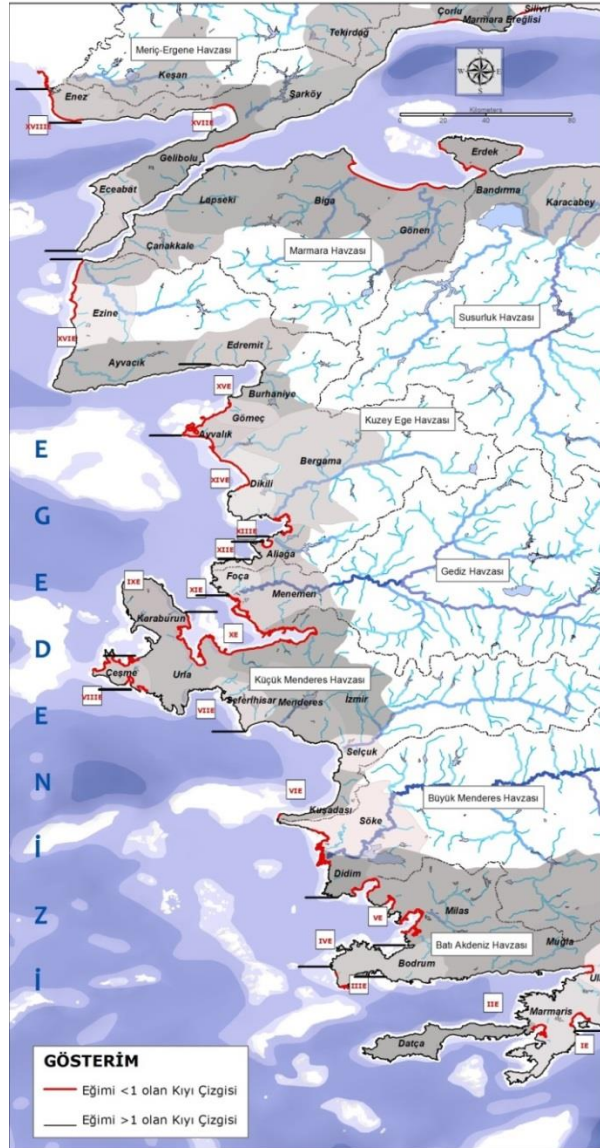
Türkiye'nin Ege kıyılarına dökülen nehir havzaları, son otuz yıl içerisinde yoğun yerleşim, tarım ve/veya sanayi faaliyetlerinden dolayı belirgin bir kirlilik tehdidi altında kalmış havzalardır. Türkiye Ege kıyı havzalarından büyüklük ve/veya taşıdığı kirlilik yükleri açısından en önemlileri; Küçük Menderes, Büyük Menderes, Gediz, Bakırçay ve Meriç nehirleridir. MEDPOL Kirlilik İzleme Programı kapsamında bu nehirlerde 2007 yılında mevsimsel olarak kirlilik parametreleri arasında nütrienler de izlenmiştir. Buna göre özellikle Bakırçay ve Gediz nehirlerinin fosfat açısından; Gediz ve Meriç nehirlerinin azot, Küçük Menderes'in ise hem fosfat hem de azot parametreleri açısından kirlenmiş olduğu belirlenmiştir. Gediz Nehri'nde yüksek fekal koliform değerlerinin bulunması, evsel atıksu girdisinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [52]. Tez çalışması kapsamında Ege Denizi kıyı alanları 18 bölgeye ayrılarak incelenmiştir. Söz konusu bölgeler ve koordinatları Tablo 3.2'de, bu bölgelerin ve kıyı eğimlerinin gösterimi ise Şekil 3.4'de verilmektedir. Morfolojik özellikleri incelendiğinde, Ege kıyılarında dağların denize dik uzanması nedeniyle çok sayıda körfez, koy ve yarımada oluşumuna olanak tanıyan girintili çıkıntılı coğrafik yapısı dikkati çekmektedir. Yine aynı nedenle kıyıların taban eğimi de çoğunlukla % 1'den yüksek olarak karşımıza çıkmaktadır. Belirli bölgelerde özellikle de Kuzey Ege kıyıları ile nehir ağzlarının bulunduğu kıyılarda taban eğiminin % 1'in altına düştüğü görülmektedir (Şekil 3.4).

Tablo 3.2: Ege Denizi Kıyı Sınıflandırma Bölgelerinin Koordinatları.

No	BÖLGE ADI	Başlangıç		Bitiş	
		X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂
IE	Marmaris Koyu	28d18'42.36"E	36d49'04.71"N	28d15'19.84"E	36d47'25.75"N
IIE	Ortunç – Bodrum Yarımadası	28d15'19.84"E	36d47'25.75"N	27d26'55.64"E	37d00'56.18"N
IIIE	Bodrum Yarımadası Güneyi: Bodrum-Turgutreis	27d26'55.64"E	37d00'56.18"N	27d15'00.2"E	37d01'14.43"N
IVE	Turgutreis –Güvercinlik (Güllük Körfezi Güneyi)	27d15'00.2"E	37d01'14.43"N	27d32'26.21"E	37d07'37.72"N
VE	Güllük Körfezi	27d32'26.21"E	37d07'37.72"N	27d14'31.44"E	37d20'13.12"N
VIE	Didim-Kuşadası Körfezi Kuzey Ucu	27d14'31.44"E	37d20'13.12"N	26d52'30.98"E	38d02'06.52"N
VIII	Kuşadası Körfezi Kuzeyi - Alaçatı	26d52'30.98"E	38d02'06.52"N	26d23'30.41"E	38d13'16.74"N
VIIIIE	Alaçatı-Çeşme İlçe Sınırı	26d23'30.41"E	38d13'16.74"N	26d25'15.1"E	38d19'51.67"N
IXE	Çeşme İlçe Sınırı – Karaburun	26d25'15.1"E	38d19'51.67"N	26d37'13.36"E	38d31'46.52"N
XE	İzmir Körfezi	26d37'13.36"E	38d31'46.52"N	26d46'32.48"E	38d36'57.15"N
XIE	İzmir Körfezi – Nemrut Koyu Arası	26d46'32.48"E	38d36'57.15"N	26d56'20.86"E	38d50'04.74"N

Tablo 3.2: Devam.

No	BÖLGE ADI	Başlangıç		Bitiş	
		X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂
XIII	Nemrut Koyu	26d56'20.86"E	38d50'04.74"N	26d57'54.32"E	38d50'07.76"N
XIII	Aliağa Koyu	26d57'54.32"E	38d50'07.76"N	26d36'34.33"E	39d16'23.27"N
XIV	Çandarlı Körfezi-Ayvalık	26d36'34.33"E	39d16'23.27"N	26d36'34.33"E	39d16'23.27"N
XV	Ayvalık – Altınoluk	26d36'34.33"E	39d16'23.27"N	26d44'18.6"E	39d34'02.07"N
XVI	Altınoluk – Çanakkale Boğazı Güney Girişi	26d44'18.6"E	39d34'02.07"N	26d11'37.28"E	40d00'15.18"N
XVII	Çanakkale Boğazı Kuzey Girişi - Saros Körfezi	26d10'58.04"E	40d02'33.44"N	26d11'17.43"E	40d35'39.42"N
XVIII	Meriç Deltası	26d11'17.43"E	40d35'39.42"N	26d02'26.24"E	40d43'25.57"N



Şekil 3.4: Ege Denizi Kıyıları Eğim Haritası ve Kıyı Değerlendirme Bölgeleri.

Akdeniz Bölgesi Kirliliği'nin Değerlendirilmesi ve Kontrolü Programı (MEDPOL) Faz III ve Faz IV izleme çalışmalarının sonuçları, hidrografik açıdan su kolonundaki yoğunluk ve tuzluluk profilleri incelendiğinde; Kuzey Ege kıyılarında su kolonu boyunca tabakalaşmanın güçlü, Marmaris Koyu ve Bodrum kıyılarının bir bölümünde zayıf; geri kalan kıyı alanlarında ise orta seviyede olduğu görülmektedir [52]. Ege kıyılarında çok sayıda ada bulunması nedeniyle su sirkülasyonu oldukça düşük seviyede gerçekleşmektedir. Benzer şekilde, kıyı eğiminin düşük olduğu koy ve körfezlerde de su sirkülasyonu zayıf olmaktadır. Edremit Körfezi kuzeyi ile Kuşadası Körfezi'nde ise akıntı ve su sirkülasyonu oldukça güçlü olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Ege kıyıları deniz suyu kalitesi açısından, SINHA Projesi [9] ve MEDPOL izleme çalışmaları [52] sonuçlarına göre TRIX, Dip suyu oksijen doygunluğu, Klorofil-a ve seki disk parametreleri ele alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre Ege kıyılarında İzmir Körfezi, Aliaga Koyu, Nemrut Koyu gibi bazı küçük koy ve kapalı körfezler dışında TRIX değerlerinin 3'den küçük olduğu diğer bir deyişle oligotrofik özellik taşıdığı tespit edilmiştir. Dip sularda çözünmüş oksijen doygunluğu ise iç İzmir Körfezi dışında genellikle % 90'dan yüksek olarak karşımıza çıkmaktadır. Klorofil-a değerleri ise İzmir Körfezi ve Nemrut Koyu'nda 1 µg/L değerini aşarken, Ege kıyılarının diğer bölümlerinde 1 µg/L değerinin altında kalmaktadır. Bu sonuçlara uyumlu olarak seki disk değeri yine İzmir Körfezi'nin iç kısmı dışında 5 m'den büyüktür.

3.2. Veri Kaynakları

1970'lerden itibaren ilki Akdeniz için olmak üzere Karadeniz, Baltık Denizi, Kuzey Denizi gibi Bölgesel Deniz Sözleşmelerinin ele aldığı ve kara kökenli kirleticilerin neden olduğu en öncelikli ve önemli sorun olarak gördüğü ötrofikasyon problemine karşı önlem almak için önemli adımlar atılmaktadır. Bu çerçevede bölgesel ve ulusal düzeylerde stratejik eylem planları, ulusal eylem planları, bölgesel işbirliği programları, hedef listeleri vb. belgeler oluşturulmaktadır. Bu belgelerde, ötrofikasyona neden olan noktasal ve yayılı kaynaklar için hedefler belirlenmekte; bu hedeflere ulaşılabilmesi için ne tür önlemler alınması gerektiği planlanmaktadır. Önlemlerin bölgesel ve ulusal olarak uygulanma durumları ise Bölgesel Sözleşmelerin Sekretaryaları/Komisyonları aracılığı ile takip edilmektedir.

Ülkemiz de Bölgesel Sözleşmeler çerçevesinde Akdeniz kıyıları için Barselona Sözleşmesi ve Karadeniz kıyıları için ise Bükreş Sözleşmesi'ne taraftır. Bu kapsamda her iki Sözleşme'nin ekleri olan Kara Kökenli Kirleticiler Protokollerinin, kıyı alanlarında ötrofikasyonun önlenmesi için gerekli olan önlemleri planlamakla ve uygulamakla yükümlüdür. Ötrofikasyon riskine karşı alınan önlemlerde öne çıkan yatırımlar büyük ölçüde kentsel atıksuların arıtılmasına yönelik olarak gerçekleşmektedir

Tez çerçevesinde yoğunluklu olarak Akdeniz-Ege kıyısal alanları için Barselona Sözleşmesi kapsamında gerçekleştirilen MEDPOL Projeleri Faz III ve Faz IV sonuçlarından yararlanılarak hassas ve az hassas kıyısal alan değerlendirmeleri yapılmıştır.

MED POL Projeleri 1975 yılından itibaren Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından birbirini takip eden 5 ayrı çalışma şeklinde koordine edilmiştir. MED POL FAZ III ve Faz IV [52] İzleme Programları, UNEP MAP'ın desteğiyle 2005-2007 yılları arasında Akdeniz'de Orta Doğu Teknik Üniversitesi- Deniz Bilimleri Enstitüsü (ODTÜ DBE), Ege Denizi'nde ise Dokuz Eylül Üniversitesi- Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü (DEÜ DBTE) tarafından gerçekleştirilmiştir. MED POL Faz IV'ün temel amacı, deniz ortamına kirleticilerde deşarjını kontrol altına almak için kaynaklarda kirlilik izleme, yönelim izleme yoluyla kirleticilerin çevresel değişimlerdeki zamana bağlı değişimlerin basit bir tanımını yapmak, bu değişimleri takip etmek, sıcak noktaların (kirlenmiş alanların) ötrofikasyon derecesini belirlemek, elde edilecek sistematik verilerle deniz kirliliğini azaltmak için etkin teknik ve idari önlemlerin alınmasına katkıda bulunmaktır.

Ayrıca tez çalışması kapsamında hassas alanların belirlenmesinde ötrofikasyon riskini değerlendirmek amacı ile SINHA Projesi'nde [9] 2010 yılı ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde ODTÜ DBE'nin BİLİM r/v ile gerçekleştirdiği izleme çalışmalarının sonuçlarından da yararlanılmıştır. Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarında gerçekleştirilen izleme çalışmalara ait istasyonlar sırasıyla Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da verilmektedir. Buna göre hassas alan değerlendirmesi için Akdeniz kıyılarında 29; Ege Denizi kıyılarında ise 16 istasyonun izleme sonuçlarından yararlanılmıştır.



Şekil 3.5: Akdeniz Kıyıları Örnekleme Noktaları.



Şekil 3.6: Ege Denizi Kıyıları Örnekleme Noktaları.

3.3. Hassas ve Az Hassas Kıyı Alanlarının Sınıflandırılması Metodolojisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması Yöntemi

Yönetmelik tarafından “hassas ve az hassas su alanlarının belirlenmesi gerekliliğinin arkasındaki neden, kentsel atıksuyun deşarj edildiği alıcı ortamın hassasiyetine uygun olan değişik seviyelerdeki arıtım teknolojisinin belirlenebilmesidir. KAAAY [8] kapsamında hassas ve az hassas su alanlarının Yönetmeliğe uygun bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. KAAAY [8] tarafından hassas ve az hassas su alanlarının belirlenmesi gerekliliğinin arkasındaki neden ise, kentsel atıksuyun deşarj edildiği alıcı ortamın hassasiyetine uygun olan değişik seviyelerdeki arıtım teknolojisinin belirlenebilmesidir. Örnek olarak Yönetmeliğe göre, hassas bölgelere deşarj edilen sular, daha az hassas bölgelere göre daha ileri seviyede bir arıtmıdan geçirilmelidir.

Tez çalışması kapsamında hassas alanların belirlenmesinde öncelikle izleme çalışmaları sonuçlarına ve/veya izleme çalışması olmaksızın kuvvetli bulguların değerlendirilmesine dayanan bir sınıflandırma yöntemi benimsenmiştir. Ancak aynı çalışmada yeterli ötrofikasyon/ötrofikasyon tehdidi verisi/bulgusu olmayan alanlar için bir ara geçiş olan “gri alan” tanımlaması yapılmıştır. Benzeri uygulamalar, Yunanistan ve İspanya gibi AB ülkelerinde de benimsenmiştir [29], [30]. Buna göre tez çalışması için geliştirilen “gri alan (I)” ve “gri alan (II)” tanımları aşağıdaki verilmektedir:

- Gri Alan (I):

Yapılan izleme çalışmaları sonucunda veya morfolojik durum ve deşarj girdileri dikkate alındığında, potansiyel olarak ötrofikasyon riski taşıdığı belirlenen ancak daha detaylı izleme çalışmalarına ihtiyaç duyulan koy, körfez veya kıyısız alanlardır. Bunlar bir sonraki güncelleme çalışmasında hassas alan adayı olan ve ötrofikasyon açısından tekrar değerlendirilmesi gereken alanlardır.

- Gri Alan (II):

Yeterli ölçüm sonucu olmayan; ancak morfolojik ve su kalitesi özelliklerine göre kentsel atıksu girdilerinin ötrofikasyon riski oluşturabileceğinin düşünüldüğü, bu nedenle izlenmesi gereken koy/körfez ve kıyısız alanlardır.

Nehir kaynaklı kirlilik yüklerinin, kıyıya doğrudan deşarj yapılan kentsel kirlilik yüklerinden çok daha yüksek olması durumunda, sözkonusu kıyısız alan için hassas alan tanımlaması yapılması KAAY'a göre doğru bir yaklaşım değildir. Bunun gibi durumlarda önemli bir oranda kentsel atıksız kirlilik yükü taşıyan nehir veya nehrin bir bölümü hassas alan olarak ilan edilmişse, buna bağlı olarak nehrin döküldüğü ve etkisi altına aldığı kıyısız alan da hassas alan olarak ilan edilmelidir.

Ancak sözkonusu nehirlerin hassas alan olarak ilan edilmediği durumlarda, bu nehirlerin etkisi altındaki kıyısız alanlarda bulunan yerleşim alanlarına ait kentsel atıksız deşarjları ötrofikasyon riski açısından ihmal edilebilecek kadar az olabilmektedir. Örnek olarak, Ege kıyılarında Bakırçay etkisindeki Çandarlı Körfezi, Büyük Menderes etkisindeki Büyük Menderes Deltası ve Güllük Körfezi, Küçük Menderes etkisindeki Kuşadası Körfezi gösterilebilir. Bu nedenle bu alanlar da çalışma kapsamında izlenmesi gereken “gri alan (II)” kapsamında değerlendirilmiştir. Bu bölgeler, yoğun olarak yayılı kaynaklardan gelen besin maddesi kirletici yük girdilerine bağlı olarak ötrofikasyon tehdidi altında bulunan veya ötrofikasyona maruz kalmış kıyısız alanlardır.

Tez kapsamında, ülkemiz Ege Denizi ve Akdeniz kıyılarında mevcut verilerin türü, çeşitliliği ve yeterliliğine uygun olarak; kıyı özellikleri, dinamikleri, akıntı durumu, tabakalaşması gibi hidro-morfolojik; besin maddeleri, klorofil-a gibi izleme çalışmaları sonuçlarına dayalı biyo-kimyasal ve kıyı alanlarındaki insan baskıları gibi özellikler dikkate alınarak bir sınıflandırma metodolojisi/modeli oluşturulmuştur.

3.4. KAAY'a Göre Kıyı Yerleşimlerinde KAAT Yatırımlarının Planlanması Yöntemi

KAAY [8] yerleşimlerden kaynaklanan evsel atıksularla birlikte Yönetmelik içerisinde tanımlanmış endüstriyel sektörlere ait biyolojik olarak parçalanabilen proses atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjları ile ilgili hususları düzenlemektedir. Bu Yönetmelik'te alıcı ortamın “hassas su alanı” ve “az hassas su alanı” sınıflandırmasına ve eşdeğer nüfuslara bağlı olarak kentsel atıksız arıtma seviyelerinin ne olması gerektiği belirtilmektedir (Tablo 3.3). Bunun arkasındaki neden ise, kentsel atıksız arıtım teknolojisinin, bütüncül bir anlayışla deşarj edildiği alıcı ortamın hassasiyetine uygun olarak belirlenmesinin sağlanmasıdır.

Tablo 3.3: KAAY’a Göre Alıcı Ortama Uygun Arıtma Seviyeleri.

Eşdeğer Nüfus	< 2000*	2.000 – 10.000		10.000 – 150.000	> 150.000
		Kıyı Alanları	Kıta içi sular		
Hassas su alanları	Uygun arıtma	Uygun arıtma	İkincil veya eşdeğer arıtma	İleri	İleri
Normal su ortamları	Uygun arıtma		İkincil veya eşdeğer arıtma	İkincil veya eşdeğer arıtma	İkincil arıtma veya eşdeğer arıtma
Az hassas su alanları	Uygun arıtma	Uygun / Birincil arıtma	İkincil arıtma**	İkincil arıtma***	İkincil arıtma***
* Eğer atıksu toplama sistemi varsa ** Eğer bilimsel olarak ispat edilebilirse, haliçler için en az birincil arıtım olabilir. ***Eğer bilimsel olarak ispat edilebilirse, kıyı suları için en az birincil arıtım olabilir.					

Tez kapsamında 2. Bölüm’de de belirtildiği üzere, kıyı alanları için “hassas” ve “az hassas” su alanları tanımlamalarının yanı sıra yeterli verisi bulunmayan alanlar için “gri alan” tanımlaması da yapılmıştır. Buna göre geliştirilen yaklaşım Tablo 3.4’de verilmektedir.

Tez çalışmasında Akdeniz ve Ege Denizi kıyı yerleşimlerinin mevcut KAAT yeterliliklerinin incelenmesinde ve yeni kurulacak kentsel atıksu arıtımı uygulamalarının belirlenmesinde Tablo 3.4’deki yaklaşım kullanılmıştır. Buna göre, Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarında eşdeğer nüfusu 10.000’den büyük olan ve gri alanda kalan yerleşimler için en az ikincil arıtma + derin deniz deşarjı (DDD) önerilmiştir. Çalışmada ayrıca yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan hassas, az hassas ve gri alanlara yapılacak kentsel atıksu deşarjlarının; dezenfeksiyon sonrasında veya derin deniz deşarjı yöntemi ile bertaraf edilmesi gerekliliği de dikkate alınmıştır.

Tablo 3.4: Kıyı Alanlarının Hassaslık Durumu ve Eşdeğer Nüfus Aralıklarına Göre Kentsel Atıksu Arıtım İhtiyaçları.

Eşdeğer Nüfus (EN)	< 2000*	2.000 - 10.000	10.000 - 150.000	> 150.000
Hassas su ortamları	Uygun arıtma	Uygun arıtma	Üçüncül arıtma	Üçüncül arıtma
Gri Alanlar	Uygun arıtma	Uygun arıtma	İkincil arıtma	İkincil arıtma
Az hassas su ortamları	Uygun arıtma	Uygun / Birincil arıtma	Birincil arıtma	İkincil arıtma**
* Eğer atıksu toplama sistemi varsa ** Eğer bilimsel olarak ispat edilebilirse, kıyı suları için en az birincil arıtım olabilir.				

3.4.1. Eşdeğer Nüfusların Belirlenmesi Yöntemi

Tez kapsamında, yerleşim ve endüstriden kaynaklı kirlilik yükleri birarada değerlendirilerek, eşdeğer nüfuslar (EN) belde bazında tahmin edilmiştir. “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği [53]’nde eşdeğer nüfus, ham atıksuyun günlük BOİ₅ miktarı 60 g (g/kişi/gün) esas alınarak endüstriyel atıksu için dikkate alınan biyokimyasal olarak oksitlenebilen organik madde yükü olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle eşdeğer nüfus, yerleşim ve endüstri kaynaklı BOİ₅ yüklerin toplamının, 60 g BOİ₅/kişi/gün değerine bölünmesi ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$EN \text{ hesabı} = \frac{\text{Evsel BOİ}_5 \text{ Yükü (t/yıl)} + \text{Endüstriyel BOİ}_5 \text{ Yükü (t/yıl)}}{(60 \text{ (g/kişi/gün)} \times 10^{-6} \text{ (t/g)} \times 365 \text{ (gün/yıl)})} \quad (3.1)$$

Eşdeğer nüfusların tahmin edilmesinde kullanılan evsel ve endüstriyel BOİ₅ yüklerinin hesaplanma yöntemleri ise aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak açıklanmaktadır.

3.4.1.1. Evsel Atıksu Kirlilik Yüklerinin Hesaplanması

Kıyı yerleşim alanlarından kaynaklı atıksu kirlilik yüklerinin hesaplanmasında kullanılan atıksu arıtma durumu verileri, öncelikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’ndan temin edilmiştir. Ancak verisine yine de ulaşılamayan il/ilçeler için TÜİK tarafından yapılan 2006 yılı belediye anketleri sonuçlarından yararlanılmıştır.

Yerleşim yerleri yüklerinin hesaplanmasında temel olarak, Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) alınan 2009 - Genel Nüfus Sayımı verileri kullanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, Akdeniz - Ege kıyılarında yoğun turizm faaliyetleri sonucu yaz ve kış nüfusları arasında oluşan büyük farklar hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Yaz nüfusuna yönelik veriler, kıyı belediyelerinden temin edilmeye çalışılmıştır. Yaz nüfusu bilgisine ulaşamayan yerleşimler için ise, Kültür ve Turizm Bakanlığı web sayfasında yer alan turizm istatistikleri [54] ile İl Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri’nden alınan tatil siteleri/nüfusları bilgilerinden yola çıkılarak yaz nüfusu tahminlerinde bulunulmuştur. Bu çalışmada, debilerin ve kirlilik yüklerinin hesaplanmasında “Atıksu Arıtma Teknik Usuller Tebliği [55]”ndeki nüfusa bağlı olarak atıksu oluşumu ve yüklerinin değişimi değerleri ülkemiz şartlarına uyarlanarak kullanılmıştır (Tablo 3.5).

Kişi başı kirlilik oluşumu nüfusa ve yıllara göre arttırılarak hesaplamalara dahil edilmiştir. Ayrıca bölgelere göre kirlilik yükleri ve debileri yaz ve kış aylarına göre farklılık göstereceği düşünülmüş olup, Ege - Akdeniz Bölgeleri için 6 ay yaz, 6 ay kış kabulü yapılarak kirlilik ve debi değerleri tahmin edilmiştir.

Tablo 3.5: Kirlilik Yüklerinin Yıllara Göre Değişimi.

Birim Yükler	Nüfus Aralıkları (kişi)	BOİ (g/kişi- gün)	Birim Yükler	Nüfus Aralıkları (kişi)	BOİ (g/kişi- gün)
2010	2.000 - 10.000	35	2030	2.000 - 10.000	41
	10.000 - 50.000	40		10.000 - 50.000	45
	50.000 - 100.000	45		50.000 - 100.000	50
	100.000 - 300.000	50		100.000 - 300.000	54
	300.000 - 500.000	55		300.000 - 500.000	60
	>500.000	60		>500.000	64
2020	2.000 - 10.000	38	2040	2.000 - 10.000	43
	10.000 - 50.000	42		10.000 - 50.000	47
	50.000 - 100.000	46		50.000 - 100.000	52
	100.000 - 300.000	52		100.000 - 300.000	56
	300.000 - 500.000	58		300.000 - 500.000	62
	>500.000	62		>500.000	66

Ülkemiz kıyı yerleşimlerinde kentsel atıksu arıtma tesislerine gelen kirlilik yükü tahminleri, TÜİK Genel Nüfus Sayımı’nda verilen şehir nüfusu sonuçları ve Tablo 3.1’deki kişi başına düşen kirlilik yükleri kullanılarak yapılmıştır. Çalışma kapsamında 2020, 2030 ve 2040 yılları için kirlilik yükleri tahmin edilirken, aynı yıllar için yapılan nüfus projeksiyonlarından yararlanılmıştır. Akdeniz ve Ege Denizi

kıyı bölgeleri içinde yer alan yerleşimler için, 30 yıllık (2040 yılına kadar) kentsel ilçe bazında nüfus projeksiyonu tahminleri literatürden alınmıştır [9].

3.4.1.2. Endüstriyel Atıksu Kirlilik Yüklerinin Hesaplanması

Tez çalışması kapsamında kentsel atıksu arıtma tesislerine gelecek olan eşdeğer nüfusların hesaplanması hedeflendiği için, çalışmada kanalizasyona halihazırda bağlı olan ve kanalizasyona bağlanması öngörülen KAAY [8] EK III’de verilen sektörlerden (SKKY Tablo 5. Gıda ve Tablo 6. İçecek [10]) gelen kirlilik yükleri dikkate alınmıştır. Bu çerçevede, atıksularını SKKY’ye uygun şekilde (örn: deşarj izin belgesi olan endüstriler) alıcı ortama deşarj eden sanayi tesisleri bu çalışmada gözönüne alınmamıştır. Mevcut durumda kanalizasyona bağlı olan ve alıcı ortama SKKY [10]’ye uygun atıksu deşarjı yapmayan KAAY EK III kapsamında faaliyet gösteren tesisler ise bu çalışmaya dahil edilmiştir. Akdeniz–Ege kıyılarında ilgili endüstriyel sektörlerde faaliyet gösteren tesisler başına düşen BOİ₅ kirlilik yükleri ise UNEP MAP desteği ile hazırlanan Ulusal Sınır Bütçesi (NBB) [56] çalışmasından alınmıştır.

Endüstriyel BOİ₅ yükleri için projeksiyon yapılırken; tesis sayılarındaki olası artış, mevcut tesislerin kapasite artırımı olasılıkları ve giderek önem kazanan temiz üretim uygulamaları dikkate alınmıştır. Bunun için ülkemizde temiz üretim uygulamaları yaklaşımına esas olarak, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı’nın yayınladığı “Temiz Üretim Uygulamaları Raporu”ndan yararlanılmıştır [57]. Bu raporda temiz üretim uygulamalarında öncelikli sektörler değerlendirilmekte olup, öncelikli ilk beş sektör sırasıyla; ana metal sanayi, gıda ürünleri ve içecek imalatı, kimyasal madde ve ürünleri imalatı, metalik olmayan diğer mineral ürünlerinin imalatı ve tekstil ürünleri imalatı olarak tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, tesis kapasitesi ve sayısı artma ihtimaline karşın 2010 yılı mevcut kirlilik yükleri öncelikle % 10’luk emniyet faktörü ile artırılmıştır. Daha sonra, planlanan temiz üretim uygulamalarına bağlı olarak, 2020 yılından başlamak üzere her 10 yılda bir yukarıda sözedilen ilk beş sektörde yeralan tesislerden kaynaklı yüklerin % 10’ar; diğer sektörlerin ise % 5 oranında azaldığı öngörülerek kirlilik yükü tahminleri yapılmıştır.

3.4.2. Mevcut KAAT'ların İyileştirme İhtiyaçlarının Belirlenmesi Yöntemi

Tez kapsamında Türkiye'nin kentsel atıksu arıtma tesisi olan tüm kıyı yerleşimlerinin arıtma tesisleri yeterlilikleri açısından değerlendirilmiştir. Tesislerin arıtma performansları konusunda oldukça detaylı bir inceleme yapılmıştır. Bu kapsamda tesislere ait detaylı tasarım, kapasite, alt yapı, yaz/kış nüfusları, proses, karşılaşılan işletim zorlukları, tesislerin teknik problemleri ile ilgili bilgiler alınmıştır. Muğla ve Antalya illerinde bulunan mevcut atıksu arıtma tesislerinin kapsamlı araştırma yapılması için seçilmesinin en önemli nedeni, bu iki ilimizin de özellikle turizme bağlı olarak hızlı bir gelişme kaydetmesidir. Bu kıyılar, turistik faaliyetlerin yoğunluğuna bağlı olarak oluşan yüksek sezonsal nüfus farklarından dolayı, tesislerin işletim problemlerinin en yoğun yaşandığı alanlar olarak ortaya çıkmaktadır. Mevcut atıksu arıtma tesislerinin yeterlilikleri incelenirken; tasarım kapasitesi, tesise bağlı olan yerleşimler, nüfus aralıkları, tez çalışması sonuçlarına göre kıyının Hassas Alan/Az Hassas Alan/Gri Alan olma durumu, mevcut arıtma seviyesi, KAAY'a göre arıtma seviyesi ihtiyacı, işletmeye alınma tarihi, deşarj ortamı, hesaplanan debi projeksiyonları (2020, 2030 ve 2040) ve deşarj izin durumu gibi parametreler değerlendirilmiştir. Söz konusu veriler ışığında aşağıda verilen ana hususlar dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır:

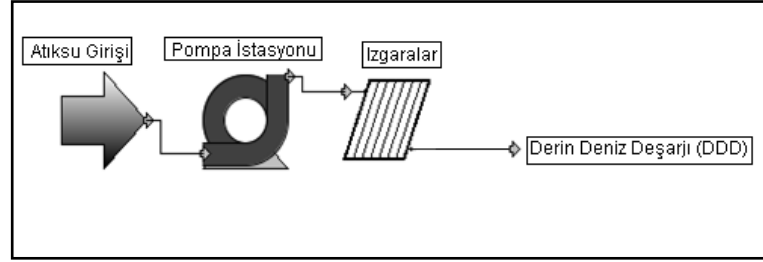
Tesislerin işletmeye Alınma tarihleri: Mevcut tesislerin işletmeye alınma tarihlerinden yola çıkılarak, tesisin yaşı ve tesis ömrü ile ilgili saptamalarda bulunulmuştur.

Kapasite artırım ihtiyacı: Tesisin mevcut kapasitesi ile tez çalışması kapsamında hesaplanan 2020, 2030 ve 2040 debileri karşılaştırılarak, tesisin 2040 yılına kadar kapasite artırımına ihtiyacı olup olmadığı tespit edilmiştir.

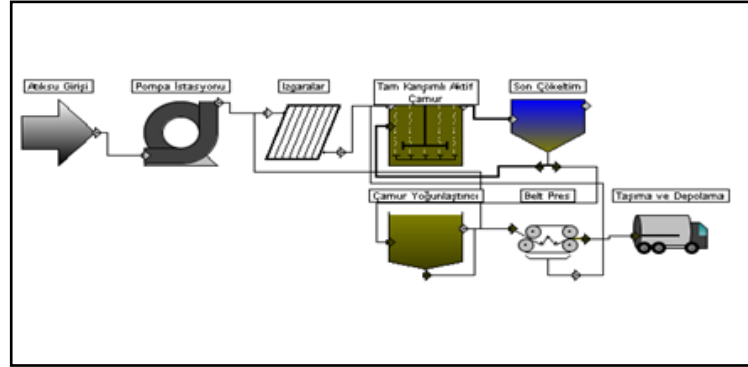
Arıtma Seviyesi Artırım İhtiyacı: Kıyının tez çalışması sonuçlarına göre Hassas Alan/Az Hassas Alan/Gri Alan olma durumu ve bu alanlar için nüfus aralıklarına göre tanımlanan arıtma seviyesi ihtiyacı (Tablo 4.2) ile tesisin mevcut arıtma seviyesi karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Böylelikle, gerekli olan arıtma seviyeleri ve arıtma seviyesi artırılması gereken tesisler belirlenmiştir.

Tesis Çalışma Durumu: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerinden yola çıkılarak ve tesisin işletmeye alınma tarihleri gözden geçirilerek tesis çalışma durumları değerlendirilmiştir.

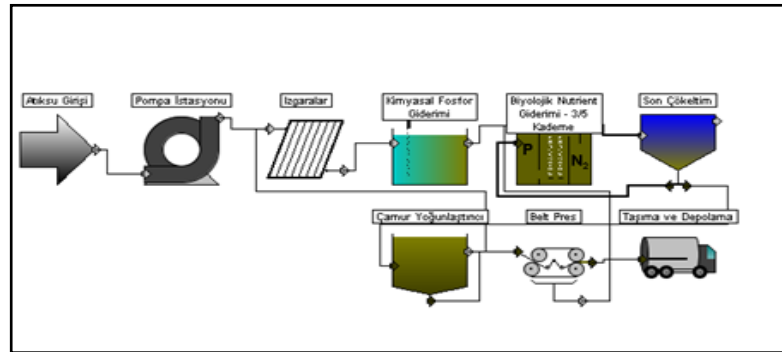
Birincil arıtma, arıtma tesisine giren atıksuyun BOI_5 'inin en az % 20 ve AKM'nin en az % 50 oranında gideriminin sağlandığı fiziksel/mechanik ve/veya kimyasal işlem/işlemler ya da diğer işlemlerle arıtılması şeklinde tanımlanmaktadır. Dolayısı ile bu çalışmada birincil arıtma konfigürasyonu yapılırken, mekanik arıtma ve DDD birlikte düşünülmüştür. Çalışma kapsamında esas alınan üç farklı arıtma seviyesi için öngörülen proses konfigürasyonları Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da verilmektedir.



Şekil 3.7: Birincil Arıtma Akım Şeması.



Şekil 3.8: İkincil Arıtma Akım Şeması.



Şekil 3.9: Üçüncül Arıtma Akım Şeması.

3.4.3. Yeni Kurulacak KAAT’ların Proseslerinin Seçilmesi Metodolojisinin Geliştirilmesi ve Uygulanması Yöntemi

Tezin bu bölümünde aşağıda verilen esaslara göre arıtma seviyeleri belirlenen Akdeniz-Ege Denizi kıyı yerleşimlerinde, yeni kurulacak kentsel atıksu arıtma tesisleri için proses önerileri geliştirilmiştir. Daha sonra geliştirilen bu prosesler yaklaşımları doğrultusunda, kıyı yerleşimleri özelinde proses seçimleri yapılmıştır. Proses seçimleri yapılırken aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır:

- Kıyının ötrofikasyona hassasiyet durumu,
- Nüfus projeksiyonları,
- Sosyo-ekonomik durum [58],
- İlk yatırım ve işletme maliyetleri,
- İklim koşulları,
- Türkiye denizel alanlarında gerçekleştirilen “Sınırlayıcı Besin Elementi” çalışmaları sonuçları [9],
- Enerji ihtiyacı,
- İşletme ve bakım için gerekli ekipmanın kolay ve ucuz temin edilebilirliği,
- Yetişmiş eleman ihtiyacı,
- Bakım problemleri (ekipman, makine ve diğer yapılar),
- Çamur üretimi ve bertarafı,
- İleride ihtiyaç duyulması halinde tesisin iyileştirilme imkanı,
- Uzman görüşleri

Buna göre ötrofikasyona hassasiyet durumu gözetilmeksizin genel bir yaklaşımla, değişik nüfus aralıklarına göre proses seçimleri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

- Eşdeğer nüfusu 150.000’den büyük olup, alıcı ortamın az hassas ya da gri alan olması halinde, klasik aktif çamur veya uzun havalandırmalı aktif çamur prosesleri önerilmektedir. Uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi seçiminde atıksuyun sıcaklığı, tesis inşa edilecek bölgedeki alan ihtiyacına bağlı olarak tercih edilmesi gerekmektedir.

- Eşdeğer nüfusu 10.000 - 150.000 arasında olan yerleşim yerlerinde, alıcı ortamın hassas alan ve gri alan olması durumunda önerilen prosesler, nüfusu 150.000'den büyük olan yerleşim yerleriyle aynı olduğu halde, çamur stabilizasyon önerileri farklılık göstermektedir. Düşük nüfuslu yerleşim yerlerinde, anaerobik çürütme sonucu elde edilecek enerji daha düşük olacağından büyük bir avantaj sağlamamakta ve yüksek ilk yatırım maliyeti gerektirmektedir. Söz konusu yerleşim yerlerinde öncelikle çamurun tarımda kullanılması yoluna gidilmelidir. Çamurun ağır metal gibi tarımda kullanılması tehlike arz eden maddeler içermesi durumunda kireç ile stabilizasyon yöntemi ile çamur giderimi tercih edilebilir.
- Eşdeğer nüfusu 2.000 - 10.000 olan yerleşim yerlerinde, hassas alan ve gri alanlar için uzun havalandırmalı oksidasyon hendeği, az hassas alanlarda ise birincil arıtma önerilmektedir. Alan problemi olmayan, kalifiye eleman temin edilmesi zor olan yerleşim yerlerinde, hem işletim ve inşaat kolaylığı hem de çamur bertarafı konusundaki avantajları göz önüne alındığında uzun havalandırmalı oksidasyon hendekleri en uygun proses seçeneği olarak görülmektedir. Klasik aktif çamur sistemi ekonomik açıdan iyi durumda ve alan kısıtı olan beldelerde kalifiye eleman bulunması halinde önerilmektedir. Ayrıca turizm açısından gelişmiş ve sosyo-ekonomik durumu iyi yerleşim yerlerinde atıksuların geri kazanımına da imkan tanıyan ileri arıtım uygulamaları (Membran Biyoreaktörü) düşünülebilir.
- Eşdeğer nüfusu 2000'den küçük olan yerleşim yerlerinde işletilmesi kolay, ilk kurulum maliyeti düşük olan yerinde arıtım (stabilizasyon havuzu, doğal arıtma, döner biyodisk) veya birincil arıtım önerilmektedir. Ancak özellikle kıyıları yüzme suları açısından önemli, ötrofikasyona hassas ve/veya su sıkıntısı çekilen yoğun turistik faaliyetlerin gerçekleştiği yerleşimler için bu çalışma sonuçlarına göre MBR prosesi de önerilmektedir.

Tez kapsamında yeni kurulacak tesisler için özellikle aynı bölgede bulunan küçük belediyelerin işletme problemlerinin mümkün olduğunca önlenmesi için, tesis işletmelerinin ortak ve tek elden kalifiye personel(ler) tarafından yapıldığı tek tip proses uygulamaları tavsiye edilmektedir. Söz konusu kentsel atıksu yönetim modeline göre; birbirine yakın ve nüfusu 10.000'nin altında olan yerleşimlerde tek tip veya benzer arıtım prosesleri tasarlanarak; bu tesislerin işletiminin tek elden

gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Ülkemizde buna benzer başarılı örneklerle özellikle turizmin yoğun olduğu Akdeniz kıyılarında rastlanılmaktadır (Örn: MATAB, KUYAB, GATAB vb.).

Damlatmalı filtreler, atıksuyun filtrenin yüzeyine bir ya da daha fazla dönen distribütör vasıtasıyla uygulandığı, yatak boyunca aşağıya doğru sızdığı ve aşağıda toplanarak bir çıkış kanalına aktarıldığı sistemlerdir. Damlatmalı filtreler az nüfuslu küçük yerleşim yerleri için uygun sistemler gibi gözükse de, işletme problemleri sebebiyle tercih edilen bir arıtma sistemi değildir. Damlatmalı filtrelerde karşılaşılan en önemli işletme sorunu dolgu malzemesinin tıkanmasıdır. Bu durumda su dağıtımının değişken olmayışı ile yeterli havalanma sağlanamaz ve sistem bozulur. Sistemin temizlenmesi ve dolgu malzemesinin üzerinde yeniden biyofilm tabakasının oluşması zaman almaktadır. Bu süre boyunca atıksular alıcı ortama herhangi bir arıtma yapılmadan deşarj edilmesi olasıdır. Soğuk havalarda filtre yüzeyinin donması ve kesikli çalışması durumunda biyofilm yüzeylerinin kuruması çıkış suyunun kalitesinin düşmesine sebep olabilmektedir. Örnek olarak; Akhisar ve Manisa’da belediye atıksularının arıtılmasında damlatmalı filtre sistemleri kullanılmakta ancak bu sistemler çeşitli benzer problemler nedeniyle işletilememektedir.

Tez çalışmasında, SINHA Projesi kapsamında 2010 yılında kıyı sularında gerçekleştirilen sınırlayıcı besin elementi (SBE) belirleme çalışmaları sonuçları [9]; üçüncül seviye arıtım gerektiren nüfusu 10.000’den büyük hassas alan kıyılarındaki proses seçimlerinde dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, çoğunlukla Akdeniz kıyılarında fosforun sınırlayıcı olduğu görülmüştür. Ancak tek başına fosfor arıtan arıtma teknolojilerinin ulusal/uluslararası kentsel atıksu arıtım uygulamalarında tercih edilmemesi nedeniyle, tek başına fosfor arıtan sistemler önerilmemektedir. Bunun nedeni, fosfor arıtma proseslerindeki yüksek kimyasal kullanımının; maliyeti ve çamur miktarını arttırması, böylece çamurun geri kazanımı alternatifini yok etmesidir. Ülkemiz Akdeniz kıyılarında atıksu sıcaklıklarının yüksek olmasından dolayı, aktif çamur arıtma prosesinde nitrifikasyon bakterileri ek bir kısmi havalandırma ile nitrifikasyonu mevcut sistemde gerçekleştirebilmektedir. Dolayısıyla, ek bir anoksik hacimle sistem azotu da arıtabilmektedir. Bu nedenle fosforun sınırlayıcı olduğu ortamlarda, biyolojik besin maddesi giderimi için hem azot hem de fosforu birlikte arıtan sistemler önerilmektedir. Diğer yandan, Ege Denizi kıyılarının bazı bölümlerinde azot sınırlayıcı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tez çerçevesinde üçüncül seviye arıtım gerektiren ve azotun sınırlayıcı olduğu hassas kıyı alanlarında bulunan yerleşimler için azot gideren tek çamurlu sistemler, özellikle de oksidasyon hendekleri uygun bir çözüm alternatifi olarak önerilmektedir. Ancak çalışmalarda bazı sezonlarda azotun, bazı sezonlarda ise hem azotun ve hem de fosforun aynı anda sınırlayıcı olduğu gözlemlenen, nüfusu 150.000’den büyük hassas alan kıyı yerleşimleri için azotun ve fosforun birlikte arıtıldığı Biyolojik Nutrient (Besin Maddesi) Giderimi (BNR) aktif çamur sistemleri önerilmektedir.

Ülkemiz kıyılarındaki farklı nüfus aralıkları ve ötrofikasyona karşı farklı hassasiyetteki yerleşimler için önerilen kentsel atıksu arıtma çamuru bertaraf yöntemleri ise aşağıda eşdeğer nüfuslara göre aşağıda sunulmaktadır.

- Eşdeğer Nüfusu 2.000’den Küçük Olan Yerleşim Yerleri:

Nüfusu 2.000’den küçük hassas alanlardaki kıyı yerleşimlerinde kentsel atıksu arıtımı için uygun görülen proseslerden kaynaklanan arıtma çamurlarına, kurutma yataklarında susuzlaştırma işlemi uygulanması önerilmektedir. Akdeniz ve Ege kıyılarında iklim şartlarının uygun olmasından dolayı, kurutma yatakları bu kıyılarımız için oldukça uygun bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygun stabilizasyon yöntemi için ise kireç ile stabilizasyon ve kompostlaştırma yöntemi düşünülebilir. Stabilizasyon işlemi sonrasında elde edilen çamur “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Uygulanmasına Dair Yönetmelik [59]”te belirtilen hususlar dikkate alınarak arazi uygulamasında kullanılarak değerlendirilebilir. Ayrıca turizm/yüzme suları açısından önemli, sosyo-ekonomik açıdan gelişmiş ve/veya arazinin kısıtlı/masraflı olduğu durumlarda, kurutma ve stabilizasyon işlemlerini aynı anda gerçekleştiren termal uygulamalar da önerilmektedir.

- Eşdeğer Nüfusu 2.000 – 10.000 Arasında Olan Yerleşim Yerleri:

Nüfusu 2.000 ile 10.000 arasında bulunan yerleşim alanlarında arıtma çamurunun toprak uygulaması olarak değerlendirilebilecek uygun arazilerin olabileceği düşünülmekte olup, arıtma çamurunun MBR ve klasik aktif çamur prosesinden kaynaklanması durumunda graviteli yoğunlaştırıcı ve mekanik susuzlaştırma/kurutma yatakları işlemlerinden sonra kompostlaştırma veya kireç ile stabilize edilerek, “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Uygulanmasına Dair Yönetmelik [59]”te belirtilen hususlar dikkate alınarak arazi uygulamasında

kullanılarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Uzun havalandırmalı aktif çamur prosesinden kaynaklanan arıtma çamurları ise gerekli stabilizasyon kontrolleri yapılmak şartıyla susuzlaştırma işlemini takiben ilgili yönetmeliğe uygun olarak arazi ve toprak uygulamasında kullanılabilecektir. Arıtma çamurunun toprak uygulaması için ilgili yönetmelikte belirtilen kriterleri sağlamaması durumunda arıtma çamurunun karakterine uygun düzenli depolama alanlarında depolanmak suretiyle bertarafı sağlanabilir. Ayrıca turizm/yüzme suları açısından önemli, sosyo-ekonomik açıdan gelişmiş ve/veya arazinin kısıtlı/masraflı olduğu durumlarda işletme açısından ekonomik olmamasına karşın, kurutma ve stabilizasyon işlemlerini aynı anda gerçekleştiren termal uygulamalar da önerilmektedir. Derin deniz deşarj yöntemiyle deşarj edilemeyen ve çökeltme tankı içeren birincil arıtma uygulamalarından kaynaklı arıtma çamuru; graviteli yoğunlaştırıcı ve mekanik susuzlaştırma işlemlerinden sonra kireç ile veya kompostlaştırma yöntemiyle stabilize edilerek arazi uygulamasında kullanılarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Arıtma çamurunun toprak uygulaması için ilgili Yönetmelik'te belirtilen kriterleri sağlamaması durumunda arıtma çamurunun karakterine uygun düzenli depolama alanlarında depolanmak suretiyle bertarafı sağlanabilir.

- Eşdeğer Nüfusu 10.000 – 150.000 Arasında Olan Yerleşim Yerleri:

Arıtma çamurunun BNR aktif çamur prosesinden kaynaklanması durumunda graviteli yoğunlaştırmayı takiben dekantör santrifüj yardımıyla susuzlaştırma işlemi gerçekleştirilmeli ve ardından stabilizasyonu sağlamak amacıyla kompostlaştırma veya termal uygulama işlemi yapılmalıdır. Stabilizasyonu sağlanmış arıtma çamuru “Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Uygulanmasına Dair Yönetmelik [59]”te belirtilen hususlar dikkate alınarak toprak uygulamasında kullanılabilecektir. İlgili Yönetmeliğe uymayan arıtma çamurları yoğunlaştırma işleminin ardından dekantör santrifüj ile susuzlaştırılmalı, ilave olarak kurutma işlemine tabi tutularak atıktan türetilmiş yakıta dönüştürülerek enerjisinden faydalanılmalı veya susuzlaştırma işleminden sonra lisans almış bir çimento fırınında enerjisinden faydalanmak üzere yakılarak değerlendirilmelidir. Bertaraf alternatifi olarak düzenli depolama tesisinde depolanabilme kriterleri açısından incelenerek, sınıfına uygun düzenli depolama tesisinde depolanma alternatifi de bulunmaktadır. Nüfusu 10.000 ile 150.000 arasında olan yerleşim alanlarında bulunan gri alanlarda evsel atıksu

arıtımı için oksidasyon hendeği veya klasik aktif çamur proseslerinin kullanılması yeterli görülmüştür. Klasik aktif çamur prosesinden kaynaklanan arıtma çamuru graviteli yoğunlaştırıcı ve mekanik susuzlaştırma işlemlerinden sonra kompostlaştırma işlemini takiben arazi uygulamasında kullanılarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Uzun havalandırmalı (oksidasyon hendeği) aktif çamur prosesinden kaynaklanan arıtma çamurları ise gerekli stabilizasyon kontrolleri yapılmak şartıyla susuzlaştırma işlemini takiben ilgili yönetmeliğe uygun olarak arazi ve toprak uygulamasında kullanılabilir. Arıtma çamurunun toprak uygulaması için ilgili yönetmelikte belirtilen kriterleri sağlamaması durumunda arıtma çamurunun karakterine uygun düzenli depolama alanlarında depolanmak suretiyle bertarafı sağlanabilir. Nüfusu 10.000 ile 150.000 arasında olan yerleşim alanlarında bulunan az hassas alanlarda evsel atıksu arıtımı için birincil arıtma kullanılması yeterli olacağı düşünülmüştür. Derin deniz deşarjı yöntemiyle deşarj edilemeyen, çökeltme ve dezenfeksiyon tanklarını da içeren birincil arıtma uygulamalarından kaynaklı arıtma çamuru; graviteli yoğunlaştırıcı ve mekanik susuzlaştırma işlemlerinden sonra stabilizasyon için kompostlaştırma işlemini takiben arazi uygulamasında kullanılarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Arıtma çamurunun toprak uygulaması için ilgili yönetmelikte belirtilen kriterleri sağlamaması durumunda arıtma çamurunun karakterine uygun düzenli depolama alanlarında depolanmak suretiyle bertarafı sağlanabilir.

- Eşdeğer Nüfusu 150.000'den Büyük Olan Yerleşim Alanları:

Arıtma çamurunun BNR aktif çamur prosesinden kaynaklanması durumunda graviteli yoğunlaştırma veya santrifüj ünitesini takiben stabilizasyonu sağlamak amacıyla havasız çürütme ve susuzlaştırmayı gerçekleştirmek amacıyla dekantör santrifüj kullanmak suretiyle öncelikli olarak ilgili yönetmelikteki şartları sağlayacak şekilde toprakta uygulama yöntemi tercih edilmelidir. Bunun dışında mevcut yönetmelikler kapsamında lisans almış çimento fırınlarında yakılarak enerjisinden faydalanılabilir. Ayıca depolanabilme kriterlerine uygun olarak düzenli depolama tesislerinde depolanarak bertarafı sağlanabilir. Önerilen diğer bir proses olan uzun havalandırmalı BNR proses seçilmiş olması durumunda oluşacak olan arıtma çamuru ise çürütme ihtiyacı bulunmaksızın, stabilizasyonu sağlanmış olmak şartıyla susuzlaştırma işleminden sonra toprakta uygulanması düşünülebilir. Klasik aktif

Çamur prosesinden kaynaklanan arıtma çamuru graviteli yoğunlaştırıcı ve stabilizasyonu sağlamak için havasız ürütücü ve dekantör santrifüj susuzlaştırma ünitesini takiben arazi uygulamasında kullanılarak değerlendirilebileceği düşünölmektedir. Uzun havalandırılalı aktif çamur prosesinden kaynaklanan arıtma çamurları ise gerekli stabilizasyon kontrolleri yapılmak şartıyla susuzlaştırma işlemini takiben ilgili Yönetmelik'e uygun olarak arazi ve toprak uygulamasında kullanılabilecektir. Düzenli depolama ise diğer bir alternatif olarak düşünölebilir.

Yukarıda verilen tüm değerlendirmeler ışığında, Akdeniz-Ege kıyı yerleşimlerinde nüfuslara göre yeni kurulacak tesislerde atıksu arıtma ve arıtma çamuru bertarafı için proses belirleme metodolojisi oluşturulmuştur. Tez alışması kapsamında geliştirilen ve Tablo 3.6'da verilen bu proses seçim metodolojisi kullanılarak, Akdeniz-Ege kıyıları yerleşimleri için kentsel atıksu ve arıtma çamuru arıtma prosesleri önerilmiştir.

Tablo 3.6: Kıyı Yerleşimlerinde Yeni Kurulacak KAAT'lar İçin Önerilen Proses Seçimleri.

Eşdeğer Nüfus	Kentsel Atıksu Arıtma Proses Seçimleri			Çamur Arıtma Proses Seçimleri		
	Hassas Alan	Gri Alan	Az Hassas Alan	Yoğunlaş-tırma	Susuzlaş-tırma	Stabilizasyon
<2.000	Doğal Arıtma (Foseptik+YSAS)			-	Kurutma yatakları	-Kireç ile -Kompost -Termal
	Stabilizasyon Havuzu					
	Foseptik					
	Döner Biyodisk		-			
	MBR	-				
	-		Birincil Arıtma			
2.000-10.000	Oksidasyon Hendeği			-	-Mekanik -Kurutma yatakları	-
	Klasik Aktif Çamur		-	Graviteli		-Kireç ile -Kompost -Termal
	MBR	-				
	-		Birincil Arıtma*			
10.000 - 150.000	BNR Aktif Çamur (A ² O)	-		Graviteli	-Santrifüj -Mekanik	-Kompost -Termal
	-	Klasik Aktif Çamur	-	-		-
	-	Uzun Havalandırma	-			-
	-	-	Birincil Arıtma*			Graviteli
	Tek Çamurlu Azot Giderimi (Oksidasyon Hendeği)**					-
>150.000	BNR Aktif Çamur (A ² O, 5 Aşamalı Bardenpho)	-		-Graviteli -Santrifüj	Santrifüj	Anaerobik çürütücü
	Uzun Havalandırmalı BNR	-		-		-
	-	Klasik Aktif Çamur		Graviteli		Anaerobik çürütücü
	-	Uzun Havalandırmalı		-		-
	Tek Çamurlu Azot Giderimi (Oksidasyon Hendeği)**		-			-

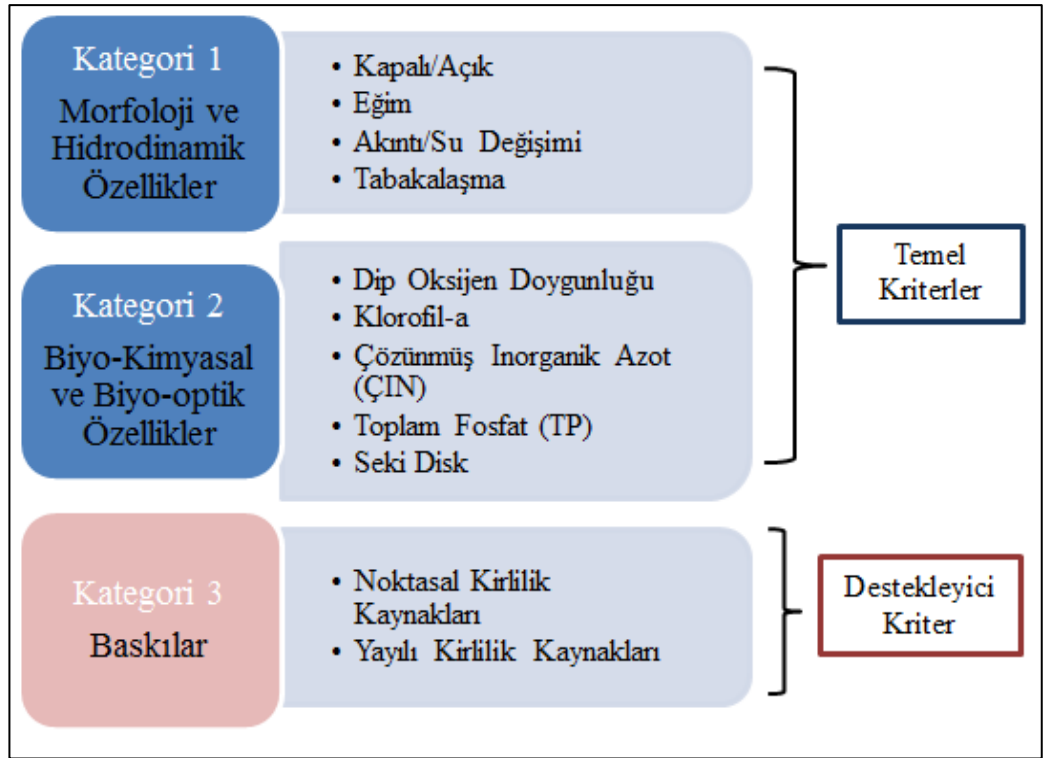
*DDD ile ilgili

**Eğer alıcı ortam azot sınırlayıcıysa önerilmektedir.

4. BULGU VE DEĞERLENDİRMELER

4.1. Kıyı Alanlarının Hassas ve Az Hassas Olarak Sınıflandırılması Metodolojisinin Geliştirilmesi

Tez kapsamında kentsel atıksu deşarjlarının yapıldığı/yapılacağı Akdeniz ve Ege Denizi kıyısal deniz alanlarını, KAAY kriterlerine uygun şekilde Hassas/Az Hassas su alanları olarak sınıflandırmak için geliştirilen metodoloji modeli ve bu metodolojide kullanılan kriterler Şekil 4.1’de verilmektedir. Buna göre metodolojide sınıflandırma kriterleri; “Morfoloji ve hidrodinamik özellikler”, “biyo-kimyasal özellikler” ve “baskılar” olmak üzere üç ana kategoride incelenmiştir: Bu kriterlerden kategori 1’de bulunan morfolojik ve hidrolojik parametreler ile kategori 2’de bulunan parametreler temel değerlendirme kriteri, kirlilik baskılarının değerlendirilmesi ise destekleyici parametre olarak ele alınmıştır.



Şekil 4.1: Hassas ve Az Hassas Kıyı Alanları Değerlendirme Kriterleri.

Hassas, gri ve az hassas su alanlarının değerlendirilmesinde kullanılan kategoriler ve içerdikleri parametreler aşağıda açıklanmaktadır:

- Morfoloji ve Hidrodinamik Özellikler

Kıyı alanı taban eğimi (kıyı sularının sığ/derin olma durumu), kıyısallık özellikleri (koy, körfez varlığı ve bunların kapalılık durumu), bölgenin akıntı rejimi (su sirkülasyonu) ve kıyı-açık deniz değişimi özellikleri (kıyı suların yenilenme hızı), su kolonunda mevsimsel yoğunluk tabakalaşması parametrelerini içermektedir. Morfolojik ve hidrodinamik özellikler; kıyı alanlarının eğimi, açık/yarı kapalı olma durumu, tabakalaşması, akıntı durumu gibi kıyı alanının su değişim kapasitesini doğrudan etkilemesi ve özellikle de alanla ilgili kısıtlı veri olması durumunda ötrofikasyon riskinin belirlenmesi açısından önemli bir bilgi sağlamasından dolayı oldukça belirleyici parametrelerdir. Eğim parametresi; kıyılarda düşük su değişim kapasitesi ve/veya sığ suların (ortalama eğim kıyıdan 2 mil uzaklık için $< \% 1$) var olup olmadığını göstermek için kullanılan bir parametredir. Kıyı alanları konusunda çalışmalar yapan uzmanlar, ötrofikasyonun değerlendirilmesinde sadece besin maddesinin ortamda zenginleşmesinin bir parametre olarak ele alınmasının yeterli olmadığını; bunun yanı sıra su değişim kapasitesi, iklim değişikliği ve hidrolojik ortamlara doğrudan yapılan müdahaleler gibi pek çok faktörün de birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaya başlamışlardır [60]. Örnek olarak; sığ sularda biyo-üretimin, birincil üretimin çok yüksek olduğu bilinen pek çok alandan çok daha yüksek olduğu bilimsel çalışmalarla kanıtlanmıştır [61]. Hakanson [62] da benzer şekilde Baltık Denizi kıyı alanlarının sınıflandırmasında kullanmak üzere iki morfolojik parametreye dayanan bir hassasiyet endeksi geliştirmiştir: Kıyısallık alanların (1) topografik açıklığı ve (2) akıntı durumu. Bu çalışma da kıyısallık alanların hassasiyet sınıflandırması ile ilgili hidro-morfolojik parametrelerin önemini desteklemektedir. Benzer şekilde açık kıyı alanları, suyun kalış süresinin kısa olmasından -su değişim kapasitesinin yüksek olmasından- dolayı bu alanlar genellikle kirliliğe çok hassas olmayan alanlar olarak sınıflandırılmaktadırlar [63]. Su değişimi zayıf ve toplam hacmi küçük olan kapalı koylarda, lagünlerde ve göllerde, üst tabakada aşırı/yüksek üretim (ötrofik/mezotrofik özellik) olmasa dahi, mezotrofik duruma yakın (düşük besin elementleri ve klorofil derişimi, yüksek seki disk derinliği) ekosistemde alt tabakada ciddi oksijen eksiklikleri gözlenebilir. Bunun

en tipik örneği Fethiye-Ölüdeniz'dir. Temiz bir lagün olmasına rağmen belli dönemde alt sularında oksijen eksikliği gözlemek mümkündür. Bu durumun tersine, Mersin Körfezi doğu kıyıları gibi yüzey suları çok üretken, fakat alt sularında beklenenin üstünde oksijen doygunluğu (> % 80) olan bölgeler de olabilir. Çünkü bu sular sığ ve kıta sahanlığı geniş olmasına rağmen, körfez ağzının çok geniş olması nedeniyle, alt suda oksijen eksikliğini engelleyecek düzeyde su sirkülasyonu olduğu anlaşılmaktadır.

• Biyo-kimyasal ve Biyo-optik Özellikler

Ötrofikasyon indikatörü parametrelerin değişimleri (klorofil-a, besin elementleri (toplam fosfor, çözülmüş inorganik azot), üst ve alt suda oksijen doygunluk değerleri, bölgenin ayrıcalıklı ekolojik özellikleri (balık üretim alanı, deniz çayırları, koruma alanları), seki disk değerleri vs. gibi parametreleri içeren temel kategorilerden ikincisi olarak ele alınmıştır. KAAY kriterlerine göre hassas alanları belirlemeye temel oluşturması amacıyla; kıyı sularımız trofik seviyelerinin ötrofikasyon indikatör parametreleri limit değerleri olarak uzman görüşleri ile belirlenen Tablo 2.1'deki değerler kullanılmıştır. Bu çalışmalardan belirlenen su kalitesi sınır değerleri, Yunanistan'ın kendi kıyı suları için geliştirdiği “alıcı ortam su kalitesi” belirleme kriterleri ile uyumludur [30]. Bu çerçevede Akdeniz ve Ege Denizi kıyı suları için ötrofik (kirli, aşırı üretken), mezotrofik (ötrofik olmaya meyilli, birincil üretimi yüksek) ve oligotrofik (açık deniz doğal ortam özelliklerine yaklaşan, üretimi ve besin elementleri düşük, ışık geçirgenliği yüksek) trofik seviyelerin belirlenmesinde Tablo 4.1 kullanılmıştır.

Tablo 4.1: Akdeniz - Ege Deniz Kıyı Suları için Belirlenen Ötrofikasyon Kriterleri.

Fiziko-kimyasal Parametreler	Ötrofikasyon Şartları	Mezotrofik Şartlar	Oligotrofik Şartlar
Yüzey sularında kirlilik parametresi, sınır değerleri			
Krofil-a (µg/L)	> 7.5	2.0-7.5	< 2.0
TP (µM)	> 1.5	0.5-1.5	< 0.5
(NO _x =Nitrit+Nitrat), NH ₄ (µM)	(NO _x)>(NH ₄) (NO _x + NH ₄) > 20 µM	(NO _x) ≥ (NH ₄) ve (NO _x +NH ₄)= 5-20 µM	(NO _x)>>(NH ₄) (NO _x +NH ₄) < 5 µM
Deniz tabanına yakın (dip) sularda			
Oksijen Doymunluğu (%)	<50	50-80	>80
Üst tabakada			
Seki Disk (m)	<2	2-5	>5

Trofik Endeks (TRIX) parametresi; Toplam fosfor (TP), toplam çözünmüş inorganik azot (ÇİN), klorofil-a konsantrasyonları ve % doymuş oksijenden sapma değerleri kullanılarak ötrofikasyon seviyesini ve suların kalitesini belirlemek amacıyla kullanılan bir endekstir [64]. TRIX hesaplamasında kullanılan klorofil-a ve oksijen yüzdesi (% O₂) bileşenleri üretimle, yani fitoplankton biyo-kütlesiyle ve üretim dinamiğiyle, doğrudan ilişkili indikatörlerdir [65]. Başka bir deyişle, TRIX, besin elementleri girdisine ve ortamdaki biyo-kütle üretimine bağlı olarak kıyısız sistemde neler olduğunu ve neler yapabileceğini özetlemektedir. Söz konusu dört değişkene göre hesaplanan TRIX değerleri, 0-10 arasında değişecek şekilde katsayılar belirlenmiştir. TRIX birimi 6'yı aşan alanlar, yüksek üretime sahip sular olarak değerlendirilmektedir. Bu tür alanlarda ötrofikasyon etkisi, kendini sık gözlenen dip oksijensizliği olarak göstermektedir. TRIX birimi 4'ten düşük olan alanlar birincil üretimi az olarak ve 2'den daha düşük bölgeler ise açık denizle ilişkilendirilmektedir.

Ötrofikasyon izleme çalışmaları (kirlilik izlemeye göre) daha yaygın bir alanın, daha sık aralıklarla izlenmesi şeklinde kurgulanır. Tercih edilen matris öncelikli olarak deniz suyudur. Bunun için ötrofikasyon riski olan alanlarda kıyıdan açığa doğru çekilen hatlar boyunca, farklı su kolonu derinliklerinde örneklemeler yapılır. Bu stratejide seçilen parametreler temel ötrofikasyon indikatörleri olan besin elementleri, klorofil-a ve fitoplanktonu kapsamanın yanı sıra, kıyı sularının sınıflandırılmasına olanak tanıyan TRIX indeksinin hesaplanmasını da sağlar [2]. Azot ve fosfor parametreleri, sucul birincil üretimi ve biyo-kütleyi kontrol eden ve sınırlayan faktörler olmalarından dolayı ötrofikasyonun değerlendirilmesinde her zaman anahtar besin maddelerinden olmuşlardır [66]. Tez çalışmasında biyo-optik özelliklerin göstergesi olarak, seki disk derinliği (SDD) parametresi dikkate alınmıştır. Hem uygulaması kolay hem de maliyeti düşük olan bu ışık geçirgenliği ölçüm yöntemi; deniz izleme çalışmalarında 1860'lardan bu yana kullanılan ve gelecekte de kullanılmaya devam edilecek belki de en eşsiz deniz izleme parametresidir [67]. Kıyısız suların (koy, körfez, kıyısız alan) su kalitesi sınıfını belirlemede ötrofik su kalitesi kriterlerinin tümü dikkate alınmalıdır. Özellikle alt suda oksijen eksikliği koşulu (doymunluk <% 50), incelenen bölgedeki kıyı sularının açık deniz suları ile yenilenme süresi, su kolonundaki tabakalaşma ve de üst tabakadan tabana çökelen organik madde miktarı ile doğrudan ilişkilidir.

- Baskılar

Bu kategoride, kıyısız suları besleyen nehir ve kentsel atıksız kaynaklı azot, fosfor ve organik madde yükleri, hassas alan ve referans alanlardaki dağılımı, ekolojik etkileri, atıksız ve nehirlerin hassas/ötrofik veya ötrofik hale gelebilecek kıyısız alanlara taşınma riski parametreleri dikkate alınmıştır. Özellikle nehirler, insan kaynaklı kirleticilerin kıyı alanlara iletilmesinde en hızlı kanallar olarak hizmet vermektedir [68].

4.2. Akdeniz Kıyılarında Hassas ve Az Hassas Alanların Sınıflandırılması Metodolojisinin Uygulanması Bulgu ve Değerlendirmeleri

Çalışma kapsamında on kıyı bölgesi olarak incelenen Akdeniz kıyılarının KAAY'a göre genel değerlendirme sonuçları Tablo 4.2'de özetlenmiş, sonuçların harita üzerinde gösterimi ise Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Akdeniz kıyılarında tez kapsamında geliştirilen hassas ve az hassas alanların sınıflandırması metodolojisine uygun olarak yapılan daha detaylı değerlendirmeler ise bölgeler bazında izleyen bölümlerde verilmektedir.

Tablo 4.2: Akdeniz Kıyı Alanlarının Hassas/Az Hassas Alan Genel Değerlendirmeleri.

BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFİ		DENİZ SUYU KALİTESİ							KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akıntı / Su Değişimi	Tabakalaşma	Triks	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	Serik Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar			
Akdeniz Kıyısı Alanı															
IA- Yayladağ – İskenderun: İskenderun Körfezi Doğusu ve Dış Körfez	Açık	>1	Güçlü	Zayıf	<2	> % 90	<1.0	<1	<0.5	>10	Kentsel ve endüstriyel atıksu girdisi yoktur.	Ceyhan Nehri	Az Hassas Alan	Oligotrofik özellik taşıyan bölgede triks hesaplamasında kullanılan parametrelerde salınım yoktur ve farklı mevsimlerde benzer özellikler göstermektedir.	
IIA- İskenderun - Karataş: İç Körfez ve Körfezin Batısı	Yarı Kapalı	<1	Zayıf	Zayıf	YD <3,5 KD <2	> % 80	0.5-1,0	<3 Karataş önü İD <2	<1 CN	>5	Kentsel ve Endüstriyel atıksu girdisi yoktur. Yumurtalık (BA)	Ceyhan Nehri	Gri Alan (I)	Kıyı sularında besin elementleri konsantrasyonu düşüktür, kıyı mezotrofik ortam özelliğine kayma eğilimindedir. Bölge genelde mezotrofik özelliğini korumaktadır.	
IIIA- Mersin Körfezi: Karataş-Mezitli Mersin	Yarı Kapalı	<1	Zayıf	Zayıf	3-5	> % 80	1-5	KD <2 YD <4	<1	1-3	Yoğun Kentsel atıksu girdisi vardır. Mersin (Üçüncül Seviye Arıtma Tesisi))	Berdan Nehri, Seyhan Nehri	Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementleri konsantrasyonu yüksek, kıyı ötrofik özelliğe kayabilen mezotrofik ortam özelliği taşımaktadır. Mezotrofik durumdan ötrofik duruma geçiş.	

Tablo 4.2: Devam.

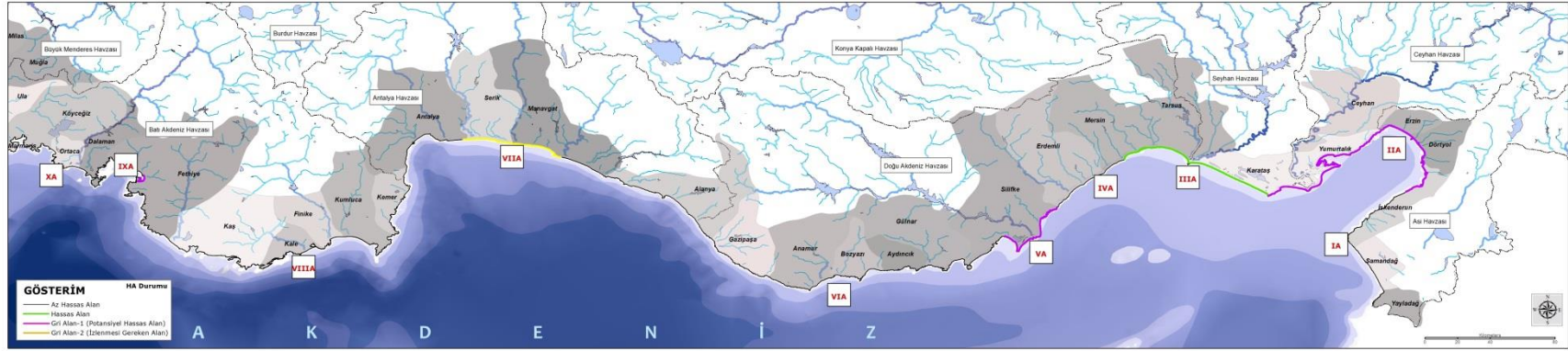
BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFI		DENİZ SUYU KALİTESİ						KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akıntı / Su Değişimi	Tabakalaşma	Trix	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	SERİ DİSK Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar		
Akdeniz Kıyısı Alanı														
IVA-Mersin Körfezi: Erdemli-Kızkalesi	Açık	>1	Güçlü	Zayıf	YD <2,5 KD <2	> % 90	<1.0*	<1	<0.5	>10	Kentsel ve Endüstriyel atıksu girdisi yoktur. Erdemli (AT Var)		Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementleri konsantrasyonları düşük, kıyı oligotrafik ortam özellik taşımaktadır. Kıyısız akıntı batıdan doğuya doğru hareket etmektedir. Su durağan değildir.
VA-Mersin Kızkalesi -Taşucu Burnu	Açık	<1	Orta	Zayıf	YD <3,5 KD <2	> % 90	<1.0*	YD <2 KD <0.5	<0.6	>5	Kentsel ve Endüstriyel atıksu girdisi yoktur.	Göksu Nehri	Gri Alan (I)	Yağışların etkisiyle nehir girdisinin mak. olduğu dönemler körfez içi ötrofik özellik göstermektedir.
VIA-Taşucu Körfezi- Manavgat Arası	Açık	>1	Güçlü	Zayıf	YD <3 KD <2,5	> % 90	<1.0*	YD <2.5 KD <0.5	<0.5	>10	Yoğun turizm atıksuyu. Alanya (BA), Kemer (BA),		Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementleri konsantrasyonu düşük tür. Kıyı oligotrafik özellik taşımaktadır. . Yağışlı dönemlerde de deniz oligotrofik özelliğini korumaktadır. Mayıs aylarında kıyılar dere girdilerinden etkilenmekte dir. Kurak dönemde ise ÇİN etkisi görülmektedir.

Tablo 4.2: Devam.

BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFI		DENİZ SUYU KALİTESİ						KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akıntı / Su Değişimi	Tabakalaşma	Trix	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	Serik Disk Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar		
Akdeniz Kıyısı Alanı														
VIIA-Antalya Körfezi Ortası: (Manavgat-Side-Serik Bölgesi)	Açık	<1	Zayıf	Var	YD <3,5 KD <2	> % 90	0,5-1.0	<1	<0.5	>5	Turizm ağırlıklı evsel atıksuların girdisi vardır. Manavgat (BA), Side (BA/İA), Serik (İA)	Küçük Debili akarsular, tarımsal kaynaklı kirleticiler	Gri Alan (II)	Nehir girdilerinin fazla olduğu ve büyük tarım alanlarına sahip bölgedir. Karasal girdilerden etkilenmesine oligotrofik olan fakat mezotrofik özelliğe doğru eğilim gösteren bir bölgedir.
VIIIA-Serik (Antalya) – Fethiye	Açık	>1	Güçlü (Finike-Marmaris arası orta)	Zayıf	-YD <3 KD <2	> % 90	<1.0	KD <1,5 YD<2.5	<0.5	>10	Kentsel atıksu girdisi vardır. Kemer KAAT (BA)	Düşük debili akarsular	Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementleri konsantrasyonu düşüktür. Kıyı oligotrofik özellik göstermektedir.
IXA- Fethiye Koyu (Fethiye Koyu içinde ölçüm yapılmamıştır)	Kapalı	<1	Zayıf	Zayıf		>% 90	<1.0			>5	Yoğun turizm, marina aktiviteleri, Fethiye (BA)		Gri Alan (I)	Koyda besin elementleri kon. düşük, kapalı özellik, su değişimi zayıf, hacim düşük, mezotrofik özellik göstermektedir Yağışlı dönemde ötrofik özelliğe yaklaşmaktadır.

Tablo 4.2: Devam.

BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFI		DENİZ SUYU KALİTESİ						KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akıntı / Su Değişimi	Tabakalaşma	Trix	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	Seki Disk Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar		
Ege Kıyısı Alanı														
XA- Fethiye Koyu – Marmaris Koyu (Marmaris koyunun dışında ölçüm yapılmıştır)	Yarı Kapalı	>1	Zayıf	Zayıf		>% 90	<1.0	KD <2 YD <5	<0,5	>5	Kentsel atıksu girdisi. Dalaman (BA), Ortaca (BA), Köyceğiz (BA)		Az Hassas Alan	Turistik aktiviteler fazla, küçük yerleşim alanları, besin elementleri düşük, kıyı sular oligotrofik özelliktedir.



Şekil 4.2: Akdeniz Kıyıları Hassas/Az Hassas/Gri Alanları.

4.2.1. IA: Yayladağ Güney İlçe Sınırı – İskenderun Arası

Samandağ İlçesi 42.000 nüfusa sahip olup, kanalizasyon sistemi bulunmamaktadır. Samandağ İlçesi ile Akıncı Burnu arasında yoğun yazlık site yapılaşması mevcuttur.

Değerlendirme: Güney-kuzey yönlü doğu Akdeniz genel akıntılarıyla etkileşimin belirgin olduğu körfezin güneyindeki kıyısız bölge boyunca taban eğimi yüksektir ($>1\%$) ve su derinliği hızlı artış gösterir (Şekil 2.4). Körfez sularında yoğunluk tabakalaşması oldukça zayıftır. Dış körfez, güneydoğu Akdeniz'deki genel sirkülasyon rejiminin doğrudan etkisi altındadır. Genel akıntı rejimi, körfez dış bölgesi sularının yenilenmesini sağlar ve körfez içindeki kirletilmiş suları Mersin Körfezi yönüne (batıya) taşır. Bölgede seki disk derinliği 10 metrenin üzerindedir. Körfezin içerisine doğru gidildikçe su sirkülasyonu zayıflamaktadır. Körfez içerisinde rüzgar etkili ve dış körfez kıyısız akıntılarının etkisindedir. Kıyısız akıntı rejimi oldukça güçlüdür [52].

Üç dönem için yapılan izleme çalışmalarının sonuçlarına göre, ilkbahar döneminde yapılan çalışmada toplam fosfor (TP) değeri yaklaşık olarak $0.30 \mu\text{M}$ değerinde iken çalışmanın yapıldığı diğer mevsimlerde $0.15 \mu\text{M}$ 'dan küçüktür. Çözünmüş inorganik azot (ÇİN) değeri en yüksek değeri ilkbahar döneminde $0.73 \mu\text{M}$ olarak ölçülmüştür. Yaz ve sonbahar mevsiminde ÇİN değeri $0.50 \mu\text{M}$ 'dan küçüktür. IA Bölgesi'nde yapılan klorofil-a ölçüm değerleri bütün mevsimlerde $0.01 \mu\text{g/L}$ 'den küçüktür. TRIX değeri de 2'den küçüktür Bu bölge ötrofikasyon açısından fazla risk taşımamakta ve oligotrofik özellik göstermektedir.

Klorofil-a ve besin elementleri derişimleri ile TRIX indeksi düşüktür. Körfezin güneyindeki iç bölgelerde karasal girdilerin çok belirgin bir klorofil artışına neden olmadığı anlaşılmaktadır. Alt sularda oksijen eksikliği belirgin değildir [9]. Ceyhan Nehri'nin ve iç körfez kaynaklı kirleticilerin körfezin güneyine etkisi düşüktür. Bölgede önemli kentsel ve endüstriyel atıksız girdisi yoktur. Mevcut veriler, KAAY'ın kriterlerine göre değerlendirildiğinde bu kıyı suları ötrofikasyon riski taşımadığından dolayı "az hassas alan" olarak değerlendirilmiştir.

4.2.2. IIA: İskenderun Kenti- Karataş Arası (İç Körfez ve Körfezin Kuzey Batısı)

Körfez içerisinde yer alan Yumurtalık İlçesi'nde kanalizasyon sistemi nüfusun % 30'una hizmet vermektedir. Kanalizasyon sistemiyle toplanan atıksular biyolojik olarak arıtılarak deşarj edilmektedir. Karataş İlçesi'nde ise kanalizasyon sistemi bulunmamaktadır.

Değerlendirme: İskenderun Körfezi yarı kapalı körfez özelliğindedir. Kıyısız alan morfolojisi incelendiğinde; İskenderun Körfezi içerisinde Ceyhan-Yumurtalık arasında kalan ve nehir sularının etkisi altındaki kısım ile Körfezi kuzeydoğu ucundan İskenderun Kenti önüne kadar uzanan sığ kıyısız deniz alanının taban eğiminin düşük (<% 1) olduğu görülmektedir.

Üst tabakada tuzluluk yüksek ve derinlikle değişimi azdır. Yaz döneminde yüzeyde sıcaklık artışı, termoklin altında kısmi yoğunluk artışına neden olur. Sığ iç körfezin, orta körfezle etkileşimi ve su sirkülasyonu çok zayıftır. Özellikle sıcaklık tabakalaşmasının arttığı ilkbahar sonu-sonbahar dönemine kadarki süreçte kıyı suların yenilenme süresi uzundur. Bu dönemde üst tabakada sıcaklık artışına bağlı kısmi yoğunluk tabakalaşması mevcuttur. Bu sulara yapılan/yapılacak atıksuların yoğunluk farkının zayıf olması nedeniyle yüzeye kadar seyreterek ulaşması mümkündür. Seki disk derinliği körfez içerisinde 5 metrenin üzerindedir. Doğu ucundan batıya doğru gidildikçe SDD 10 metre üzerine çıkmaktadır.

Ötrofikasyon izleme sonuçlarından hesaplanan TRIX indeksi değerleri yüzey sularında genellikle 2'den düşüktür. Ancak yapılan çalışmada kıyıya 5 km'den daha yakın alanlarda ölçüm yapılmamıştır. Bu nedenle kıyıya ulaşan akarsu ve kentsel atıksu deşarjlarının sığ bölge su kalitesine doğrudan etkisi gözlenememiştir. Kentsel atıksu kaynaklı besin elementleri girdisinin iç körfez yüzey sularında klorofil-a dağılımına etkisinin sınırlı olduğu, uydu verilerinden anlaşılmaktadır. Klorofil-a derişimi 1.0 µg/L'den düşüktür. Ancak, iç körfezin sığ suları, arıtım uygulanarak denize deşarj edilen İsdemir ve İskenderun kentsel atıksularıyla sürekli kirletilmektedir. Deşarjın yakın çevresinde ekolojik değişimlerin yavaş da olsa yaşanması mümkündür. Çünkü Körfez içindeki sularda belirgin yoğunluk tabakalaşması yoktur.

Körfez içerisinde yapılan kimyasal ölçümlerde alt sularda çözünmüş oksijen eksikliği gözlenmemiştir. Ancak, nehir etkisinden dolayı bu kıyısız sular üretken ve

fitoplankton içerikli biyokütlenin yüksek olduğu görülmektedir [52]. Körfez içerisinde, kıydan uzakta yapılan ölçümlerde klorofil-a derişimi genellikle 1.0 µg/L değerinin altında kalmıştır. Toplam fosfor ve nitrat derişimleri düşüktür. TRIX indeksi değerleri de benzer şekilde düşüktür (<3.0). Nisan 2007’de kıydan 1 mil uzaklıkta yapılan hidro-kimyasal ölçümlerde besin elementleri ve klorofil-a derişimleri düşük, SDD>10 m ölçülmüş ve açık su değerleri ile uyumlu bulunmuştur [52]. IIA Bölgesi’nde, Klorofil-a değeri bahar döneminde 1 µg/L’den küçük, diğer mevsimlerde ise 0.25 µg/L’den küçüktür. TRIX değeri genel olarak 4’ten küçük olarak gözlenmiştir. “Sınırlayıcı Besin Elementi (SBE)” her mevsimde fosfor (P) olarak belirlenmiştir [9].

Bölgede Ceyhan Nehri sularının kirlilik yükü ile kıyasalanabilir başka karasal kirlilik kaynağı yoktur. Ancak, KAAY kriterlerinde denize doğrudan yapılan kentsel atıksu deşarjları dikkate alındığından, bu kıyusal bölgede nehir yüklerini baskılayacak yüksek debili kentsel atıksu girdisinin olmadığı görülmektedir. Körfez içinde az sayıda sanayi kuruluşu vardır; bunların denize verdiği atıksu debileri ve günlük kirlilik yükleri düşüktür. Yukarıda belirtildiği üzere Ceyhan Hazvası’ndan nehir sularına ulaşan kirlilik yüklerinin ana kaynağının öncelikle kentsel atıksular ve yayılı kaynaklar olduğu hesaplanmıştır. Bu durumda, Ceyhan Nehri girdilerinin beslediği kıyusal alanda, iç bölgelerden nehir yoluyla taşınan kentsel atıksu girdilerin etkili olduğunu belirtmek mümkündür.

İskenderun iç körfez doğu ucundaki sığ (eğim <% 1) kıyusal sularının açık denizle etkileşimi zayıf olduğundan dış körfez sularıyla yenilenme süresi uzundur. Özellikle kentsel kaynaklı ve derelerin taşıdığı kirleticilerin sürekli etkisi altındadır. Mevcut veriler ötrofikasyon koşullarının henüz oluşmadığını (düşük klorofil, düşük TRIX değerleri) göstermektedir. Ancak gerekli önlemler alınmaz ise iç körfezdeki sığ bölgede, atıksu yüklerinin artmasına bağlı olarak gelecekte ötrofikasyon riski oluşabilecektir. Ceyhan-Karataş kıyusal alanı ise yine taban eğiminin düşük (<% 1) olması (Şekil 2.4), bölgenin özel ekolojik özelliklere sahip olması ve de kentsel atıksu girdisinin etkin olduğu Ceyhan Nehri’nden taşınan kirliliğin etkisinde kalmasından dolayı bu alan da ötrofikasyon riski altındadır ve zaman zaman mezotrofik özellik göstermektedir. Bu nedenle, KAAY kriterlerine göre Körfez’in doğusundaki sığ kıyusal bölge (iç körfez) “potansiyel hassas alan” diğer bir deyişle “gri alan (I)” olarak tanımlanması önerilmektedir.

Bu kıyusal alanda ötrofik durum belirlemeye yönelik kirlilik ölçümlerinin ve nehir havzasında kirlетici kaynakların nehir yüklerine göreceli etkilerinin belirlenmesi çalışmalarının sürdürölmesi uygun olacaktır. Yeterli sistematik veriler sağlandıktan sonra, KAA Y kriterlerine göre yeniden değeriendirilmesi uygundur.

4.2.3. IIIA: Mersin Körfezi Mersin Kenti- İskenderun Kuzey Girişi (Karataş- Mezitli Arası)

İskenderun Körfezi'nin kuzeybatı ucundan (Ceyhan Deltası batısı) Taşucu Burnu'na kadar uzanan geniş kıta sahanlığına sahip bölge Mersin Körfezi'dir. Mersin İli Mersin Körfezi boyunca yoğun bir birinci ve ikinci konut yerleşimine sahiptir. Mersin İli'nden sonra Karataş'a kadar yerleşim yeri yoktur. Şekil 2.4'deki haritada açıkça görüldüğü üzere, Mersin Körfezi'nin doğusundaki kıta sahanlığı çok geniş ve sığdır. Özellikle Körfezin orta bölgesinden (Mersin-Mezitli) Ceyhan'ın döküldüğü İskenderun Körfezi girişine kadar uzanan bölgede kıta sahanlığı çok geniştir. Kıyusal deniz alanı oldukça sığdır ve kıyıda 1 km uzaklıkta su derinliği 10 m'den azdır. Bu uzun kıyusal alanda taban eğimi bu nedenle % 1'den küçüktür.

Körfezin doğusunda Mersin Kenti - Seyhan Deltası arasındaki sığ suların açık denizle etkileşiminin çok zayıf olduğunu 2005-2007 döneminde MEDPOL kapsamında gerçekleştirilen ötrofikasyon izleme sonuçları ortaya koymuştur [52]. Yoğunluk tabalaşmasının zayıf olduğu kıyı sularında, yüzey sularından tabana difüzyon yoluyla tüketimi karşılayacak düzeyde oksijen taşınımı olduğu görölmektedir. Kıyı sularının yenilenme süresinin uzun olduğunu, yüksek kirlilik değeri ve düşük SDD (1-3m) değeri açıkça göstermektedir.

Mersin Körfezi'nde karasal kaynaklı girdilerin etkisindeki kıyıya yakın sığ sularda kimyasal kirlетiciler TP ve Toplam İnorganik Azot (TIN), biyokütle (klorofil-a) derişimleri ve ötrofikasyon indikatörü TRIX indeksi değeri oldukça yüksek olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüzey sularında ölçölen klorofil-a derişimi mevsimsel 1.0-6.0 µg/L aralığında, TRIX değeri de mevsimsel 4.0-6.0 (mezotrofik-ötrofik) aralığında değışmektedir. Anlaşılağı üzere, öncelikle nehir sularının taşıdığı besin tuzlarından dolayı Körfez'in sığ kıyı sularında fitoplankton üretimi yüksek, ışık geçirgenliği (seki disk derinliği) düşüktür (1-3 m aralığında). TP değeri kıyı sularda genellikle 0.5-1.0 µM aralığında, TIN ise 2-25 µM aralığında değışim göstermektedir [52]. Özellikle su dolaşımının çok zayıfladığı Haziran-Eylöl

döneminde kıyıya yakın sığ sularda ötrofik durumun olduğu gözlemlenmektedir. Ancak körfezin sığ bölge taban suyunda oksijen eksikliği çok belirgin değildir (oksijen doygunluk yüzdesi $> \% 80$) . Mersin Körfezi'nin açık suları oligotrofik su kalitesi özelliğindedir ve Doğu Akdeniz kıyı suları özelliklerini yansıtmaktadır [52].

Açık denizle etkileşimi zayıf olan kıyısız deniz alanlarının (koy, körfez, kıyısız bölge) üst tabaka suları fazla üretken olsa da su kalitesi sınıfını belirlemede kirlilik parametrelerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Özellikle ötrofik sığ alanların (TRIX > 6.0) tabana yakın sularında belirgin oksijen eksikliği koşulu (oksijen doygunluk $< \% 50$), incelenen bölgedeki kıyı sularının açık deniz suları ile yenilenme süresi ve su kolonundaki tabakalaşma ile doğrudan ilişkilidir. Mersin Körfezi'nde TRIX değerinin genellikle 4-6 arasında değiştiği belirlenmiş olmakla birlikte taban suyunda $\% 50$ 'nin altına düşen oksijen doygunluk değerleri gözlenmemiştir.

Mersin Körfezi kıyı sularına Mersin ili BNR sisteminin (Mersin Karaduvar AAT) çıkış suları deşarj edilmektedir. Kıyı boyunca yoğun bir yerleşim ve yazlık site dağılımı mevcuttur. Diğer taraftan da yayılı kaynak olarak, Berdan Nehri ve Seyhan Nehri'nin taşıdığı kirlilik yüklerinin doğrudan etkisi altındadır.

Bu bölgede, TP değerleri genel olarak $1 \mu\text{M}$ 'dan, ÇİN değerleri bütün mevsimler için $4 \mu\text{M}$ 'dan ve klorofil-a değerleri $1.5 \mu\text{g/L}$ 'den küçüktür. TRIX değeri 3-5 arasındadır. Mersin Deşarj ve Mersin Referans noktalarında bütün mevsimlerde sınırlayıcı besin elementi P olarak belirlenmiştir [9].

Değerlendirme: Mersin Körfezi içerisinde, Mersin kenti batısından (Mezitli bölgesi) başlayarak İskenderun Körfezi kuzey girişindeki Ceyhan Deltası bölgesine kadar uzanan sığ ve taban eğimi düşük ($< \% 1$) kıyısız alanda yoğun kara kökenli kirlilik (kent atıksuları ve akarsu) girdisi mevcuttur. Bu bölgenin kıyısız sularında klorofil-a ve TRIX indeksi değerleri çok yüksek olup, ortam çok üretkendir. Bölgenin kıyı suları, öncelikle kentsel atıksularla kirletilen Seyhan ve Berdan nehir sularının etkisi altındadır. Bu bölgede mezotrofik durumdan ötrofik duruma geçiş vardır. Belirtilen nedenlerle, Mersin Körfezi doğusu kıyıya yakın suları KAAK kriterlerine göre tipik bir "hassas alan" örneğidir.

4.2.4. IVA: Mersin Körfezi (Mezitli- Kızkalesi Arası)

Mersin Mezitli - Kızkalesi arasında kalan bölgedeki yerleşim yerlerinde kanalizasyon sistemi tüm nüfusun ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu bölgede en büyük yerleşim yeri Erdemli'dir. Erdemli'de Biyolojik Nütrient Giderimi (BNR) sistemi ile üçüncül seviye arıtım sağlanmaktadır.

Değerlendirme: Mersin Körfezi batısından (Mezitli bölgesi) başlayarak Kızkalesi'ne kadar uzanan kıyısız alanda kıyı eğimi % 1'den büyüktür. Doğu-batı yönlü genel akıntı rejiminin etkisinde olduğundan kıyı sularının yenilenme süresi kısadır. Sonbahar-ilkbahar döneminde kıyı sularında yoğunluk tabakalaşması çok zayıftır. Bölgede ölçülen klorofil-a derişimi 1.0 µg/L altındadır. Besin elementi değerleri düşüktür ve alt sularda oksijen eksikliği gözlenmemektedir. SDD yüksek, (>10 m) ve TRIX<3'tür. Bu nedenlerle, bu kıyı sularında kentsel atıksu deşarjıyla ötrofik durumun oluşması olasılığının oldukça düşük olduğu söylenebilir. KAAY [8] kriterlerine göre bu kıyısız bölge "az hassas alan" olarak tanımlanmaktadır.

4.2.5. VA: Mersin Kızkalesi Arası- Taşucu Burnu

Kızkalesi beldesinde atıksular biyolojik olarak arıtıldıktan sonra deşarj edilmektedir. Yazlık konutlar açısından oldukça yoğun olan Mersin Kızkalesi Beldesi'nin kentsel atıksuları biyolojik arıtime tabi tutulmaktadır. Aynı zamanda Taşucu Burnu'na kadar tüm kıyı alanında yoğun bir yazlık konut yapılaşması mevcuttur.

Değerlendirme: Kızkalesi'den Taşucu Körfezi içine kadar uzan kıyısız alanda eğim <% 1 olup, bölge sığ deniz ortamı Göksu Nehri girdisi ve evsel atıkların doğrudan etkisi altındadır. Bu nedenle, kıyı sularında klorofil-a derişimi genellikle 0.5-1.0 µg/L aralığındadır. Nehir sularının doğrudan etkilediği kıyısız sularda zaman zaman 1.0 µg/L değeri aşan klorofil-a değerlerine rastlanmaktadır [52]. Bu kıyı suları, genel akıntı rejiminin etkisi altında olduğundan yenilenme süresi kısadır. Bölgede tabakalaşması zayıftır. Seki disk derinliği, Göksu Nehri etkisindeki bölgede 5 m den fazla; Taşucu Körfezi'nde ise 10 m üzerindedir. Göksu Nehri kıyılarında ÇİN konsantrasyonları 1-5 µM aralığında olup, nitrat-azotu değerleri amonyum azotu değerlerinden daha yüksektir. Tabana yakın sularda oksijen eksikliği

gözlenmemektedir. TRIX değeri 3'ten küçüktür. Nehirlerin etkisiyle karasal girdiler körfeze taşınmakta ve böylelikle körfez içi etkilenmektedir.

Genelde Taşucu Körfezi mezotrofik özellik göstermesine karşın yağışların arttığı mevsimlerde nehir girdilerinin etkisiyle körfez içi ötrofik özellik göstermektedir. Bu kıyı alanı bölgesinde, Göksu Nehir Deltası ve lagün alanları hassas ekosistemler olarak tanımlanmış olup, koruma alanları olarak tanımlanmıştır.

Sözkonusu hassas ekosistemlerin varlığı ve kısıtlı verilerin değerlendirilmesinde ötrofikasyon riskinin görülmesinden dolayı bu kıyısal bölge “potansiyel hassas alan (gri alan I)” alan olarak tanımlanmaktadır. Kıyıya yakın sığ sularda ötrofikasyon durum değerlendirmesine yönelik izleme çalışmaları sürdürülmesi ve yeterli sistematik veriler sağlandıktan sonra tekrar değerlendirme yapılması önerilmektedir.

4.2.6. VIA: Taşucu Körfezi- Manavgat Arası

Taşucu – Manavgat arasında kalan bölge Akdeniz de büyük bir kıyısal alanı kapsamaktadır. Söz konusu bölge Taşucu Beldesi ile başlamaktadır ve ilçenin kanalizasyon sistemi - AAT bulunmamaktadır. Taşucu ile Anamur arasında kalan bölgede küçük nüfuslu yerleşim yerleri bulunmaktadır. Anamur ilçesinde kanalizasyon sistemi nüfusun % 90'nına hizmet vermektedir ve derin deniz deşarjı uygulanmaktadır.

Taşucu Burnu ile Alanya İlçesi arasında genel olarak arazi topografyası ve ulaşım zorlukları nedeniyle, sahil kuşağında turizm, sanayi faaliyetleri ve nüfus yoğunluğu oldukça düşüktür. Bu nedenle, Doğu Akdeniz'in en az kirlenmiş kıyısal alanlardan birisidir. Ancak, Anamur bölgesindeki yoğun tarımsal faaliyetlerinden dolayı, kıyı sularına özellikle yağışlı mevsimlerde sel ve dere sularıyla fazla miktarda organik madde taşındığı tahmin edilmektedir.

Anamur ile Alanya arasında kalan Gazipaşa İlçesi nüfusunun % 50'si kanalizasyon sistemine sahiptir. Alanya İlçesi'nde kanalizasyon sistemi nüfusun % 90'ına hizmet vermektedir ve ilçede biyolojik evsel atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Alanya - Manavgat arasında kalan bölgede nüfusları <10.000 olan yerleşim yerleri mevcuttur. Söz konusu Alanya ve Manavgat arasında kalan bölgede çok sayıda turistik tesis ve yazlık siteler bulunmaktadır.

Değerlendirme: Şekil 2.4'deki haritalardan açıkça görüleceği üzere, Taşucu Körfezi batısından Manavgat Nehri girdisine kadar uzanan oldukça uzun kıyısız alanda eğim yüksektir ($>1\%$). Bu bölgede kapalı ve sığ koy yoktur. Ancak bazı koruma alanları vardır. Derin olan kıyı sularının sahip olduğu biyo-kimyasal özellikler, Doğu Akdeniz açık suyu ile benzerdir. Bunun nedeni, kıyısız suların açık denizle etkileşimi sürekli olduğu için suların yenilenme süresinin kısa olmasıdır. Besin elementleri ($\text{ÇIN} < 1.0 \mu\text{M}$) ve klorofil-a ($< 1.0 \mu\text{g/L}$) derişimleri düşüktür. Bölgede büyük debili nehir girdisi yoktur. Yayılı kaynaklardan (tarımsal, orman, hayvancılık) ve küçük yerleşim alanlarından atıksız girdileri vardır.

Ancak, kıyı-açıksız etkileşimi ve yüksek eğimden dolayı karasal kaynaklı girdilerin kıyı sularındaki etkisinin sınırlı kaldığı, kıyıya yakın sularda yapılan ölçümler ve klorofil-a verilerinden anlaşılmaktadır [52]. Bu bölge, yağış girdisinin fazla olduğu dönemlerde ve diğer dönemlerde deniz oligotrofik özelliğini korumaktadır. Bölgedeki kıyı sularında yoğunluk tabakalaşması çok zayıftır. KAAK kriterlerine göre bu kıyısız bölge “az hassas alan” olarak tanımlanmaktadır.

4.2.7. VIIA: Antalya Körfezi Ortası (Manavgat –Side- Serik Bölgesi)

Manavgat'ın Side Beldesi nüfusun tamamı kanalizasyon sisteminden yararlanmaktadır. Belde'de ileri arıtma mevcuttur. Bu bölgede çok sayıda turistik oteller ve yazlık konutlar yer almaktadır.

Değerlendirme: Side/Manavgat bölgesinin batısından başlayarak Serik İlçesinin Belek tatil beldesinin batısına kadar uzanan kıyısız bölgeden itibaren taban eğimi düşüktür ($<1\%$). Bu nedenle bu bölge sığ olmakla birlikte açık deniz ile sürekli etkileşim halinde olduğu için oligotrofik özellikler taşımaktadır. Bölgede kapalı koy yoktur ve nehir etkisindeki kıyısız alanda (kıyıdan 1 km açıktaki) seki disk derinliği 5 m'den fazladır [52]. Bu sığ bölgede klorofil-a değerleri genellikle $0.5-1.0 \mu\text{g/L}$ aralığında olmakla birlikte; bazı dönemlerde $1.0 \mu\text{g/L}$ sınırını aşabilmektedir [9]. ÇIN derişimi nehir etkisindeki kıyı sularında $1-5 \mu\text{M}$ aralığındadır. Nitrat azotu derişimi amonyum azotundan yüksektir. Tabana yakın sularda oksijen eksikliği gözlenmemektedir. Kıyısız su kalitesi mevsimsel ve kıyıya yakınlığa bağlı olarak, mezotrofik duruma yakındır. Bölge, küçük debili akarsular, tarımsal kaynaklı kirleticiler ve turizm ağırlıklı evsel atıksularının yoğun etkisi altındadır.

Karasal girdilerin (tarım ve turizm kaynaklı) sürekli artış gösterdiği bu kıyıs alanda, kentsel atıksuların iyi yönetimi sağlanamadığı durumda kıyıya yakın sularda yaz dönemlerinde ötrofikasyona kayma riskinden söz edilebilir. Belirtilen nedenlerle bölge “gri alan (II)” olarak tanımlanmıştır. Bu bölgenin sürekli izleme programına dahil edilmesi ve yeterli sistematik veriler sağlandıktan sonra, KAAY kirterlerine göre yeniden değerlendirilmesi uygundur.

4.2.8. VIIIA: Serik- Marmaris Arası

Serik ile Antalya Körfezi arasında kalan bölgede de turizm oldukça yoğundur. Antalya Şehri’nde nüfusun % 90’ı kanalizasyon sisteminden yararlanmakta ve kentsel atıksular ileri arıtma tabi tutulmaktadır. Antalya ile Finike arasında kalan Beldibi Beldesinin tamamı kanalizasyon sistemine sahip olup beldede kentsel atıksular biyolojik atıksu arıtma tesisine tabi tutulmaktadır. Körfez’de bulunan Kemer İlçesi kanalizasyon sistemi nüfusunun % 90’ına hizmet vermektedir ve ilçede biyolojik arıtma tesisi bulunmaktadır. Finike Körfezi’nde yer alan Kumluca İlçesi beldelerinin nüfusları <10.000 olmakla birlikte kanalizasyon sistemleri yoktur. Finike İlçesi’nde marina faaliyetleri mevcuttur. Finike’den Fethiye’ye arasında yer alan yerleşim yerleri atıksuları foseptik çukurlarına verilmektedir. Fethiye’de biyolojik atıksu arıtma tesisi ile sonlanan kanalizasyon sisteminden nüfusun % 65’i yararlanmaktadır.

Değerlendirme: Serik-Finike Körfezi doğu ucuna kadar uzanan kıyıs bölgenin taban eğimi yüksektir (>% 1). Körfez’in derin, açık ve kıyıs bölgenin körfezin açık suları ile sürekli etkileşim içinde olmasından dolayı genel akıntı sistemi ile sürekli yenilenir. Kısmen kapalı olan Finike Körfezi orta ve batısı, düşük debili akarsu girdilerinin etkisi altındadır ve kıyıs bölge taban eğimi düşüktür (<% 1). Kıyıs suları derindir, oligotrofik açık sular ile sürekli etkileşim içindedir ve genel akıntı sisteminin sürekli etkisi altındadır. Finike Körfezi’ne gerek tarımsal alanlardan gerekse yerleşim alanlarından organik ve besin tuzları (N, P) girişi olmaktadır.

Akarsu debilerinin arttığı kış-ilkbahar döneminde kıyıya yakın sularda, klorofil-a değerlerinde noktasal artışlara rastlanmaktadır. Kıyıda 1 mil açıkt ilkbaharda yapılan ölçümde klorofil-a ve besin elementleri derişimleri düşüktür. SDD 10 m’den fazladır. Benzer şekilde, Finike Körfezi batı ucundan başlayarak Marmaris’e olan kısımda da seki disk derinliği 10 m’den fazladır [52]. Uydu

kaynaklı klorofil verilerinde zaman zaman 1.0 µg/L seviyende değerler görülmektedir [9].

Serik-Finike Körfezi doğu ucuna kadar olan alanda klorofil derişimleri düşüktür. Uydu verilerine göre düşük debili akarsular ve kentsel atıksu deşarjları, bölgenin derinliğı hızla artan kıyı sularında belirgin fitoplankton artışına neden olmamaktadır. Kısmen kapalı olan Finike Körfezi orta ve batısı kadar alada ise akarsu debilerinin arttığı kış-ilkbahar döneminde kıyıya yakın sularının klorofil-a (biyokütle) değerinde noktasal artışlar olması doğaldır.

Kıyidan 1 mil açıktaki ilkbaharda yapılan ölçümde klorofil ve besin elementlerinin derişimleri düşüktür. Uydu kaynaklı klorofil verileri zaman zaman 1.0 µg/L seviyesinde değerler görülmektedir. Eldeki sınırlı veriler, kıyıya yakın (1 mil içinde) suların oligotrofik özellik taşıdığı ve yağışlı dönemlerde mezotrofik duruma yaklaşması olasıdır.

Finike Körfezi batı ucundan başlayarak Marmaris'e kadar uzanan alanın besin elementleri (ÇİN <1.0 µM; PO₄ <0.1 µM) ve klorofil-a derişimleri düşüktür (<1.0 µg/L) [52]. Uydu verilerine göre düşük debili akarsular, tarımsal kayanklı girdiler ve kentsel atıksu deşarjları, bölgenin kıyı sularında belirgin fitoplankton (klorofil-a) artışına neden olmamaktadır.

Batı Akdeniz'de, Finike-Fethiye arasında evsel atıkların arıtılarak koy dışında kalan, açık denizle etkileşimi yüksek derin kıyısal sulara verilmesi durumunda, mevcut verilere göre bu kıyısal alanda oligotrofik durumdan ötrofik su kalitesine dönüşme olasılığı düşüktür. Bu derin (eğim > % 1) kıyısal bölge suları, açık sularla etkileşimi ve oligotrofik özellikleri dikkate alındığında, KAAY [30] kriterlerine göre "az hassas alan" olarak tanımlanmıştır.

Fethiye Köfezi gibi yarı kapalı kıyı alanlarının, atıksu özümleme kapasiteleri de sınırlıdır. Her ne kadar bu koy/körfezler oligotrofik özellikler gösteriyor da olsalar, yağışlı dönemlerde ötrofik özellikler gösterebilmektedir [9]. Bu nedenle, KAAT'ların planlanmasında bu gibi alanların hangi koşullarda mezotrofik daha sonra ötrofik duruma kayabileceğinin doğru öngörülmesi gerekmektedir.

Bu nedenle ihtiyaten, Batı Akdeniz'deki bu tür kapalı koy ve körfezler, gri alan olarak tanımlanması en gerçekçi yaklaşımdır. Bu nedenlerden dolayı Fethiye Koyu "gri alan (I)" olarak tanımlanmıştır.

4.3. Ege Denizi Kıyılarında Hassas ve Az Hassas Alanların Sınıflandırılması Metodolojisinin Uygulanması Bulgu ve Değerlendirmeleri

Çalışma kapsamında onsekiz kıyı bölgesi olarak incelenen Ege Denizi kıyılarının KAAY'a göre genel değerlendirme sonuçları Tablo 4.3'de, harita üzerinde gösterimleri ise Şekil 4.3'de verilmektedir. Ege Denizi kıyılarında tez kapsamında geliştirilen hassas ve az hassas alanların sınıflandırması metodolojisine uygun olarak yapılan daha detaylı değerlendirmeler ise bölgeler bazında izleyen bölümlerde verilmektedir.

Tablo 4.3: Ege Denizi Kıyı Alanları Hassas/Az Hassas Alan Genel Değerlendirmeleri.

BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFI		DENİZ SUYU KALİTESİ						KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akıntı / Su Değişimi	Tabakalaşma	Triks	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	Sekir / Disk Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar		
Ege Kıyısıal Alanı														
IE.Marmaris Koyu	Kapalı	<1	Zayıf	Zayıf	-	>90	<1.0			>5	Yoğun turizm, marina aktiviteleri, Marmaris kentsel atıksuyu. Marmaris (BA).		Gri Alan (I)	Artırılmış atıksu körfezin dışına verilmektedir. Derin deşarjın yakınlarında yüksek amonyak değerlerine rastlanmaktadır.
II.E.Turunç— Bodrum Yarımadası	Açık	>1	Orta/ Güçlü	Orta	<2	>90	<0.5	<2.5	<0.5	>5	Düşük yoğunlukta turizm, küçük yerleşim alanları		Az Hassas Alan	Datça ve Gökova ÖÇK alanları, besin elementleri kon. düşük, oligotrofik ortam özelliği
IIIE.Bodrum Yarımadası Güneyi: Bodrum- Turgutreis	Yarı Kapalı	>1 (Turg utreis kıyıları <1)	Orta	Zayıf	<3	>90	<0.5	<1	<0.5	>5	Yoğun turizm, marina aktiviteleri, Bodrum kentsel atıksuyu		Gri Alan (II)	Yoğun turizm, marina aktiviteleri, ve karasal girdilerin etkisi altındadır. Ağustos ayında ÇİN değerlerinin yüksek olması evsel atık girdilerini işaret etmektedir.
IVE.Turgutreis – Güvercinlik (Güllük Körfezi Güneyi)	Açık	>1	Orta	Orta	3-4.8	66-98	<1.0			>5	Orta yoğunlukta turizm, kıyı yazlık siteleri, küçük yerleşim alanları, Akuakültür faaliyeti		Gri Alan (II)	Küçük yerleşim alanları, Orta yoğunlukta turizm, kıyı yazlık siteleri, amonyum konsantrasyonları yüksektir.
VE.Güvercinlik –Didim	Yarı Kapalı	>1 (Güllü k koyları <1)	Zayıf	Orta	<3	73-100	<0.5			>5	Yoğun akuakültür aktivitesi. Yerleşim alanı az, orta yoğunlukta turizm. Didim (BA)		Gri Alan (I)	Yerleşim alanı az, orta yoğunlukta turizm, Besin elementi konsantrasyonları özellikle amonyum yüksektir.

Tablo 4.3: Devam.

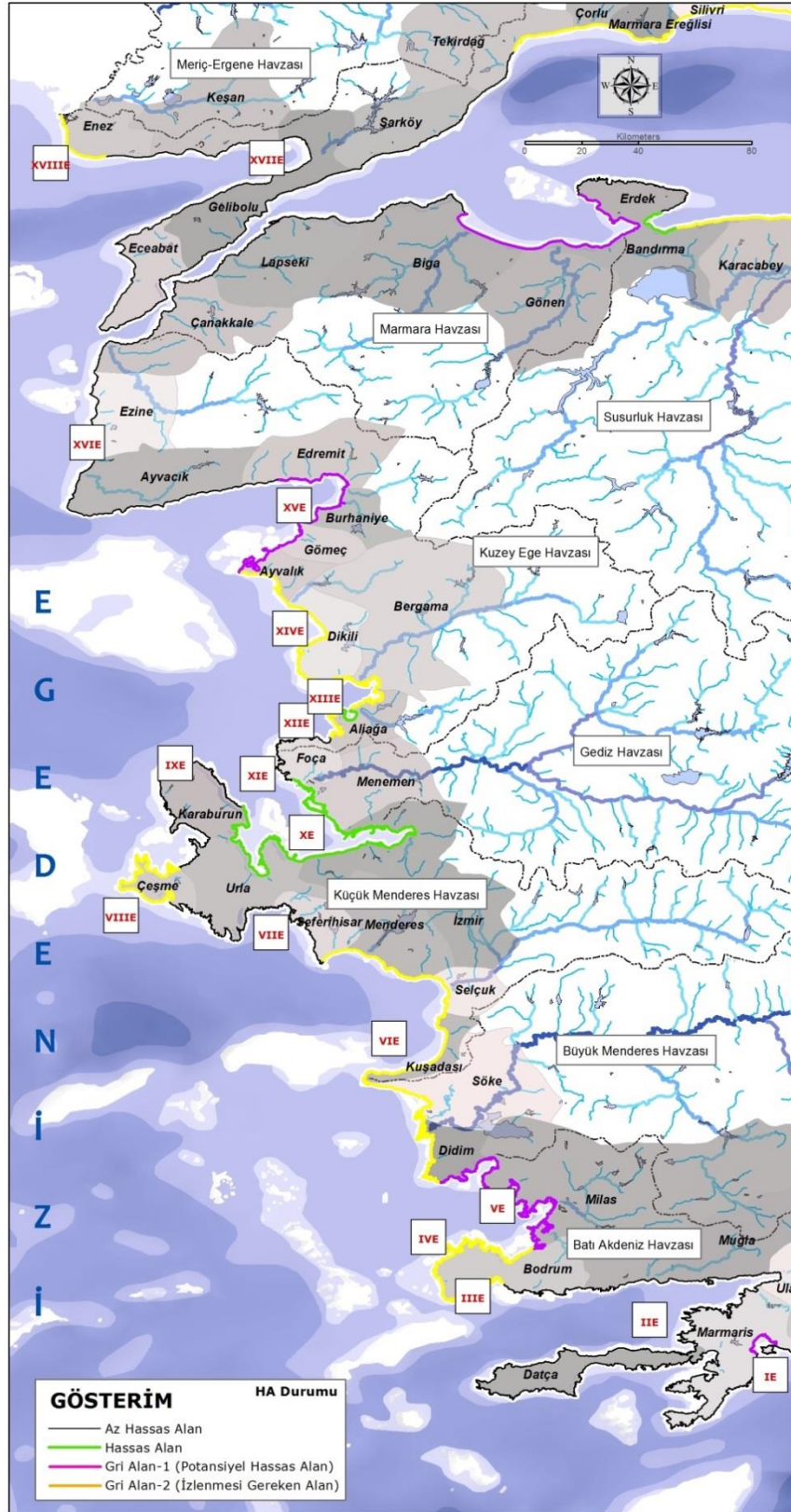
BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFI		DENİZ SUYU KALİTESİ						KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akıntı / Su Değişimi	Tabakalaşma	Trix	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	Sekir / Disk Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar		
Ege Kıyısı Alanı														
VIE.Didim-Kuşadası Körfezi Kuzey Ucu	Açık	>1	Güçlü	Orta	<3	>% 90	<0.5	<1	<0.5	>5	Bölgede en önemli yerleşim yüksek yaz nüfusu ile Kuşadası'dır.	Büyük ve Küçük Menderes	Gri Alan (II)	Büyük Menderes ve Kuşadası Körfezine dökülen Küçük Menderes'in kirlilik yükü yüksek suları bu alana boşalmaktadır. Bu sebeple nehir girdisinin etkisi altında kalmaktadır. Kuşadası karşısında bulunan Sisam Adasından dolayı yarı kapalı körfez özelliği taşımaktadır.
VIIIE.Kuşadası Körfezi Kuzey Ucu - Alaçatı (İzmir) Kuşadası-Alaçatı	Açık	>1	Güçlü	Orta	<2.5-	>% 90		<0.5	<0.5	>5	Küçük yerleşim alanları		Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementi konsantrasyonları kirlenmemiş deniz suyu özelliği göstermektedir
VIIIE.Alaçatı-Çeşme İlçe Sınırı	Yarı Kapalı	>1 (Alaçatı Koyu <1)	Güçlü	Orta	-	>% 90	<1.0 <0,5			>5	Çeşme Belediyesi atıksuları ve yoğun turizm		Gri Alan (II)	Kıyı sularında besin elementi konsantrasyonları yüksektir. Alaçatı koyu izlenecek alan olmalıdır. Gri alana olmamalı bölge tekrar değerlendirilmelidir.
IXE.Çeşme İlçe Sınırı - Karaburun	Açık	>1	Güçlü	Orta	-	>% 90	<1.0			>5	Yerleşim yeri yok		Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementi konsantrasyonları kirlenmemiş deniz suyu özelliği göstermektedir

Tablo 4.3:Devam.

BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFİ		DENİZ SUYU KALİTESİ						KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akım / Su Değişimi	Tabakalaşma	Trix	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	Seki / Disk Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar		
Ege Kıyısı Alanı														
XE.İzmir Körfezi	Kapalı	<1	Orta	Orta	>3	Dış Kör'de >% 95 İç Kör>% 75	>1.0	<2	<2.5	>5 (İç Körfez hariç)	İzmir Kenti'nin endüstriyel ve yerleşim kaynaklı kirlilik yükleri. İzmir (İA)	Gediz Nehri	Hassas Alan	Gediz Nehri kaynaklı yoğun kirlilik yükü, İzmir Körfezi iç, orta ve dış körfez olarak değerlendirilmelidir.
XIE.İzmir Körfezi – Nemrut Koyu Arası	Açık	>1	Güçlü	Orta	-	% 91	<1.0			>5	Düşük yoğunlukta turizm, küçük yerleşim alanları		Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementi konsantrasyonları kirlenilmemiş deniz suyu özelliği göstermektedir
XIIE.Nemrut Koyu	Kapalı	<1	Zayıf	Orta	<4	% 95	<1	-			Endüstriyel aktiviteler (Demir-çelik ve gemi söküm tesisleri)		Gri Alan (II)	Ağır metal konsantrasyonları yüksektir. Ancak bu sektörler KAAY kapsamına dahil değildir.
XIIIE.Aliğa Koyu	Kapalı	<1	Zayıf	Orta	-	-	<1	-			Aliğa Belediyesi atıksuları ve yoğun sanayi, PETKİM Rafinerisi		Hassas Alan	Ağır metal, organik kirlenici seviyeleri yüksektir.
XIVE.Çandarlı Körfezi-Ayvalık	Yarı Kapalı	>1	Orta	Orta	-	>% 91	<1.0	-			Küçük yerleşim alanları	Bakırçay	Gri Alan (II)	Bakırçay'dan yoğun kirlilik girdisi

Tablo 4.3: Devam.

BÖLGE ADI	MORFOLOJİ		HİDROGRAFI		DENİZ SUYU KALİTESİ						KARA KÖKENLİ KİRLETİCİLER		DURUM	AÇIKLAMA
	Kapalı / Açık	Eğim (%)	Akıntı / Su Değişimi	Tabakalaşma	Triks	Dip sularda O ₂ Doygunluğu	Klorofil-a (µg/L)	ÇİN (µg/L)	TP (µg/L)	Seki / Disk Derinliği (m)	Noktasal Kaynaklar	Yayılı Kaynaklar		
Ege Kıyısı Alanı														
XVE.Ayvalık - Altınoluk	Kapalı	<1	Orta	Orta	<3.5	>% 98	<0.5	<0.5	<0.5	>5	Ayvalık ve Edremit kentsel atıksu girdileri, zeytin ve zeytinyağı üretimi atıksuları, Balıkesir-Altınoluk (BA)		Gri Alan (I)	Organik kirletici yükü (BOD) fazladır, su dolaşımı zayıf, eğim düşük ve kapalı sistem mezotrofik özelliğe kayma eğilimi. Bu alan Gri Alan (II) olabilir.
XVIE.Altınoluk –Çanakkale Boğazı Güney Girişi	Açık (Altınoluk-Narlı arası kapalı)	>1 (Ezine kıyıları <1)	Güçlü	Güçlü	-	>% 98	<1.0			>5	Düşük yoğunlukta turizm, küçük yerleşim alanları.Çanakkale-Ezine (BA)		Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementi konsantrasyonları kirletilmemiş deniz suyu özelliği göstermektedir
XVIIIE.Çanakkale Boğazı Kuzey Girişi -Saros Körfezi	Yarı Kapalı	>1	Orta	Güçlü	<3.5	>% 90	<1.0	-			Küçük yerleşim alanları		Az Hassas Alan	Kıyı sularında besin elementi konsantrasyonları kirletilmemiş deniz suyu özelliği göstermektedir.
XVIIIIE.Meriç Deltası	Açık	<1	Orta/ Güçlü	Güçlü	-	>% 90	>1	-			Yerleşim yok	Meriç Nehri	Gri Alan (II)	Meriç Nehri kaynaklı yoğun kirlilik yükü girdileri



Şekil 4.3: Ege Denizi Kıyıları Hassas/Az Hassas/Gri Alanları.

4.3.1. IE: Marmaris Koyu

Marmaris İlçe nüfusunun % 95'i kanalizasyon sisteminden yararlanmakta ve kanalizasyon sistemi kentsel biyolojik atıksu tesisi ile sonlanmaktadır. Kentsel atıksular, derin deniz deşarjıyla alıcı ortama verilmektedir. Marmaris Koyu'nda TP değerlerinin $<0.5 \mu\text{M}$, Klorofil-a <0.20 , ÇIN değerlerinin $<2.5 \mu\text{M}$ ve TRIX <3 olduğu görülmüştür [9]. Marmaris deşarj noktasında, sınırlayıcı sınırlayıcı etkiyi N ve P birlikte göstermektedir. Marmaris referans noktasında ise P sınırlayıcıdır.

Değerlendirme: Marmaris Koyu kapalı özellik göstermektedir. Eğim $>\% 1$, klorofil $<1.0 \mu\text{g/L}$ olup oksijen doygunluğu % 97'den fazladır. Akıntı ve tabakalaşma seviyeleri zayıftır. Yoğun turizm ve marina aktiviteleri dolayısı ile ötrofikasyon riski altında olması nedeni ile “gri alan (I)” olarak tanımlanmalıdır.

4.3.2. IIE: Turunç/Marmaris- Bodrum Yarımadası Arası

Marmaris'in Turunç Beldesi'nde bulunan biyolojik arıtmaya nüfusun % 95'inin atıksuları ulaşmakta ve arıtma tesisinin çıkış suları araziye deşarj edilmektedir. IIE Bölgesi için TP değerlerinin $<0.2 \mu\text{M}$, Klorofil-a <0.05 , ÇIN değerlerinin $<0.5 \mu\text{M}$ ve TRIX $<1,5$ olduğu görülmüştür [9].

Değerlendirme: Ortunç (Marmaris)-Bodrum Yarımadası arasındaki bölge açık denizdir. Taban eğimi % 1'den büyüktür. Akıntılar orta/güçlüdür. Su kolonundaki tabakalaşma orta derecededir. Oksijen doygunluğu % 93'den fazladır. Klorofil değerleri $1.0 \mu\text{g/l}$ 'den küçüktür. Seki derinliği 5m'dir. Düşük yoğunlukta turizm, küçük yerleşim alanları bulunmaktadır. Ayrıca Datça ve Gökova'da “Özel Çevre Koruma” alanlarının mevcut olması ve oligotrofik özellik göstermesinden dolayı bu bölge “az hassas alan” olarak tanımlanmalıdır.

4.3.3. IIIE: Bodrum Yarımadası Güneyi: Bodrum- Turgutreis

Muğla'nın önemli turizm merkezlerinden birisi olan Bodrum İlçesi'nin kanalizasyon hizmet yüzdesi % 95'tir. İlçe'nin kentsel atıksuları biyolojik arıtma ile arıtıldıktan sonra derin deniz deşarj sistemi ile Ege Denizi'ne deşarj edilmektedir. Bodrum ile Turgutreis arasında kalan bölgede turistik oteller ve yazlık siteler çoğunluktadır. Bu bölgede 2010 yılında üç mevsim gerçekleştirilen izleme

alışmalarının sonuçlarına göre; TP <0.20 µM, IN <1 µM, klorofil-a <0.2 µg/L ve TRIX değeri <2.5'tir [9].

Değerlendirme: Bodrum Yarımadası güneyi-Turgutreis arasındaki alan yarı kapalı özelliktedir. Genel olarak taban yapısı % 1'den yüksek eğime sahiptir. Saadece Turgutreis kıyılarının eğimi % 1'den küçüktür. Akıntılar orta, su kolonu tabakalaşması zayıftır. Oksijen doygunluğu % 95'den fazladır. Klorofil değerleri 1µg/l'den düşüktür. Seki derinliği 5m'den fazladır. Bu bölge yoğun turizm, marina aktiviteleri ve kısıtlı veri nedeni ile “gri alan (II)” olarak tanımlanmalıdır ve izleme çalışmalarına devam edilmelidir.

4.3.4. IVE: Turgutreis- Güvercinlik (Güllük Körfezi Güneyi)

Turgutreis'in kuzeyine doğru yazlık konutlar yoğun bir şekilde yer almakta ve Turgutreis'den uzaklaştıkça yerleşim yoğunluğu azalmaktadır.

Değerlendirme: Turgutreis-Güvercinlik arasında kalan bölge Güllük Körfezi'nin güneyini kapsamaktadır ve açık özellik gösterir. Taban eğimi % 1'den büyüktür. Akıntı ve tabakalaşma orta derecededir. TRIX değerleri 3-4.8 arasında değişmektedir. Oksijen doygunluğu % 66-98 arasındadır. Klorofil değerleri 1µg/l'den küçük ve seki-disk değerleri Güllük Körfezi dışında 5m'den fazladır. Orta yoğunlukta turizm, kıyı yazlık siteleri, küçük yerleşim alanları mevcudiyeti, Körfez içerisinde açıkta yürütülen akuakültür çalışmaları ve veri kısıtlılığı nedenleri ile izlenmesi gerekliliği nedenleriyle “gri alan (II)” olarak tanımlanması önerilmektedir.

4.3.5. VE: Güvercinlik- Didim Arası: Güllük Körfezi

Güllük Körfezi kıyılarında bir kaç küçük yerleşim yeri ve yoğun bir yazlık konut yapılaşması mevcuttur. Didim'de nüfusun % 90'ı kanalizasyon sisteminden yararlanmakta ve atıksular kentsel biyolojik atıksu arıtma tesisinde arıtılarak denize deşarj edilmektedir. Güllük Körfezi'nde kültür balıkçılığı önemli yer tutmaktadır.

Değerlendirme: Güvercinlik-Didim arasında kalan kıyıları, yarı kapalı özellik göstermektedir. Güllük Körfezi'nde bulunan koylarda kıyı eğimi % 1'den küçüktür. Körfez içerisinde akıntılar zayıf, su tabakalaşması ise orta seviyededir. TRIX değerleri 3-4.6 arasındadır. Oksijen doygunluğu % 73-100'dr. Klorofil değerleri 1.0 µg/L'den büyüktür. Açık kısımlarda seki-disk derinliği 5m'den fazladır. Yerleşim

alanı az ve orta yoğunlukta turizm bulunmasına karşın su değişim kapasitesi düşüklüğü, yarı kapalı olma özelliği ve su ürünleri üretiminden kaynaklı ötrofikasyon riski nedeni ile bu bölge “gri alan (I)” olarak tanımlanmalıdır.

4.3.6. VIE: Didim- Kuşadası Körfezi Kuzey Ucu

Didim ile Kuşadası arasında kalan bölgede önemli yerleşim yerleri yoktur. Kuşadası Körfezinde bulunan yerleşim yerlerinin derin deşarj boru hattından ve kanalizasyon sistemi yeterli olmayan turistik işletmeler ve sitelerden gelen atıklarla olumsuz etkilenmektedir. Kuşadası Körfezine Küçük Menderes Nehri’nin bıraktığı yoğun kirlilik yükü göz ardı edilmemelidir. Kuşadası Körfezine İzmir’in Seferihisar İlçesinin atıksu arıtma tesisi bulunmadığından körfeze deşarj edilmektedir. Selçuk İlçesi deniz kenarından içerde yer almakta ilçeye ait biyolojik atıksu tesisinden çıkan arıtılmış atıksular akarsu aracılığı ile Kuşadası Körfezine ulaşmaktadır. İzmir’in beldeleri olan Özdere ve Ürkmez gibi turistik yerlerde yaz aylarında insan faaliyetleri artmaktadır. Bu yerleşim yerlerinde kanalizasyon sistemleri yaklaşık olarak nüfusun % 50’sine hizmet vermektedir. Kuşadası’nda nüfusun % 50’sinin yaralandığı kanalizasyon sistemiyle toplanan atıksular fiziksel arıtma yapılarak denize deşarj edilmektedir.

Güney Ege’de kafes balıkçılığının yoğun olduğu Güllük Körfezi bölgesinde MEDPOL Projesi kapsamında 8 adet örnekleme noktasından ötrofikasyon seviyesi saptamak amacıyla yılda bir kez izleme çalışması yapılmıştır [52]. Üç derinlikten (yüzey, orta ve dip) toplanan su örneklerinde besin elementleri, çözünmüş oksijen, pH ve klorofil-a ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışma incelendiğinde, kıyıya yakın istasyonların dip sularında TRIX değerlerinin 4’den büyük olduğu tespit edilmiştir. Kıyıya daha uzak noktalarda ise 3.5’den küçük olduğu gözlenmiştir [52]. TRIX sınıflamasına göre 4’ten büyük değerler ötrofikasyon riskinin yüksek olduğunu göstermektedir. TRIX birimi 4’ten düşük olan alanlar birincil üretimi az ve 2’den daha düşük bölgeler ise açık deniz özelliğinde olan alanlardır. TRIX değerlerinin 4’den büyük olduğu noktalarda oksijen doygunluğu % 66 bulunurken, kıyıya uzak noktalarda % 98 olduğu tespit edilmiştir [52].

Değerlendirme: Didim-Kuşadası Körfezi kuzey ucu arasındaki bölge açık alandır. Taban eğimi nehir ağızları dışında kalan bölgelerde % 1’den yüksektir. Akıntılar güçlü, su kolonundaki tabakalaşma orta seviyededir. Oksijen doygunluğu

% 92-95 arasındadır. Klorofil-a değerleri 1 µg/L'den küçük olup seki-disk değerleri yine nehir ağızları dışında 5 m'den fazladır. Büyük Menderes ve Kuşadası Körfezi'ne dökülen Küçük Menderes'in kirlilik yükü yüksek suları bu alana boşalmaktadır. Bölgede en önemli yerleşim yeri yaz aylarında nüfusu büyük ölçüde artan Kuşadası'dır. Bu özelliklerinden ve yeterli veri olmamasından dolayı bölgenin “gri alan (II)” olarak sınıflandırılması önerilmektedir.

4.3.7. VIIE: Kuşadası Körfezi Kuzey Ucu- Alaçatı

Alaçatı ile Kuşadası Körfezi'nin kuzey ucuyla arasında kalan bölgede önemli bir yerleşime ratlanmamaktadır. Bu bölgede 2010 yılında üç mevsim gerçekleştirilen izleme çalışmalarının sonuçlarına göre; TP <0.5 µM, ÇIN <0,5 µM ve klorofil-a <1.0 µg/L olarak tespit edilmiştir. TRIX değeri ilkbahar ve yaz mevsimlerinde <3 iken sonbahar mevsiminde 2'nin altındadır [9].

Değerlendirme: Kuşadası Körfezi kuzey ucu-Alaçatı arasında kalan bölge açık körfez özelliği göstermektedir. Taban eğimi % 1'den fazladır. Akıntılar güçlü, tabakalaşma ise orta derecededir. Klorofil-a değerleri 1 µg/L'den düşük ve seki-disk derinliği 5m'den fazladır. Bu kıyılarda yerleşim yeri yoktur ve bölge oligotrofik özelliklerinden dolayı “az hassas alan” özelliği göstermektedir.

4.3.8. VIIE: Alaçatı- Çeşme İlçe Sınırı

İki yerleşim yeri arasında kalan bölgede, turizm faaliyetleri oldukça yoğundur. Çeşme İlçesi'nde kentsel atıksular, uzun havalandırmalı aktif çamur sistemi ile arıtıldıktan sonra derin deniz sistemi ile uzaklaştırılmaktadır.

Değerlendirme: Alaçatı-Çeşme ilçe sınırı arasında bulunan bu alan, yarı kapalı kıyı alanı olma özelliğindedir. Taban eğimi kıyılarda % 1'den yüksek iken, Alaçatı Koyu içerisinde % 1'den küçüktür. Akıntılar güçlü, su kolundaki tabakalaşma orta seviyededir. 2010 yılı üç mevsiminde yapılan izleme çalışmalarına göre, TP değerleri 0.20 µM'm, ÇIN değerleri ise 0.50 µM'm altındadır. Klorofil-a değerleri bütün mevsimlerde <0.10 µg/L'dir. TRIX değerleri ölçümlerin yapıldığı mevsimlerde 2.5'in altında bulunmuştur. Klorofil-a değerleri 1µg/L seviyesinde ve SDD değerleri 5 m'den yüksektir [9]. Kısıtlı veri, düşük su değişim kapasitesi ve yoğun turizm baskısı nedenleriyle bu alan “gri alan (II)” özelliği göstermektedir.

4.3.9. IXE: Çeşme İlçe Sınırı- Karaburun Arası

Çeşme-Karaburun arasında kalan ve Karaburun yarımadasının batısını oluşturan bölgede yerleşim yerleri ve nüfus yoğunluğu oldukça azdır.

Değerlendirme: Çeşme İlçe sınırı-Karaburun arasında olan bölge açık körfez özelliği göstermektedir. Eğim >1 olup akıntı güçlü, tabakalaşma orta seviyededir. İzleme sonuçlarına göre, seki disk derinliği 5 m'nin üzerinde, TP değerleri <0.5 ve ÇİN değerleri $<0.5 \mu\text{M}$ 'dır. Klorofil-a değeri üç mevsimde de mevsim $<1 \mu\text{g/L}$ 'den küçüktür. TRIX değeri ilkbahar ve yaz mevsimlerinde <3 iken sonbahar mevsiminde 2'nin altındadır [9]. Bu kıyılarda yerleşimden kaynaklı baskının az olması ve su değişim kapasitesinin yüksek olmasından dolayı “az hassas alan” olarak tanımlanmaktadır.

4.3.10. XE: İzmir Körfezi

İzmir Körfezi sanayileşmenin, şehirleşmenin ve nüfus yoğunluğunun oldukça yüksek olduğu kapalı bir körfezdır. İzmir İlinin kuzeyinde Çiğli Evsel Biyolojik Arıtma Tesisi ve güney batısında ise Güney Batı Atıksu Arıtma Tesisi bulunmaktadır. Bu iki tesis de azot ve fosfor giderimine yönelik tasarlanmış, bu yönde işletilmektedir. Dış Körfez'de yeralan Foça İlçesi'nde Biyolojik KAAT bulunmakta ve çıkış suyu akarsuya verilerek Körfez'e ulaşmaktadır.

Değerlendirme: Hidrografik olarak incelendiğinde; İzmir Körfezi'nde akıntı seviyesi ile tabakalaşmanın orta derecede olduğu görülmektedir. Körfez kapalı alan özelliği göstermekte olup, yoğun bir yayılı kirlilik yükü taşıyan Gediz Nehri de Körfez'in dış kısmına dökülmektedir. Körfez'e dökülen en büyük nehir niteliğinde olan Gediz Nehri'ne, temel olarak iki temel kaynaktan -evsel atıksu ve sulama suları- kirlilik girdisi olmaktadır [69], [70]. Körfez'de suların kalma süresi 3-6 ay arasında değişmekte olup su sirkülasyonu oldukça zayıftır. İzmir Körfezi, topografik, hidrolojik ve ekolojik özelliklerine göre iç, orta ve dış olmak üzere üç bölgeye ayrılarak incelenmektedir [71].

İç Körfez, 1990'lı yıllarda UNEP MAP tarafından desteklenen çalışmalarda besin maddesi ve organik madde açısından yoğun bir şekilde kirlenmiş olarak kaydedilmiştir [72]. Aynı yıllarda gerçekleştirilen diğer bazı izleme çalışmalarının sonuçlarına göre de; yoğun organik madde girdisinin su kolonunda çözünmüş

oksijenin azalmasına neden olduğu aşırı hipoksia durumlarına örnek olarak Baltık Denizi ve İzmir Körfezi örnekleri verilmektedir [73], [74], [75]. 2000’li yıllarda yapılan izleme sonuçlarına göre ise dip sularda çözünmüş oksijen doygunluğu, Dış Körfez’de $> \% 95$ iken Orta-İç Körfez’de $> \% 75$ ’ dir. Uydudan elde edilen sonuçlara göre klorofil $> 1 \mu\text{g/l}$ ’dir. Seki disk değerleri İç Körfez dışında 5 m’den fazladır. Yapılan ölçümlere göre ortalama TRIX değerleri Dış Körfez ve Orta-İç Körfez’de sırasıyla 2 -3.9 ve 3.4 – 6.5 arasında değişmektedir [52]. İç körfez genelde ötrofik özellik gösterirken orta körfez mezotrofikten ötrofik özelliğe doğru geçiş göstermektedir. Dış körfez ise oligotrofik özellik göstermektedir. İzmir deşarj noktasında üç mevsimde de sınırlayıcı etkiyi N göstermektedir. Dış Körfez’de N ve P birlikte sınırlayıcı etki göstermektedir [9].

İzmir İli’nde, İzmir Körfezi’ne gelen sanayi atıksularını da içeren yoğun kentsel atıksuyun büyük bir bölümünü biyolojik nutrient giderimi (biological nutrient removal) yöntemiyle arıtan Çiğli Evsel Biyolojik Arıtma Tesisi ve Güney Batı Atıksu Arıtma Tesisi bulunmaktadır. Bu nedenlerle İzmir Körfezi’nde her ne kadar kara kökenli kirlilik kaynaklarından gelen ekolojik baskı büyük çevresel yatırımlarla çözülmeye çalışılsa da, özellikle Körfez’in iç-orta kesimleri ötrofik özellikler göstermektedir. Sabancı ve Koray’ın [75] İzmir Körfezi’nin en sık kesimi olan İç Körfez’de yaptığı çalışma sonucunda da özellikle karasal kökenli girişlerin olmasından dolayı fitoplankton hücre yoğunluğunda artışlar gözlenmekte olduğu ve su sirkülasyonunun körfezin diğer bölgelerinden daha düşük olması sebebi ile bu kesimde mikro-plankton topluluk yapısını etkileyen bir ötrofikasyon problemi olduğu belirlenmiştir. Söz edilen nedenler ve endüstriyel/yerleşim/tarım kaynaklı yoğun kirlilik yükü girdileri nedeniyle İzmir Körfezi “hassas alan” olarak değerlendirilmiştir.

4.3.11. XIE: İzmir Körfezi- Nemrut Koyu Arası

İzmir Körfezi ile Nemrut Koyu arasında Foça İçesi yer almaktadır. Nüfusun büyük kısmına kanalizasyon hizmeti sağlanabilmektedir.

Değerlendirme: İzmir Körfezi-Nemrut Koyu arası açıktır. Kıyı taban eğimi $\% 1$ ’den fazladır. Akıntılar güçlü olup, su kolonundaki tabakalaşma orta derecededir. Oksijenin doygunluğu $\% 91$ ’dir. TP değerleri ölçüm yapılan dönemlerin hepsinde $0.5 \mu\text{M}$ ’ın altındadır. ÇİN değeri sonbahar döneminde $< 1 \mu\text{M}$ ’dır. Diğer mevsimlerde ise

0.2 µM civarındadır. Klorofil-a değeri bütün mevsimlerde 0.3 µg/L'nin altındadır. TRIX değerleri mevsimlere göre 2-3 arasında değişmektedir [9]. Seki disk derinliği 5 m'den fazladır. Düşük yoğunlukta turizm, yüksek su değişim kapasitesi ve küçük yerleşim alanları nedeniyle “az hassas alan” olarak tanımlanmıştır.

4.3.12. XIIE: Nemrut Koyu

Nemrut Koyu, öncelikle demir-çelik sany, gemi-söküm tesisleri ve liman faaliyetleri olmak üzere yoğun bir sanayi kirliliği tehdidi altındadır.

Değerlendirme: Nemrut Koyu yarı kapalı bir körfezdir. Taban eğimi % 1'den azdır. Akıntı zayıf olup tabakalaşma orta seviyededir. Uydu görüntülerine göre 1µg/L'den düşüktür. Trix değerleri <4 ve oksijen doygunluğu % 95'tir. Endüstriyel aktiviteler sonucu alıcı ortama yapılan deşarjlar, her ne kadar yüksek olarak değerlendirilse de, sözkonusu endüstriyel aktiviteler KAAY [8] EK 3'de tanımlanan sektörler içersine girmediği için “Nemrut Koyu” izlenmesi gereken “gri alan II” olarak tanımlanmıştır.

4.3.13. XIIE: Aliğa Koyu

Aliğa Koyu, Çandarlı Körfezi içinde yer alan yoğun petro-kimya ve metal ağırlıklı sanayi tesislerinin bulunduğu Aliğa İlçesi tarafından çevrelenmiş bir kapalı koydur. Aliğa yaklaşık 2000 nüfusa sahip olan önemli bir sanayi kenti olmasına karşın, nutrient giderimi yapan kentsel atıksu arıtım tesisi ancak 2010 yılında işleme alınmıştır.

Değerlendirme: Aliğa Koyu, yoğun bir kara kökenli kirlilik baskısı altında kalmış bir koydur. Morfolojik açıdan incelendiğinde Aliğa Koyu'nun taban eğiminin % 1'den az olduğu görülmektedir (Şekil 2.7). Akıntı ve su sirkülasyonu zayıf olup, tabakalaşma orta seviyededir. Uydu görüntülerine göre klorofil seviyesi 1 µg/L'den düşük olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle Aliğa Koyu mezotrofik seviyeye dönen ötrofikasyon tehdidi altındaki kıyı alanı, diğer bir deyişle “hassas alan” olarak değerlendirilmektedir.

4.3.14. XIVE: Çandarlı Körfezi- Ayvalık

Çandarlı ile Ayvalık arasında Dikili Körfezi bulunmaktadır. Dikili Körfezi'nde bulunan Dikili İlçesi'nde nüfusun % 95'i kanalizasyon sisteminden yararlanmaktadır. İlçe'nin kentsel atıksuları biyolojik arıtma ile arıtılmaktadır.

Değerlendirme: Çandarlı Körfezi-Ayvalık arasında kalan kıyılar yarı kapalı özellik göstermektedir. Dikili Körfezi'ne Madra Çayı, Çandarlı Körfezi'ne ise Bakırçay dökülmektedir. Çandarlı Körfezinde taban eğimi % 1'den büyüktür. Akıntı ve tabakalaşma orta derecededir. Uydu verilerine göre klorofil değerleri 1 µg/l'nin altındadır [9]. Çandarlı Körfezi'ne Bakırçaydan yoğun kirlilik yükü girmektedir. Çandarlı Körfezi-Ayvalık arası izlenmesi gereklidir ve “gri alan (II)” olarak tanımlanır.

4.3.15. XVE: Ayvalık- Altınoluk Arası: Edremit Körfezi

Edremit Körfezi, Balıkesir ve Çanakkale İlleri arasında Anadolu yarımadasıyla ile Midilli adasını ayıran körfezdır. Balıkesir'in Ayvalık İlçesi'nin kentsel atıksuları fiziksel arıtıma tabi tutulduktan sonra, derin deniz deşarjı sistemi ile Edremit Körfezi'ne deşarj edilmektedir. Gömeç, Edremit ve Burhaniye ilçelerinde biyolojik atıksu arıtma tesisleri mevcuttur.

Değerlendirme: Ayvalık-Altınoluk arasında bulunan kıyıda Ayvalık ve Edremit kentsel atıksu girdileri ile zeytin ve zeytinyağı üretiminden kaynaklı yoğun atıksu girdileri mevcuttur. Bu bölge, karşısındaki Midilli Adası'ndan dolayı kapalı körfez özelliği göstermektedir. Oksijen doygunluğu % 98'den fazladır. Akıntı ve tabakalaşma orta derecededir. Bu bölgede, TP değerleri bütün mevsimlerde <0.5 µM'dır. ÇİN değerlerinin ölçüm yapılan bütün mevsimlerde 1 µM'ın altında olduğu belirlenmiştir. Klorofil-a değerleri genelde 0.3 µg/L'nin altındadır [9]. TRIX değerleri 1.5–3.0 arasında değişmektedir. Balkis vd. [50]'nin Edremit Körfezi'nde gerçekleştirdiği izleme çalışmalarının sonuçları da bu bulgulara desteklemektedir. Bu çalışmaya göre TRIX 0.86-2.98, klorofil-a ise 0.1-0.56 µg/L aralığında bulunmaktadır. Ayvalık deşarj noktasında üç dönemde de P'un sınırlayıcı etki gösterdiği belirlenmiştir. Edremit deşarj noktasında ise N ve P birlikte sınırlayıcı etki gösterirken Edremit - Ayvalık referans noktasında sınırlayıcı etkiyi N'nin gösterdiği

saptanmıştır [9]. Bu kıyıda taban eğimi % 1'den azdır. Bu bölgenin ötrofikasyon potansiyeli mevcuttur ve “gri alan (I)” olarak önerilmektedir.

4.3.16. XVIIE: Altınoluk- Çanakkale Boğazı

Bu bölge içerisinde yer alan Ayvacık İlçesi'nde kentsel atıksular biyolojik arıtmadan sonra Gemedere Çayı'na deşarj edilmektedir. Ezine ilçesi'nde de kentsel atıksular biyolojik arıtmadan sonra Ege Denizi'ne deşarj edilmektedir. Bunun dışında önemli bir yerleşim bulunmamakla birlikte, bölgede düşük yoğunluklu turizm baskısı mevcuttur.

Değerlendirme: Altınoluk-Çanakkale Boğazı güney girişi arası açık bölge özelliği göstermektedir. Genel olarak eğim % 1'den fazla iken Ezine kıyılarında % 1'den küçüktür. Akıntı ve tabakalaşma güçlüdür. Oksijen Doygunluğu % 98'dir. Uydu görüntülerine göre klorofil değerleri 1 µg/L'de küçüktür. Seki disk değerleri 5 m'den fazladır. Düşük yoğunlukta turizm, küçük yerleşim alanları bulunan bölge “az hassas alan”dır.

4.3.17. XVIIIE: Çanakkale Boğazı Kuzey Girişi- Saros Körfezi

Saros körfezi, Ege Denizi'nin kuzeyinde Gelibolu yarımadası ile Edirne arasında kalan körfezdir. Körfez'in, Gelibolu Yarımadası tarafında olan güney bölgeleri yerleşime pek olanak vermediğinden buralarda yerleşime rastlanmaz. Körfeze kıyısı bulunan yerler arasında Edirne'nin Enez İlçesi ve Keşan İlçesinin ilçe sınırı vardır. 45.000 nüfusa sahip Keşan yerleşim yeri olarak deniz kenarından içerde kalmaktadır. Enez ilçesi ise 4.000 nüfusa sahip deniz kenarına yakın gölün etrafında kurulmuş yerleşim yeridir ve Enez ilçesinin yerleşim yeri Saros Körfezi'nin dışında kalmaktadır.

Değerlendirme: Saros Körfezi yarı kapalı körfez özelliğindedir. Akıntı/su değişimi orta seviyededir. Saros Körfezi'ndeki suların Nisan-Ekim ayları arasında mevsimsel tabakalaşması güçlüdür. Saros Körfezi'nde ise uydu verilerine göre klorofil değerleri 1 µg/L nin altındır. Oksijen doygunluğu % 90'dan fazladır. Taban eğimi % 1'den yüksek ve TRIX değerleri 3.5'in altında olduğu için “az hassas alan” kriterine girmektedir.

4.3.18. XVIII: Meriç Deltası

Türkiye ile Yunanistan arasında sınır olan Meriç Nehri, Edirne ili Enez ilçesinin yakınından Ege Denizi'ne dökülmektedir. İlçe nüfusunun % 95'i kanalizasyon sisteminden yararlanmakta ve atıksularını Meriç Nehri'ne deşarj etmektedir. Edirne Şehri'nde kanalizasyon sisteminden nüfusun % 100'ü yararlanmakta ve arıtma tesisi olmayan şehirde atıksular Meriç Nehri'ne verilmektedir. Meriç Nehri ile birleşen Ergene Nehri, Tekirdağ'ın ilçelerinden olan sanayinin yoğun olduğu Çorlu ve Çerkezköy'ün kirlilik yükleri taşınmaktadır.

Değerlendirme: Kuzey Ege'de Meriç Deltası açık körfez özelliği göstermekte olup akıntılar orta/güçlüdür ve klorofil-a konsantrasyonu 1 µg/L'den yüksektir. Oksijen doygunluğu % 90'dan fazladır. Meriç Nehri Ege kıyılarında en yüksek kirlilik yükü getiren nehirdir. Meriç Deltasında eğimin % 1'den küçük olması ve nehrin kirlilik yükünün fazla olması nedeniyle “gri alan (II)”olarak tanımlanmaktadır.

4.5. Kıyı Yerleşimlerinde Eşdeğer Nüfus Bulguları

Eşdeğer nüfus verisi kentsel atıksu arıtma tesisi olmayan kıyı yerleşim yerlerinde kurulması planlanan KAAT'ların proses seçimlerinde ve mevcut KAAT'ların yeterliliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir parametredir. Bu nedenle öncelikle yerleşim ve endüstriyel faaliyetlerinden kaynaklı BOİ₅ yüklerinin hesaplanması gerekmektedir. Çalışmada, Akdeniz ve Ege Denizi kıyı yerleşimleri eşdeğer nüfuslarının hesaplanabilmesi için de benzer şekilde öncelikle 2010, 2020, 2030 ve 2040 yılları için BOİ₅ kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda Akdeniz ve Ege Denizi kıyı yerleşimleri için BOİ₅ kirlilik yük ve eşdeğer nüfus hesaplamaların nasıl yapıldığının gösterilebilmesi için 2010 ve 2020 yılları örnekleri sırasıyla Ek B'de CD ortamında sunulmaktadır. 2030 ve 2040 yılları yük ve eşdeğer nüfus hesaplamaları da benzer şekilde çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir. Akdeniz ve Ege Denizi kıyı yerleşimleri eşdeğer nüfus sonuçları 2010, 2020, 2030 ve 2040 yılları için Tablo 4.4'de verilmektedir.

Tablo 4.4: Akdeniz ve Ege Denizi Kıyı Yerleşimleri Eşdeğer Nüfusları.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Tesislerin Birbirine Bağlılık Durumu	EN 2010	EN 2020	EN 2030	EN 2040
Akdeniz	Adana	Karataş	Karataş		8381	11126	13498	14819
Akdeniz	Adana	Karataş	Tuzla		1730	2256	2758	3040
Akdeniz	Adana	Karataş	Bahçe		1801	2349	2871	3165
Akdeniz	Adana	Yumurtalık	Yumurtalık	Yumurtalık AAT	4341	4844	5318	5605
Akdeniz	Adana	Yumurtalık	Zeytinbeli		1568	1749	1921	2025
Akdeniz	Adana	Yumurtalık	Yeşilköy		1518	1693	1859	1960
Akdeniz	Adana	Yumurtalık	Kaldırım		1458	1626	1786	1882
Akdeniz	Antalya	Alanya	Alanya	Alanya AAT	187.870	207.767	224.740	234.570
Akdeniz	Antalya	Alanya	Alanya	Alanya AAT ye bağlı	178435	197065	212913	221905
Akdeniz	Antalya	Alanya	Cikcilli	Alanya AAT ye bağlı	15725	17837	19712	21108
Akdeniz	Antalya	Alanya	Çıplaklı		4801	5594	6621	6958
Akdeniz	Antalya	Alanya	Kargıcak		3096	3607	4008	4225
Akdeniz	Antalya	Alanya	Kestel		7976	9079	10042	10554
Akdeniz	Antalya	Alanya	Konaklı	Konaklı, Payallar	39.468	43.942	48.745	51.023
Akdeniz	Antalya	Alanya	Konaklı	Konaklı AAT ye bağlı	32941	36513	40527	42387
Akdeniz	Antalya	Alanya	Payallar	Konaklı AAT ye bağlı	6527	7430	8217	8637
Akdeniz	Antalya	Alanya	Mahmutlar	Mahmutlar, Kargıcak	40299	44713	49612	51900
Akdeniz	Antalya	Alanya	Okurcalar	Okurcalar AAT	8362	9479	10474	11003
Akdeniz	Antalya	Gazipaşa	Gazipaşa	Gazipaşa AAT	25933	30388	37122	39237
Akdeniz	Antalya	Kaş	Kaş	Kaş AAT	8143	9258	10239	10760
Akdeniz	Antalya	Kaş	Kalkan	Kalkan AAT	3229	3757	4180	4405
Akdeniz	Antalya	Kemer	Kemer	Kemer AAT	44247	49039	54440	56946
Akdeniz	Antalya	Kemer	Çamyuva	Çamyuva AAT	9010	10204	11286	11856
Akdeniz	Antalya	Kemer	Göynük	Göynük AAT	11871	13443	14869	15620
Akdeniz	Antalya	Kemer	Tekirova	Tekirova AAT	7009	7937	8779	9222
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Manavgat	Manavgat AAT	206029	231950	249138	259035
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Çolaklı	Çolaklı AAT	11760	13320	14733	15477
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Sarılar		8482	9648	10680	11225
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Side	Kumköy, Titreyen Göl AAT	20895	23524	25985	27276
Akdeniz	Antalya	Antalya	Antalya	Hurma AAT - Konyaaltına, Muratpaşa, Kepez	958.607	1.170.773	1.300.166	1.404.059
Akdeniz	Antalya	Antalya	Konyaaltı	Hurma AAT	100905	120665	135632	142766
Akdeniz	Antalya	Antalya	Kepez	Hurma AAT	423498	518500	574998	603077
Akdeniz	Antalya	Antalya	Muratpaşa	Hurma AAT	434204	531608	589535	658216
Akdeniz	Antalya	Aksu	Aksu		56447	75290	85385	89957
Akdeniz	Antalya	Serik	Serik	Serik AAT	50434	61478	69709	73226
Akdeniz	Antalya	Serik	Belek	Belek, Kadriye Bağlı (Belek I-Kadriye AAT)	12.134	15.849	17.887	18.894
Akdeniz	Antalya	Serik	Belek	Belek, Kadriye Bağlı (Belek I-Kadriye AAT)	7005	8795	9927	10485
Akdeniz	Antalya	Serik	Kadriye	Kadriye AAT	5129	7053	7961	8409
Akdeniz	Antalya	Serik	Boğazkent	Boğazkent AAT	2921	3753	4256	4508
Akdeniz	Antalya	Alanya	Emişbeleni		1661	1935	2151	2267

Tablo 4.4: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Tesislerin Birbirine Bağlılık Durumu	EN 2010	EN 2020	EN 2030	EN 2040
Akdeniz	Antalya	Alanya	Oba	Oba, Cıkıllı (% 40), Tosmur	30.285	34.247	37.824	39.881
Akdeniz	Antalya	Alanya	Oba	Oba AAT'ye bağlı	17270	19457	21473	22539
Akdeniz	Antalya	Alanya	Tosmur	Oba AAT'ye bağlı	6725	7655	8466	8898
Akdeniz	Antalya	Alanya	Türkler	Türkler AAT	6834	7747	8560	8992
Akdeniz	Antalya	Alanya	İncekum	Avsallar, İncekum	13.219	15.140	16.766	17.636
Akdeniz	Antalya	Alanya	İncekum	İncekum AAT'ye bağlı	3480	4055	4506	4749
Akdeniz	Antalya	Alanya	Avsallar	İncekum AAT'ye bağlı	9739	11086	12260	12886
Akdeniz	Antalya	Alanya	Güzelbağ		3010	3506	3896	4107
Akdeniz	Antalya	Alanya	Demirtaş		3164	3686	4096	4318
Akdeniz	Antalya	Demre	Demre		18586	21990	25269	26788
Akdeniz	Antalya	Demre	Beymelek		4002	4895	5665	6030
Akdeniz	Antalya	Finike	Finike		13365	15813	18171	19263
Akdeniz	Antalya	Finike	Hasyurt		7660	9157	10546	11194
Akdeniz	Antalya	Finike	Sahilkent		9597	11472	13615	14433
Akdeniz	Antalya	Finike	Turunçova		9550	11416	13548	14362
Akdeniz	Antalya	Finike	Yeşilyurt		4016	4913	5686	6052
Akdeniz	Antalya	Gazipaşa	Kahyalar		3373	4094	4691	4994
Akdeniz	Antalya	Kaş	Gömbe		1726	2009	2237	2358
Akdeniz	Antalya	Kaş	Kınık		6055	6886	7630	8020
Akdeniz	Antalya	Kaş	Ova		4714	5486	6109	6838
Akdeniz	Antalya	Kaş	Yeşilköy		3425	3986	4439	4679
Akdeniz	Antalya	Kumluca	Kumluca	Kumluca AAT	40000	45798	51815	54498
Akdeniz	Antalya	Kumluca	Beykonak		7642	8967	10110	10678
Akdeniz	Antalya	Kumluca	Çavuşköy		2633	3161	3581	3794
Akdeniz	Antalya	Kumluca	Mavikent		9471	11112	12529	13234
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Ilıca		7559	8598	9518	10004
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Kızılot		2226	2592	2883	3039
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Oymapınar		2273	2646	2944	3103
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Evrenseki		2671	3110	3459	3646
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Taşagıl		4704	5476	6092	6819
Akdeniz	Antalya	Manavgat	Gündoğdu		3359	3903	4336	4566
Akdeniz	Antalya	Döşemealtı	Dağbeli		2273	2866	3314	3528
Akdeniz	Antalya	Döşemealtı	Bağdemir		2135	2692	3113	3314
Akdeniz	Antalya	Aksu	Karaöz		2711	3417	3952	4207
Akdeniz	Antalya	Döşemealtı	Döşemealtı		34167	41102	47430	50134
Akdeniz	Antalya	Döşemealtı	Ekşili		981	1236	1430	1522
Akdeniz	Antalya	Döşemealtı	Karaveliler		1460	1840	2128	2266
Akdeniz	Antalya	Serik	Belkıs		2087	2683	3046	3226
Akdeniz	Antalya	Serik	Çandır		2091	2687	3050	3231
Akdeniz	Antalya	Serik	Karadayı		2583	3321	3770	3993
Akdeniz	Antalya	Serik	Yukarıkocayata		2935	3773	4283	4537
Akdeniz	Antalya	Serik	Gebiz		2624	3373	3829	4056
Akdeniz	Antalya	Serik	Abdurrahmanlar		2147	2760	3133	3318
Akdeniz	Hatay	Dört Yol	Dört Yol		101966	108675	116838	121845
Akdeniz	Hatay	Dört Yol	Altıncağ		4536	5099	5585	5886

Tablo 4.4: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Tesislerin Birbirine Bağlılık Durumu	EN 2010	EN 2020	EN 2030	EN 2040
Akdeniz	Hatay	Dörtyol	Karakese		5400	6070	6649	7008
Akdeniz	Hatay	Dörtyol	Kuzuculu		11192	12168	13235	13893
Akdeniz	Hatay	Dörtyol	Yeniyurt		3842	4319	4731	4986
Akdeniz	Hatay	Dörtyol	Yeşilköy		10469	11382	12380	12995
Akdeniz	Hatay	Dörtyol	Payas	Payas AAT	33083	38205	41972	44049
Akdeniz	Hatay	Erzin	Erzin		29868	34301	41207	43572
Akdeniz	Hatay	İskenderun	İskenderun	İskenderun AAT	240322	297955	331044	352179
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Azganlık		2631	3222	3726	4025
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Bekbele		6924	8304	9563	10304
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Denizciler		15717	18616	21381	23002
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Karaağaç		18616	22049	25325	27244
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Karayılan		10135	12004	13788	14832
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Nardüzü		4034	4941	5715	6173
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Sarıseki		3703	4535	5245	5666
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Arsuz		1948	2385	2759	2980
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Akçalı		3831	4691	5426	5862
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Gökmeydan		1800	2204	2549	2754
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Gözcüler		7523	9022	10390	11195
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Madenli		4099	5020	5806	6272
Akdeniz	Hatay	İskenderun	Üçgüllük		3228	3953	4572	4939
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Samandağ		50256	62249	71290	75261
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Aknehir		1891	2361	2705	2880
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Koyunoğlu		3504	4375	5014	5337
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Kuşalanı		4829	6029	7313	7764
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Mağaracık		4130	5157	5909	6290
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Mızraklı		4689	5854	6708	7539
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Sutaşı		5435	7215	8231	8740
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Tekebaşı		8251	10487	11933	12650
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Değirmenbaşı		3007	3754	4301	4579
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Tavla		2699	3370	3862	4111
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Tomruksuyu		2802	3499	4009	4267
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Uzunbağ		3045	3802	4356	4637
Akdeniz	Hatay	Samandağ	Yaylıca		2722	3399	3894	4146
Akdeniz	Hatay	Yayladağı	Yayladağı		6300	5813	6149	6449
Akdeniz	Hatay	Yayladağı	Kışlak		1525	1530	1618	1697
Akdeniz	Hatay	Yayladağı	Yeditepe		1778	1784	1886	1978
Akdeniz	Hatay	Yayladağı	Karaköse		2047	2053	2171	2277
Akdeniz	Mersin	Anamur	Anamur	Anamur DDD	41454	38893	40610	42302
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Kargıpınar	Kargıpınar AAT	11496	13217	14869	15685
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Kızkalesi	Kızkalesi AAT	1708	2031	2301	2437
Akdeniz	Mersin	Mersin	Karadurvar	Mersin Doğu AAT - Akdeniz, Toroslar, Yenişehir	804.715	1.095.777	1.308.806	1.427.925
Akdeniz	Mersin	Akdeniz	Akdeniz	Mersin Doğu AAT'ye bağlı	351348	483705	588648	632455
Akdeniz	Mersin	Yenişehir	Yenişehir	Mersin Doğu AAT'ye bağlı	139166	179893	213713	230715
Akdeniz	Mersin	Toroslar	Toroslar	Mersin Doğu AAT'ye bağlı	311194	428425	502143	560175

Tablo 4.4: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Tesislerin Birbirine Bağlılık Durumu	EN 2010	EN 2020	EN 2030	EN 2040
Akdeniz	Mersin	Yenişehir	Değirmençay	Mersin Doğu AAT'ye bağlı	3007	3754	4301	4579
Akdeniz	Mersin	Toroslar	Arslanköy		2786	3811	4638	5068
Akdeniz	Mersin	Toroslar	Güzelyayla		2324	3180	3870	4229
Akdeniz	Mersin	Toroslar	Gözne		2337	3196	3890	4251
Akdeniz	Mersin	Toroslar	Ayvagediği		2067	2827	3441	3760
Akdeniz	Mersin	Toroslar	Soğucak		1648	2246	2745	2997
Akdeniz	Mersin	Mezitli	Mezitli	Mezitli DDD	148049	191376	227355	245442
Akdeniz	Mersin	Tarsus	Tarsus	Tarsus AAT	267644	326637	363230	383912
Akdeniz	Mersin	Anamur	Çarıklar		2673	2630	2752	2886
Akdeniz	Mersin	Anamur	Ören		3392	3337	3492	3662
Akdeniz	Mersin	Aydıncık	Aydıncık		7654	8343	9144	9613
Akdeniz	Mersin	Bozyazı	Bozyazı		19098	17592	17748	18352
Akdeniz	Mersin	Bozyazı	Tekeli		2903	2767	2807	2914
Akdeniz	Mersin	Bozyazı	Tekmen		2630	2507	2542	2640
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Erdemli		48873	55456	64685	67947
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Esenpınar		1907	2266	2572	2724
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Kocahasanlı		5230	6212	7464	7886
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Kumkuyu		2589	3075	3490	3697
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Limonlu		3442	4088	4640	4915
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Ayaş		2408	2860	3246	3439
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Tömük		10736	12332	13900	14663
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Arpaçbahşiş		5280	6272	7536	7962
Akdeniz	Mersin	Erdemli	Çeşmeli		3729	4429	5027	5325
Akdeniz	Mersin	Gülнар	Gülнар		8574	8670	9267	9694
Akdeniz	Mersin	Gülнар	Köseçobanlı		2477	2561	2748	2882
Akdeniz	Mersin	Gülнар	Kuskan		2477	2561	2748	2882
Akdeniz	Mersin	Gülнар	Zeyne		1756	1815	1948	2043
Akdeniz	Mersin	Gülнар	Büyükeceli		1995	2062	2212	2320
Akdeniz	Mersin	Mezitli	Fındıkpınarı		2826	3851	4708	5140
Akdeniz	Mersin	Mezitli	Tepeköy		1962	2674	3269	3569
Akdeniz	Mersin	Silifke	Silifke	Silifke AAT	61725	59863	63615	66159
Akdeniz	Mersin	Silifke	Atakent	Atakent AAT	5307	5428	5769	6050
Akdeniz	Mersin	Silifke	Narlıkuyu	Narlıkuyu AAT	2474	2530	2689	2820
Akdeniz	Mersin	Silifke	Atayurt		6749	6757	6754	7084
Akdeniz	Mersin	Silifke	Uzuncaburç		2843	2907	3089	3240
Akdeniz	Mersin	Silifke	Arkum		1978	2022	2149	2254
Akdeniz	Mersin	Silifke	Taşucu		8220	8229	8708	9109
Akdeniz	Mersin	Silifke	Akdere		1516	1550	1647	1728
Akdeniz	Mersin	Silifke	Yeşilovacık		2046	2092	2223	2331
Akdeniz	Mersin	Tarsus	Gülek		3549	4300	4973	5325
Akdeniz	Mersin	Tarsus	Yenice		7792	9245	10646	11772
Akdeniz	Mersin	Tarsus	Atalar		1721	2086	2412	2583
Akdeniz	Mersin	Tarsus	Bahşiş		2160	2617	3027	3241
Akdeniz	Mersin	Tarsus	Yeşiltepe		2062	2498	2889	3094
Akdeniz	Muğla	Fethiye	Fethiye	Fethiye AAT	83364	110785	144458	163754
Akdeniz	Muğla	Fethiye	Göcek	Göcek AAT	3515	4942	6377	7732

Tablo 4.4: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Tesislerin Birbirine Bağlılık Durumu	EN 2010	EN 2020	EN 2030	EN 2040
Akdeniz	Muğla	Fethiye	Ölüdeniz	Ölüdeniz AAT+DDD	3944	5545	7574	8676
Akdeniz	Muğla	Marmaris	Marmaris	Marmaris,Armutalan,Beldibi,İçmeler	142.000	169.362	193.250	207.079
Akdeniz	Muğla	Marmaris	Marmaris	Marmaris AAT'ye bağlı	82573	98052	110644	118376
Akdeniz	Muğla	Marmaris	Armutalan	Marmaris AAT'ye bağlı	33865	40255	46493	49842
Akdeniz	Muğla	Marmaris	Beldibi	Marmaris AAT'ye bağlı	15732	19112	22378	24074
Akdeniz	Muğla	Marmaris	İçmeler	Marmaris AAT'ye bağlı	9830	11943	13735	14787
Akdeniz	Muğla	Marmaris	Turunç	Turunç AAT	3173	3961	4582	4950
Ege	Aydın	Didim	Didim	Didim AAT	29072	32086	34897	36586
Ege	Aydın	Kuşadası	Kuşadası	Kuşadası DDD	69277	86314	98048	103838
Ege	Aydın	Söke	Söke	Söke, Yenidoğan, Bağarası, Savucan	109.163	118.795	128.215	128.319
Ege	Aydın	Söke	Söke	Söke Arıtmaya bağlı	84821	91834	98759	102910
Ege	Aydın	Söke	Sazlı	Söke Arıtmaya bağlı	5007	5828	6483	6833
Ege	Aydın	Söke	Savuca	Söke Arıtmaya bağlı	7903	8826	9637	10131
Ege	Aydın	Söke	Bağarası	Söke Arıtmaya bağlı	11432	12307	13335	8444
Ege	Aydın	Didim	Ak-Yeniköy		2339	2672	2926	3081
Ege	Aydın	Didim	Akbük		3476	3970	4348	4577
Ege	Aydın	Kuşadası	Davutlar		10187	12240	13632	8675
Ege	Aydın	Kuşadası	Güzelçamlı		6331	7341	8187	5099
Ege	Aydın	Söke	Sarıkemer		3098	3678	4125	2725
Ege	Aydın	Söke	Yenidoğan		5227	5965	6542	6895
Ege	Aydın	Söke	Güllübahçe		1872	2223	2493	1647
Ege	Aydın	Söke	Atburgazı		2181	2589	2904	1918
Ege	Balıkesir	Burhaniye	Burhaniye	Burhaniye AAT	41457	46082	51079	53330
Ege	Balıkesir	Edremit	Edremit	Edremit,Akçay,Zeytinli,Kadıköy,Güre	93.892	41.155	47.326	50.946
Ege	Balıkesir	Edremit	Güre	Edremit AAT'ye bağlı	3378	4152	4805	5190
Ege	Balıkesir	Edremit	Edremit	Edremit AAT'ye bağlı	58432	4195	4844	5225
Ege	Balıkesir	Edremit	Akçay	Edremit AAT'ye bağlı	10459	11838	13597	14628
Ege	Balıkesir	Edremit	Zeytinli	Edremit AAT'ye bağlı	16114	18240	20950	22537
Ege	Balıkesir	Edremit	Kadıköy	Edremit AAT'ye bağlı	5557	6925	7974	8591
Ege	Balıkesir	Edremit	Altınoluk	Altınoluk	14273	16156	18556	19962
Ege	Balıkesir	Gömeç	Gömeç	Gömeç AAT	4549	5265	5832	6119
Ege	Balıkesir	Gömeç	Karaağaç	Karaağaç AAT	2037	2371	2635	2771
Ege	Balıkesir	Gönen	Gönen		47828	51500	56389	59175
Ege	Balıkesir	Gönen	Sarıköy		4493	5415	6485	7898
Ege	Balıkesir	Ayvalık	Ayvalık	Ayvalık, DDD	40965	44087	48151	50444
Ege	Balıkesir	Ayvalık	Altınova		11169	12176	13274	13968
Ege	Balıkesir	Ayvalık	Küçükköy		8565	9449	10327	10883
Ege	Balıkesir	Burhaniye	Pelitköy		2062	2402	2669	2807

Tablo 4.4: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Tesislerin Birbirine Bağlılık Durumu	EN 2010	EN 2020	EN 2030	EN 2040
Ege	Çanakkale	Ayvacık	Ayvacık		7771	8898	9727	10213
Ege	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu		6479	7421	8111	8516
Ege	Çanakkale	Ayvacık	Gülpınar		1214	1420	1559	1642
Ege	Çanakkale	Ezine	Ezine		24655	22576	23993	24733
Ege	Çanakkale	Ezine	Geyikli		2590	2970	3319	3534
Ege	Çanakkale	Gelibolu	Gelibolu	Gelibolu, DDD	29572	39285	46696	50118
Ege	Çanakkale	Gökçeada	Gökçeada	Gökçeada, DDD	4499	5959	7906	9262
Ege	Çanakkale	Çanakkale	Çanakkale	Çanakkale, DDD	118170	144746	161127	169617
Ege	Çanakkale	Çanakkale	Kepez	Kepez AAT	11140	13405	15253	16170
Ege	Çanakkale	Ezine	Mahmudiye		13655	15148	16806	17816
Ege	İzmir	Aliağa	Aliağa	Aliağa Doğal Aritma	56629	70118	78436	82639
Ege	İzmir	Aliağa	Yenişakran		3285	4141	4647	4946
Ege	İzmir	Dikili	Çandarlı		4397	5542	6159	6508
Ege	İzmir	Menemen	Menemen		153772	184170	210163	221915
Ege	İzmir	Seferihisar	Seferihisar	Seferihisar AAT	21561	24760	28165	29860
Ege	İzmir	Selçuk	Belevi		2053	2523	2923	3180
Ege	İzmir	Bergama	Zeytindağ		2965	3540	4201	4846
Ege	İzmir	Çiğli		Karşıyaka, Bayraklı,Konak,B alçova, Bornova, Gaziemir, Buca	3.242.01 6	3.772.13 0	2.009.83 1	4.676.3 30
Ege	İzmir	Çiğli	Çiğli	Çiğli AAT ye bağlı	199627	248381	318588	362594
Ege	İzmir	Buca	Buca	Çiğli AAT ye bağlı	451418	518883	479824	540441
Ege	İzmir	Balçova	Balçova	Çiğli AAT ye bağlı	96860	115728	201920	357128
Ege	İzmir	Bornova	Bornova	Çiğli AAT ye bağlı	440273	501430	560219	666323
Ege	İzmir	Gaziemir	Gaziemir	Çiğli AAT ye bağlı	120591	135386	154734	174907
Ege	İzmir	Karşıyaka	Karşıyaka	Çiğli AAT ye bağlı	435873	557681	631414	664778
Ege	İzmir	Konak	Konak	Çiğli AAT ye bağlı	1024552	1121737	1211418	122723 6
Ege	İzmir	Bayraklı	Bayraklı	Çiğli AAT ye bağlı	472821	572904	648649	682925
Ege	İzmir	Güzelbahçe		Güzelbahçe , Narlıdere	102.797	123.930	143.909	152.58 7
Ege	İzmir	Narlıdere	Narlıdere	Güzelbahçe AAT'ye bağlı	83609	100434	116375	123249
Ege	İzmir	Güzelbahçe	Güzelbahçe	Güzelbahçe AAT'ye bağlı	19187	23496	27534	29337
Ege	İzmir	Çeşme	Çeşme	Çeşme , DDD	26651	27565	28660	29048
Ege	İzmir	Çeşme	Alaçatı	Alaçatı , DDD	8814	9225	9612	9763
Ege	İzmir	Dikili	Dikili	Dikili, DDD	17028	20747	22905	24103
Ege	İzmir	Foça	Foça	Foça AAT	28003	36406	40744	43075
Ege	İzmir	Karaburun	Karaburun	Efes AAT	3376	3690	3905	4038
Ege	İzmir	Karaburun	Mordoğan		3043	3419	3689	3869
Ege	İzmir	Menderes	Menderes	Menderes AAT	28278	43066	57325	67812
Ege	İzmir	Selçuk	Selçuk	Selçuk - Stabilizasyon Havuzları	32131	40647	46943	50744
Ege	İzmir	Urla	Urla	Urla AAT	47989	56075	68639	73922
Ege	Muğla	Bodrum	Bodrum	İçmeler AAT	40845	46333	52409	55414
Ege	Muğla	Bodrum	Gündoğan	Gündoğan AAT	5055	5885	6546	6900
Ege	Muğla	Bodrum	Ortakent Yahşi		6165	7167	8099	8599
Ege	Muğla	Bodrum	Göltürbükü	Göltürbükü AAT	3741	4444	5044	5369

Tablo 4.4: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Tesislerin Birbirine Bağlılık Durumu	EN 2010	EN 2020	EN 2030	EN 2040
Ege	Muğla	Bodrum	Yalıkavak	Göltürkbükü AAT (paket arıtma)	10405	11952	13472	14282
Ege	Muğla	Bodrum	Bitez	Bitez AAT	6870	7987	9025	9582
Ege	Muğla	Dalaman	Dalaman	Dalaman AAT	22571	27999	33097	35597
Ege	Muğla	Datça	Datça	Datça AAT	9636	12094	14033	15103
Ege	Muğla	Köyceğiz	Köyceğiz	Köyceğiz, Toparlar	12.569	15.863	18.632	20.474
Ege	Muğla	Köyceğiz	Köyceğiz	Köyceğiz AAT'ye bağlı	9275	11633	13550	14823
Ege	Muğla	Köyceğiz	Toparlar	Köyceğiz AAT'ye bağlı	3628	4530	5352	5894
Ege	Muğla	Milas	Milas	Milas AAT	60600	81084	94778	102842
Ege	Muğla	Ortaca	Ortaca	Sangerme AAT	23777	31946	42848	47377
Ege	Muğla	Ortaca	Dalyan	Dalyan AAT	4180	5809	7787	8659
Ege	Muğla	Ula	Akyaka	Akyaka, Gökova	4.228	5.876	7.430	8.299
Ege	Muğla	Ula	Akyaka	Akyaka AAT'ye bağlı	2364	3285	4154	4640
Ege	Muğla	Ula	Gökova	Akyaka AAT'ye bağlı	1864	2591	3276	3659
Ege	Muğla	Bodrum	Gümüşlük		3345	3973	4510	4801
Ege	Muğla	Bodrum	Turgutreis		17056	19592	22083	23410
Ege	Muğla	Bodrum	Mumcular		2710	3218	3653	3889
Ege	Muğla	Bodrum	Yalı		3765	4472	5076	5403
Ege	Muğla	Bodrum	Konacık	Konacık AAT	9207	11110	12522	13275
Ege	Muğla	Fethiye	Çamköy		4114	6186	7937	9081
Ege	Muğla	Fethiye	Çiftlik		2736	3844	4956	5686
Ege	Muğla	Fethiye	Karaçulha		15269	20746	26562	30350
Ege	Muğla	Fethiye	Eşen		2643	3713	4788	5493
Ege	Muğla	Fethiye	Karadere		3498	4915	6749	7721
Ege	Muğla	Fethiye	Kumluova		3780	5311	7293	8344
Ege	Muğla	Fethiye	Kemer		6158	8453	10847	12410
Ege	Muğla	Fethiye	Kadıköy		2149	3019	3893	4467
Ege	Muğla	Fethiye	Seki		2002	2812	3626	4160
Ege	Muğla	Fethiye	Yeşilüzümlü		2521	3542	4566	5239
Ege	Muğla	Köyceğiz	Beyobası		2482	3097	3655	4033
Ege	Muğla	Marmaris	Bozburun		2215	2763	3199	3455
Ege	Muğla	Muğla	Muğla		64671	85064	99543	106480
Ege	Muğla	Muğla	Yeşilyurt		2407	3126	3744	4044
Ege	Muğla	Muğla	Yerkesik		2051	2663	3189	3445
Ege	Muğla	Muğla	Kafaca		1579	2051	2456	2653
Ege	Muğla	Muğla	Bayır		3531	4586	5492	5932
Ege	Muğla	Milas	Beçin		3770	4990	5955	6526
Ege	Muğla	Milas	Güllük		3689	4882	5826	6385
Ege	Muğla	Milas	Ören		2707	3583	4275	4685
Ege	Muğla	Milas	Selimiye		4226	5594	7076	7734
Ege	Muğla	Milas	Bafa		1801	2384	2844	3117
Ege	Muğla	Ula	Ula		5118	7194	9041	10035

4.5. Mevcut Tesislerin İyileştirme İhtiyaçları Bulgu ve Değerlendirmeleri

Mevcut KAAAT'ların iyileştirilmesi ihtiyacının belirlenmesi çalışmaları sonucunda incelenen tesis sayısı; seviye artırımı/kapasite artırımı/hem seviye hem de kapasite artırımı gereken tesis sayıları ve seviye artırımının hangi arıtma seviyeleri arasında olduğu bilgisi Tablo 4.5'de verilmektedir.

Tablo 4.5: İncelenen Mevcut Atıksu Arıtma Tesislerinde Seviye ve Kapasite Artırım İhtiyaçları.

Tesisler	Toplam	Akdeniz Bölgesi	Ege Bölgesi
Seviye Artırımı gereken tesis sayısı	14	3	11
Birincil->Üçüncül	2	1	1
Birincil->İkincil	7	1	6
İkincil->Üçüncül	5	1	4
Kapasite Arttırımı gereken tesis sayısı	3	1	2
Hem seviye hem de kapasite artırımı gereken tesis sayısı	2	0	2
İncelenen Tesis Sayısı	73	37	36

Tablo 4.3'de de belirtildiği gibi, incelenen toplam 73 atıksu arıtma tesisinin 37'si Akdeniz, 36'sı Ege kıyılarında bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi kıyılarına bakıldığında, seviye artırım ihtiyacı olan toplam tesis sayısı üç iken (Payas/Dörtyol/Hatay, Anamur/Mersin, Mezitli/Mersin), bunlardan Mersin'in Mezitli İlçesi'nin birincil arıtmadan üçüncül arıtmaya, Anamur İlçesi'nin birincil arıtmadan ikincil arıtmaya ve Hatay'ın Dörtyol İlçesi'ne bağlı Payas Beldesi'nin arıtmasının da ikincil arıtmadan üçüncül arıtmaya yükseltilmesi gerekmektedir.

Ege Bölgesi kıyılarında, seviye artırım ihtiyacı olan atıksu arıtma tesisleri, Ege Bölgesi'nde bulunan tesislerin % 30'unu kapsamaktadır. Seviye artırım ihtiyacı olan 10 tesisten 1 tanesinin birincil arıtmadan üçüncül arıtmaya (Ayvalık/Balıkesir), 6 tanesinin (Kuşadası/Aydın, Gelibolu/Çanakkale, Merkez/Çanakkale, Çeşme/İzmir, Alaçatı/Çeşme/İzmir, Dikili/İzmir) birincil arıtmadan ikincil arıtmaya, geri kalan 3

sistemin (Marmaris/Muğla, Edremit/Muğla, Altınoluk/Edremit/Muğla) ise ikincil arıtmadan üçüncül arıtmaya yükseltilmesi gerekmektedir. (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).

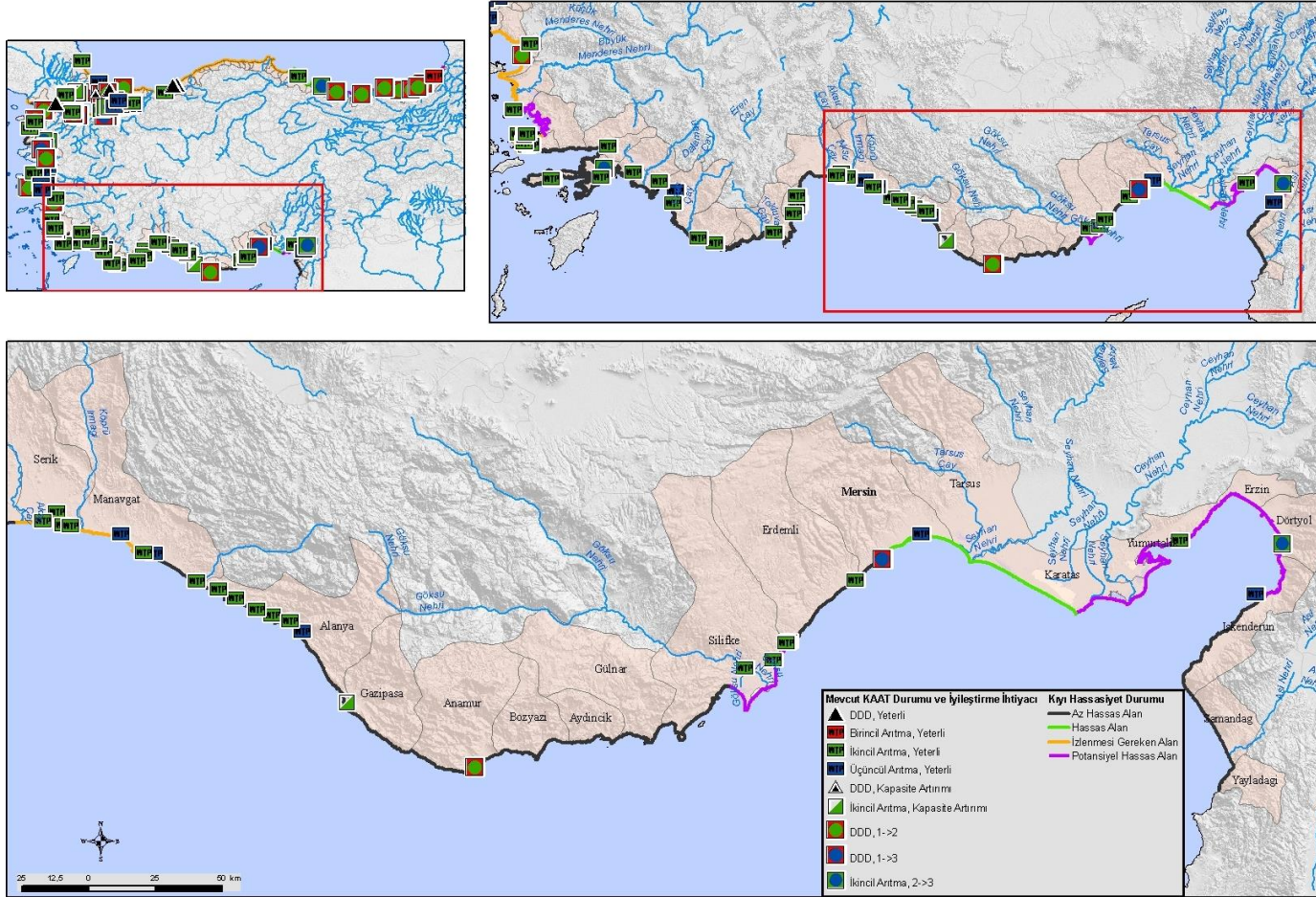
Tez çalışması kapsamında kentsel atıksu arıtma tesisi olan kıyı yerleşimlerinin arıtma tesisleri tasarım kapasitesi, tesise bağlı olan yerleşimler, nüfus aralıkları, tez çalışmasının sonuçlarına göre kıyının Hassas Alan/Az Hassas Alan/Gri Alan olma durumu, mevcut arıtma seviyesi, KAAY'a göre arıtma seviyesi ihtiyacı, işletmeye alınma tarihi, deşarj ortamı, hesaplanan debi projeksiyonları (2020, 2030 ve 2040) ve deşarj izin durumu gibi parametreler değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmeler sonucunda mevcut KAAT'lar için Akdeniz ve Ege Denizi kıyı yerleşimleri için KAAT yeterlilik değerlendirmeleri Tablo 4.6'da sunulmaktadır. Tablo 4.6'da verilen bölgeler ve bu bölgelerdeki hassas alan sınıflandırmaları, tezin 4.2 ve 4.3 no.lu bölümlerindeki değerlendirme sonuçlarından alınmıştır.

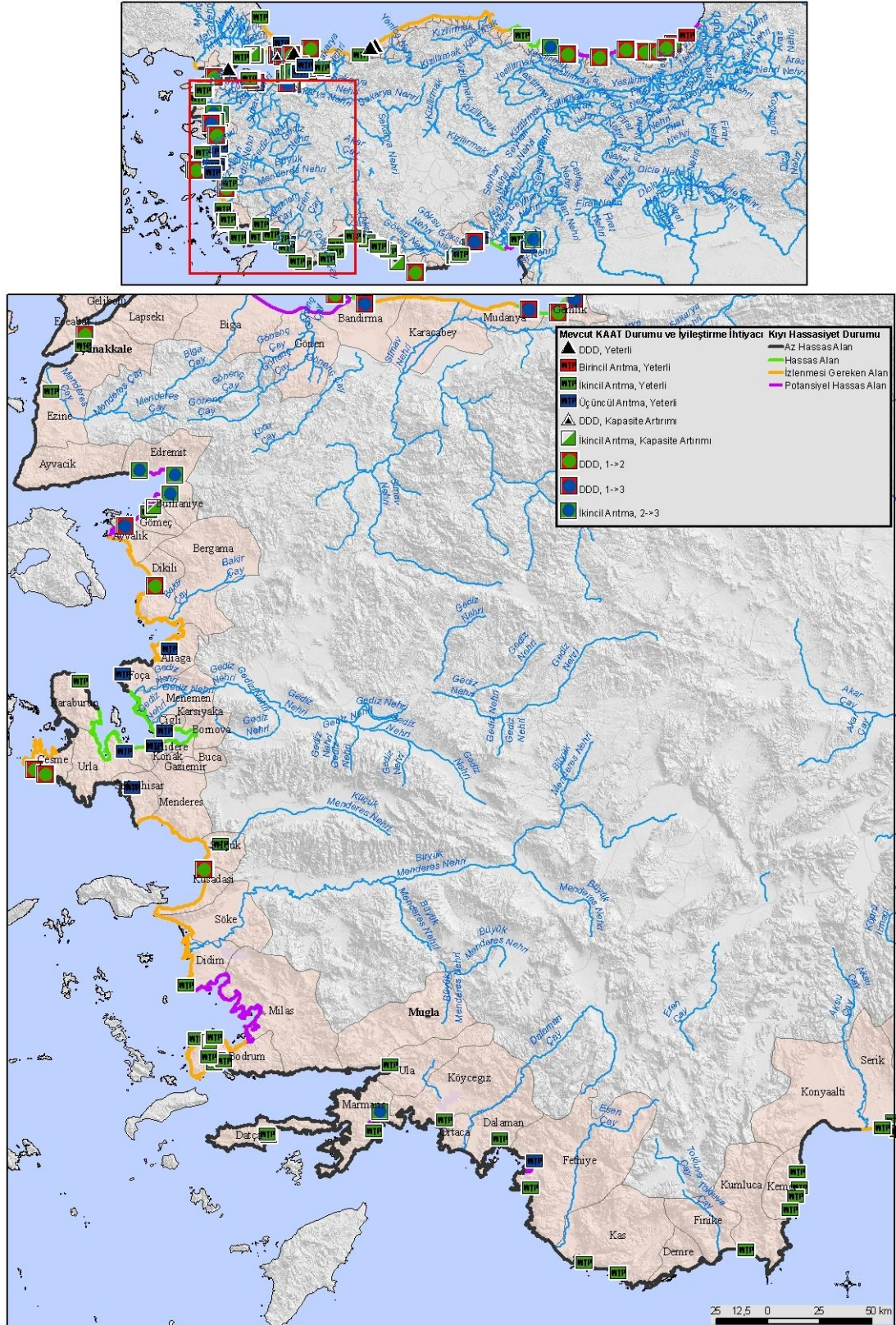
Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan hassas, az hassas ve gri alanlara yapılacak kentsel atıksu deşarjlarının; dezenfeksiyon yapıldıktan sonra deşarjı veya derin deniz deşarjı ile bertarafı uygun görülmektedir. Buna göre sularının büyük bir bölümü yüzme amaçlı olarak kullanılan Ege ve Akdeniz kıyılarında derin deniz deşarjı/dezenfeksiyon ünitesi bulunmayan Yalıkavak ve Didim tesisleri için, derin deniz deşarjı hattının yapılması önerilmiştir. Kıyıya çok yakın noktalarda nehre veya araziye deşarj yapan Serik, Belek, Boğazkent, Kumluca, Altınoluk gibi tesislerde ise dezenfeksiyon ünitesi eklenmesi önerilmektedir.

Akdeniz - Ege kıyılarındaki gri alanlardan nüfusu 2.000 - 10.000 arasındaki yerleşimlerin tamamında halihazırda ikincil arıtma + DDD uygulanmaktadır. Bu nedenle söz konusu yerleşimler için herhangi bir proses artırımı ihtiyacı öngörülmemiştir.

Tez kapsamında KAAY'a uygun olarak, mevcut KAAT'lar için yeterlilik durumu ve seviye artırımı ihtiyacı CBS ortamında Akdeniz ve Ege Denizi kıyıları için haritalandırılmıştır (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.4: Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesi Kıyıları Mevcut KAAT Yeterlilik ve Arıtma Seviyesi Artırımı İhtiyacı Durumu.



Şekil 4.5: Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi Kıyıları Mevcut KAAT Yeterlilik ve Arıtma Seviyesi Artırımı İhtiyacı Durumu.

Tablo 4.6: Akdeniz ve Ege Denizi Kıyı Alanları Mevcut Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri İyileştirme İhtiyaçları.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Nüfus Aralığı	Hassas Alan/ Az Hassas Alan	Mevcut Durum	KAAY'a Göre Olması Gereken	İşletmeye Alındığı Tarih	Kanalizasyon Hizmet Yüzdesi	Deşarj Ortamı	Tasarım Kapasitesi (m3/gün)	2040	Kapasite Artırımı İhtiyacı (2040)	Arıtma Seviyesi Arttırım İhtiyacı	Deşarj İzni	Tesis İyileştirme İhtiyacı (Var/Yok)
IIA	Adana	Yumurtalık	Yumurtalık	2000-10000	HA	İkincil Arıtma	Uygun Arıtma	2001	30	Akarsu	750	673	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIA	Antalya	Alanya	Alanya	>150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma* (DDD/Dezenfeksiyon)		90	Deniz, DDD	50000	46462	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIA	Antalya	Alanya	Konaklı	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		95	Deniz, DDD	30000	10216	□	□		İhtiyaç Yok
VIA	Antalya	Alanya	Mahmutlar	10000-150000	AHA	Üçüncül Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2007	90	Deniz, DDD	10000	10396	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIA	Antalya	Alanya	Okurcalar	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	Uygun/Birincil Arıtma		25	Deniz, DDD	20000	1533	□	□		İhtiyaç Yok
VIA	Antalya	Alanya	Türkler	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	Uygun/Birincil Arıtma		80	Deniz, DDD	20000	1503	□	□		İhtiyaç Yok
VIA	Antalya	Gazipaşa	Gazipaşa	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma		50	Deniz, DDD	4000	10396	□	□		Kapasite Arttırma ihtiyacı var
VIIIA	Antalya	Kaş	Kaş	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	Uygun/Birincil Arıtma	2007	85	Deniz, DDD	5400	1608	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIIIA	Antalya	Kaş	Kalkan	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma	Uygun/Birincil Arıtma		90	Zemine Deşarj	4000	661	□	□		İhtiyaç Yok
VIIIA	Antalya	Kemer	Kemer	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	1994 2.Etap:2006	90	Deniz, DDD	21415	10751	□	□		İhtiyaç Yok
VIIIA	Antalya	Kemer	Çamyuva	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	Uygun/Birincil Arıtma	1994 2.Etap:2006	100	Deniz, DDD	21975	2477	□	□		İhtiyaç Yok
VIIIA	Antalya	Kemer	Göynük	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	1990 2.Etap:2006	100	Deniz, DDD	16341	3263	□	□		İhtiyaç Yok

Tablo 4.6: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Nüfus Aralığı	Hassas Alan/ Az Hassas Alan	Mevcut Durum	KAAY'a Göre Olması Gereken	İşletmeye Alındığı Tarih	Kanalizasyon Hizmet Yüzdesi	Deşarj Ortamı	Tasarım Kapasitesi (m3/gün)	2040	Kapasite Artırımı İhtiyacı (2040)	Arıtma Seviyesi Arttırım İhtiyacı	Deşarj İzni	Tesis İyileştirme İhtiyacı (Var/Yok)
VIIIA	Antalya	Kemer	Tekirova	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	Uygun/Birincil Arıtma	1992	100	Deniz, DDD	9800	1927	□	□		İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Manavgat	Manavgat	>150000	GA	Üçüncül Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2010	84	Deniz, DDD	50000	50011	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Manavgat	Çolaklı	10000-150000	GA	Üçüncül Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		98	Deniz, DDD	15000	3169	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Manavgat	Side	10000-150000	GA	Üçüncül Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	1986 Revizyon: 1994 2.Etap:2005	100	Deniz, DDD	50000	5602	□	□		İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Manavgat	Side	10000-150000	GA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	1986 Revizyon: 1993 2.Etap:proje hazır	100	Deniz, DDD	10725	5602	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Serik	Serik	10000-150000	GA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		95	Dere	9900	9758	□	□		İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Serik	Belek	2000-10000	GA	İkincil Arıtma	Uygun/Birincil Arıtma		83	Dere	22600	1481	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Serik	Boğazkent	2000-10000	GA	İkincil Arıtma(Dezenfeksiyon)	İkincil/Eşdeğer Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		100	Dere	11000	752	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Alanya	Oba	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2010	80	Deniz, DDD	31000	6472	□	□		İhtiyaç Yok

Tablo 4.6: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Nüfus Aralığı	Hassas Alan/ Az Hassas Alan	Mevcut Durum	KAAAY'a Göre Olması Gereken	İşletmeye Alındığı Tarih	Kanalizasyon Hizmet Yüzdesi	Deşarj Ortamı	Tasarım Kapasitesi (m3/gün)	2040	Kapasite Artırımı İhtiyacı (2040)	Aritma Seviyesi Arttırım İhtiyacı	Deşarj İzni	Tesis İyileştirme İhtiyacı (Var/Yok)
VIIA	Antalya	Alanya	İncekum	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2008	85	Deniz,DD	15000	2677	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIIA	Antalya	Kumluca	Kumluca	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2009	70	Dere	8672	8688	□	□	□	İhtiyaç Yok
IIA	Hatay	Dört Yol	Payas	10000-150000	HA	İkincil Arıtma	Üçüncül Arıtma	2010	90	Akarsu	18000	6362	□	2->3	□	Arıtma Seviyesi Arttırma
IIA	Hatay	İskenderun	İskenderun	>150000	HA	Üçüncül Arıtma (DDD)	Üçüncül Arıtma	2001	100	Deniz,DD	57000	60848	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIA	Mersin	Anamur	Anamur	10000-150000	AHA	Birincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma	2006	90	Deniz,DD	20760	6110	□	1->2	□	Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
IVA	Mersin	Erdemli	Kargıpınar	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma	2005	80	Dere (Girindiraz)	2000	2175	□	□	□	İhtiyaç Yok
IVA	Mersin	Erdemli	Kızkalesi	2000-10000	HA	İkincil Arıtma	Uygun Arıtma	2008	95	Deniz	1000	348	□	□	□	İhtiyaç Yok
IVA	Mersin	Mersin	Akdeniz	>150000	HA	Üçüncül Arıtma (DDD)	Üçüncül Arıtma	2010	90	Deniz,DD	190000	191230	□	□		İhtiyaç Yok
IIIA	Mersin	Mezitli	Mezitli	>150000	HA	Birincil Arıtma (DDD)	Üçüncül Arıtma	2006	65	Deniz,DD	56160	34745	□	1->3		Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
IVA	Mersin	Silifke	Silifke	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma	2008	90	Akarsu	21500	9188	□	□	□	İhtiyaç Yok
VA	Mersin	Silifke	Atakent	2000-10000	HA	İkincil Arıtma	Uygun Arıtma	2003	50	Akarsu	5000	727	□	□		İhtiyaç Yok

Tablo 4.6: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Nüfus Aralığı	Hassas Alan/ Az Hassas Alan	Mevcut Durum	KAAY'a Göre Olması Gereken	İşletmeye Alındığı Tarih	Kanali zasyon Hizmet Yüzdesi	Deşarj Ortamı	Tasarım Kapasitesi (m3/gün)	2040	Kapasite Artırımı İhtiyacı (2040)	Arıtma Seviyesi Arttırım İhtiyacı	Deşarj İzni	Tesis İyileştirme İhtiyacı (Var/Yok)
IVA	Mersin	Silifke	Narlıkuyu	2000-10000	HA	İkincil Arıtma	Uygun Arıtma	2003	25	Arazi	1000	727	□	□		İhtiyaç Yok
IXA	Muğla	Fethiye	Fethiye	10000-150000	HA	Üçüncül Arıtma	Üçüncül Arıtma	2003	87	Akarsu	25000	22361	□	□		İhtiyaç Yok
XA	Muğla	Fethiye	Göcek	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma	Uygun/Birincil Arıtma		80	Deniz	3000	986	□	□		İhtiyaç Yok
XA	Muğla	Fethiye	Ölüdeniz	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	Uygun/Birincil Arıtma		50	Deniz, DDD	3500	1107	□	□	□	İhtiyaç Yok
IE	Muğla	Marmaris	Marmaris	>150000	HA	İkincil Arıtma (DDD)	Üçüncül Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2002	90	Deniz, DDD	50625	40650	□	2->3	□	Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
IIE	Muğla	Marmaris	Turunç	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma	Uygun/Birincil Arıtma	1996	95	Arazi	1200	941	□	□		İhtiyaç Yok
VIE	Aydın	Didim	Didim	10000-150000	GA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		90	Deniz	40000	5202	□	□	□	İhtiyaç Yok
VIE	Aydın	Kuşadası	Kuşadası	10000-150000	GA	Birincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		50	Deniz, DDD	3784	15502	□	1->2		Arıtma Seviyesi ve Kapasite arttırım ihtiyacı var
XVE	Balıkesir	Burhaniye	Burhaniye	10000-150000	HA	İkincil Arıtma (DDD)	Üçüncül Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2001	90	Deniz, DDD	15000	8753	□	2->3	□	Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
XVE	Balıkesir	Edremit	Edremit	10000-150000	HA	İkincil Arıtma (DDD)	Üçüncül Arıtma***		90	Deniz, DDD	8672	21110	□	2->3	□	Arıtma Seviyesi ve Kapasite arttırım ihtiyacı var

Tablo 4.6: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Nüfus Aralığı	Hassas Alan/ Az Hassas Alan	Mevcut Durum	KAAY'a Göre Olması Gereken	İşletmeye Alındığı Tarih	Kanalizasyon Hizmet Yüzdesi	Deşarj Ortamı	Tasarım Kapasitesi (m3/gün)	2040	Kapasite Artırımı İhtiyacı (2040)	Arıtma Seviyesi Arttırım İhtiyacı	Deşarj İzni	Tesis İyileştirme İhtiyacı (Var/Yok)
XV E	Balıkesir	Edremit	Altınolu k	10000-150000	HA	İkincil Arıtma	Üçüncül Arıtma*** (DDD/Dezenfeksiyon)		65	Akarsu	16000	2838	□	2->3		Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
XV E	Balıkesir	Gömeç	Gömeç	2000-10000	HA	İkincil Arıtma	Uygun Arıtma	2009	100	Deniz	1500	930	□	□		İhtiyaç Yok
XV E	Balıkesir	Gömeç	Karaağaç	2000-10000	HA	İkincil Arıtma	Uygun Arıtma		100	Deniz	180	427	□	□	□	Kapasite Arttırma ihtiyacı var
XV E	Balıkesir	Ayvalık	Ayvalık	10000-150000	HA	Birincil Arıtma (DDD)	Üçüncül Arıtma** (DDD/Dezenfeksiyon)		95	Deniz, DDD	Bilgi Yok	7793		1->3		Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
XVI IE	Çanakkale	Gelibolu	Gelibolu	10000-150000	AHA	Birincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma		100	Deniz, DDD	Bilgi Yok	8236		1->2		Arıtma Seviyesi Arttırma
XVI E	Çanakkale	Gökçeada	Gökçeada	10000-150000	AHA	Birincil Arıtma (DDD)	Uygun/Birincil Arıtma		75	Deniz, DDD	Bilgi Yok	1210		□		İhtiyaç Yok
XVI E	Çanakkale	Çanakkale	Merkez	>150000	AHA	Birincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma*		95	Deniz, DDD	Bilgi Yok	25995		1->2		Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
XVI E	Çanakkale	Çanakkale	Kepez	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma	2007	100	Deniz	2.700	25995	□	□	□	İhtiyaç Yok
XVI E	Çanakkale	Ezine	Mahmudiye	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma		100	Kanal	68.000	2815	□	□		İhtiyaç Yok
XIII E	İzmir	Aliağa	Aliağa	10000-150000	HA	Üçüncül Arıtma	Üçüncül Arıtma***	2010	91		21.600	9657	□	□		İhtiyaç Yok
XE	İzmir	Çiğli	Çiğli	>150000	HA	Üçüncül Arıtma	Üçüncül Arıtma	2003	90	Deniz	605000	557398	□	□	□	İhtiyaç Yok
XE	İzmir	Güzelbahçe	Güzelbahçe	10000-150000	HA	Üçüncül Arıtma	Üçüncül Arıtma***	2002	90	Deniz, DDD	21600	22572	□	□	□	İhtiyaç Yok

Tablo 4.6: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Nüfus Aralığı	Hassas Alan/ Az Hassas Alan	Mevcut Durum	KAAY'a Göre Olması Gereken	İşletmeye Alındığı Tarih	Kanalizasyon Hizmet Yüzdesi	Deşarj Ortamı	Tasarım Kapasitesi (m3/gün)	2040	Kapasite Artırımı İhtiyacı (2040)	Arıtma Seviyesi Arttırım İhtiyacı	Deşarj İzni	Tesis İyileştirme İhtiyacı (Var/Yok)
VIII E	İzmir	Çeşme	Çeşme	10000-150000	GA	Birincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		65	Deniz, DDD	Bilgi Yok	4171		1->2		Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
VIII E	İzmir	Çeşme	Alaçatı	2000-10000	GA	Birincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		65	Deniz, DDD	Bilgi Yok	1276		1->2		Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
XIV E	İzmir	Dikili	Dikili	10000-150000	GA	Birincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		95	Deniz, DDD	3326	3618	□	1->2		Arıtma Seviyesi Arttırma İhtiyacı Var
XIII E	İzmir	Foça	Foça	10000-150000	AHA	Üçüncül Arıtma - Aktif Çamur	İkincil Arıtma		85	Deniz, DDD	9763	6017	□	□		İhtiyaç Yok
IX E	İzmir	Karaburun	Karaburun	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma	Uygun/Birincil Arıtma	2003	40	Arazi	1500	455	□	□	□	İhtiyaç Yok
VI E	İzmir	Selçuk	Selçuk	10000-150000	GA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma	2008	100	Akarsu	10200	8339	□	□		İhtiyaç Yok
XE	İzmir	Urla	Urla	10000-150000	HA	Üçüncül Arıtma	Üçüncül Arıtma		60	Deniz, DDD	21600	8339	□	□	□	İhtiyaç Yok
VII E	İzmir	Seferihisar	Seferihisar	10000-150000	GA	Üçüncül Arıtma	İkincil Arıtma	2010	99		10800	4353	□	□	□	İhtiyaç Yok
III E	Muğla	Bodrum	Bodrum	10000-150000	GA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	1995	90	Deniz, DDD	10000	8196	□	□	□	İhtiyaç Yok
III E	Muğla	Bodrum	Bodrum	10000-150000	GA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2010	98	Deniz, DDD	15000	6847	□	□		İhtiyaç Yok
IV E	Muğla	Bodrum	Gündoğ an	2000-10000	GA	İkincil Arıtma	İkincil/Eşdeğer Arıtma		50	Arazi	1200	6847	□	□		Kapasite Arttırma ihtiyacı var
IV E	Muğla	Bodrum	Gölkürk bükü	2000-10000	GA	İkincil Arıtma	İkincil/Eşdeğer Arıtma		78	Arazi	3000	661	□	□	□	İhtiyaç Yok

Tablo 4.6: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Nüfus Aralığı	Hassas Alan/ Az Hassas Alan	Mevcut Durum	KAAY'a Göre Olması Gereken	İşletmeye Alındığı Tarih	Kanalizasyon Hizmet Yüzdesi	Deşarj Ortamı	Tasarım Kapasitesi (m3/gün)	2040	Kapasite Artırımı İhtiyacı (2040)	Arıtma Seviyesi Arttırım İhtiyacı	Deşarj İzni	Tesis İyileştirme İhtiyacı (Var/Yok)
IVE	Muğla	Bodrum	Yalıkavak	10000-150000	GA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	2008	68	Deniz	3500	2.031	□	□		İhtiyaç Yok
IIIE	Muğla	Bodrum	Bitez	2000-10000	GA	İkincil Arıtma (Dezenfeksiyon)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)	1996	75	Arazi	3500	1.252	□	□	□	İhtiyaç Yok
XA	Muğla	Dalaman	Dalaman	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma	İkincil Arıtma		70	Deniz	16000	5.045	□	□		İhtiyaç Yok
IIE	Muğla	Datça	Datça	10000-150000	AHA	İkincil Arıtma (DDD)	İkincil Arıtma (DDD/Dezenfeksiyon)		80	Deniz, DDD	17437	1.909	□	□	□	İhtiyaç Yok
XA	Muğla	Ortaca	Dalyan	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma	Uygun/Birincil Arıtma		70	Göl	4320	1.131	□	□	□	İhtiyaç Yok
XA	Muğla	Ula	Akyaka	2000-10000	AHA	İkincil Arıtma	Uygun/Birincil Arıtma		70	Arazi	8412	1022	□	□	□	İhtiyaç Yok
IIIE	Muğla	Bodrum	Konacık	10000-150000	GA	Üçüncül Arıtma	İkincil/Eşdeğer Arıtma (	2009	90	Deniz	15000	1.888	□	□		İhtiyaç Yok

4.6. Yeni Kurulcak KAAT'lar için Proses Seçim Metodolojisi Uygulanması Bulgu ve Değerlendirmeleri

Tez kapsamında Akdeniz-Ege kıyılarında herhangi bir kentsel atıksu uygulaması bulunmayan yerleşimler için en uygun arıtma prosesleri önerilmiştir. Teknolojilerin seçiminde; kıyının ötrofikasyona hassasiyet durumu, nüfus projeksiyonları, sosyo-ekonomik durum, maliyetler, iklim koşulları, arazi durumu ve ihtiyacı, işletim kolaylığı, çamur üretimi/bertarafı, uzman görüşü vb. parametreleri dikkate alınmıştır.

KAAY'a göre KAAT'ların farklı nüfuslardaki yerleşimler için belirli bir takvim içerisinde faaliyete geçmesi gerekmektedir. Buna göre 2009 yılına kadar nüfusu 50.000 – 100.000, 2010 yılına kadar nüfusu 10.000 – 50.000, 2011 yılına kadar ise nüfusu 2.000 – 10.000 arasında olan yerleşim yerleri kentsel atıksu arıtma tesislerini işletmeye almaları gerekmektedir. Ancak belediyeler her ne kadar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bu takvime uygun olarak iş termin planlarını bildirmiş olsalar da mevcut duruma bakıldığında bu planların çok gerisinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle yapılan planlama çalışmasında yine KAAY'da [8] tüm yerleşimler için verilen son 2022 yılı tarihi, tezde önerilen planlamaların da son uygulama tarihi olarak düşünülmektedir.

Akdeniz-Ege kıyı yerleşimlerinde yeni kurulacak kentsel atıksu arıtma tesisleri için belirlenen arıtma seviyesi ve prosesleri Tablo 4.7'de verilmektedir.

Tablo 4.7: Akdeniz-Ege Kıyı Yerleşimlerinde Yeni Kurulacak Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri İçin Belirlenen Arıtma Seviyeleri İhtiyaçları ve Prosesleri.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Eşdeğer Nüfus Arahğı (2040)	KAAY'a Göre Arıtma Seviyesi (2040)	Önerilen Prosesler
IIIA	Adana	Karataş	Karataş	10000-150000	Üçüncül Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ² O)
IIIA	Adana	Karataş	Tuzla	2000-10000	Uygun Arıtma	OksidasyonHendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIIA	Adana	Karataş	Bahçe	2000-10000	Uygun Arıtma	OksidasyonHendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIA	Adana	Yumurtalık	Zeytinbeli	<2000	Uygun Arıtma	Doğal Arıtma, Stabilizasyon Havuzu, Döner Disk, Foseptik
IIA	Adana	Yumurtalık	Kaldırım	<2000	Uygun Arıtma	Doğal Arıtma, Stabilizasyon Havuzu, Döner Disk, Foseptik
VIA	Antalya	Alanya	Emişbeleni	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma

Tablo 4.7: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Eşdeğer Nüfus Aralığı (2040)	KAAY'a Göre Arıtma Seviyesi (2040)	Önerilen Prosesler
VIA	Antalya	Alanya	Çıplaklı	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Antalya	Alanya	Kestel	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Antalya	Alanya	Demirtaş	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Demre	Demre	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Demre	Beymelek	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Finike	Finike	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Finike	Hasyurt	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Finike	Sahilkent	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Finike	Turunçova	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Finike	Yeşilyurt	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Antalya	Gazipaşa	Kahyalar	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Kaş	Kınık	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Kaş	Ova	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Kaş	Yeşilköy	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Kumluca	Beykonak	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Kumluca	Çavuşköy	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIIA	Antalya	Kumluca	Mavikent	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIIA	Antalya	Manavgat	Ilıca	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
VIIA	Antalya	Manavgat	Kızılot	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
VIIA	Antalya	Manavgat	Evrenseki	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
VIIA	Antalya	Manavgat	Sarılar	10000-150000	İkincil Arıtma	Klasik Aktif Çamur,Uzun Havalandırılmalı
VIIA	Antalya	Manavgat	Gündoğdu	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
VIIA	Antalya	Serik	Karadayı	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
IIA	Hatay	Dört Yol	Dört Yol	10000-150000	Üçüncül Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ² O)
IIA	Hatay	Dört Yol	Altınçağ	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIA	Hatay	Dört Yol	Karakese	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIA	Hatay	Dört Yol	Kuzuculu	10000-150000	Üçüncül Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ₂ O)

Tablo 4.7: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Eşdeğer Nüfus Aralığı (2040)	KAAY'a Göre Arıtma Seviyesi (2040)	Önerilen Prosesler
IIA	Hatay	Dörtiyol	Yeni yurt	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIA	Hatay	Dörtiyol	Yeşilköy	10000-150000	Üçüncül Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ² O)
IIA	Hatay	İskenderun	Azganlık	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIA	Hatay	İskenderun	Bekbele	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIA	Hatay	İskenderun	Denizciler	10000-150000	Üçüncül Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ² O)
IA	Hatay	İskenderun	Karaağaç	10000-150000	Üçüncül Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ² O)
IIA	Hatay	İskenderun	Karayılan	10000-150000	Üçüncül Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ² O)
IIA	Hatay	İskenderun	Nardüzü	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIA	Hatay	İskenderun	Sarıseki	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IA	Hatay	İskenderun	Arsuz	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IA	Hatay	İskenderun	Akçalı	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IA	Hatay	İskenderun	Gökmeydan	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IA	Hatay	İskenderun	Gözcüler	10000-150000	Üçüncül Arıt.	BNR Aktif Çamur (A ² O)
IA	Hatay	İskenderun	Madenli	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IA	Hatay	İskenderun	Üçgüllük	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
IA	Hatay	Samandağ	Samandağ	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Samandağ	Koyunoğlu	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Samandağ	Kuşalanı	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Samandağ	Mağaracık	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Samandağ	Mızraklı	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Samandağ	Sutaşı	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Samandağ	Tekebaşı	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Samandağ	Uzunbağ	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IA	Hatay	Yayladağı	Yeditepe	<2000	Uygun Arıtma	Birincil Arıtma, Stab. Havuzu, Doğal Ar., Foseptik
IA	Hatay	Yayladağı	Karaköse	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Mersin	Anamur	Çanklar	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Mersin	Anamur	Ören	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Mersin	Aydıncık	Aydıncık	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Mersin	Bozyazı	Bozyazı	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Mersin	Bozyazı	Tekeli	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Mersin	Bozyazı	Tekmen	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IVA	Mersin	Erdemli	Erdemli	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma

Tablo 4.7: Devam.

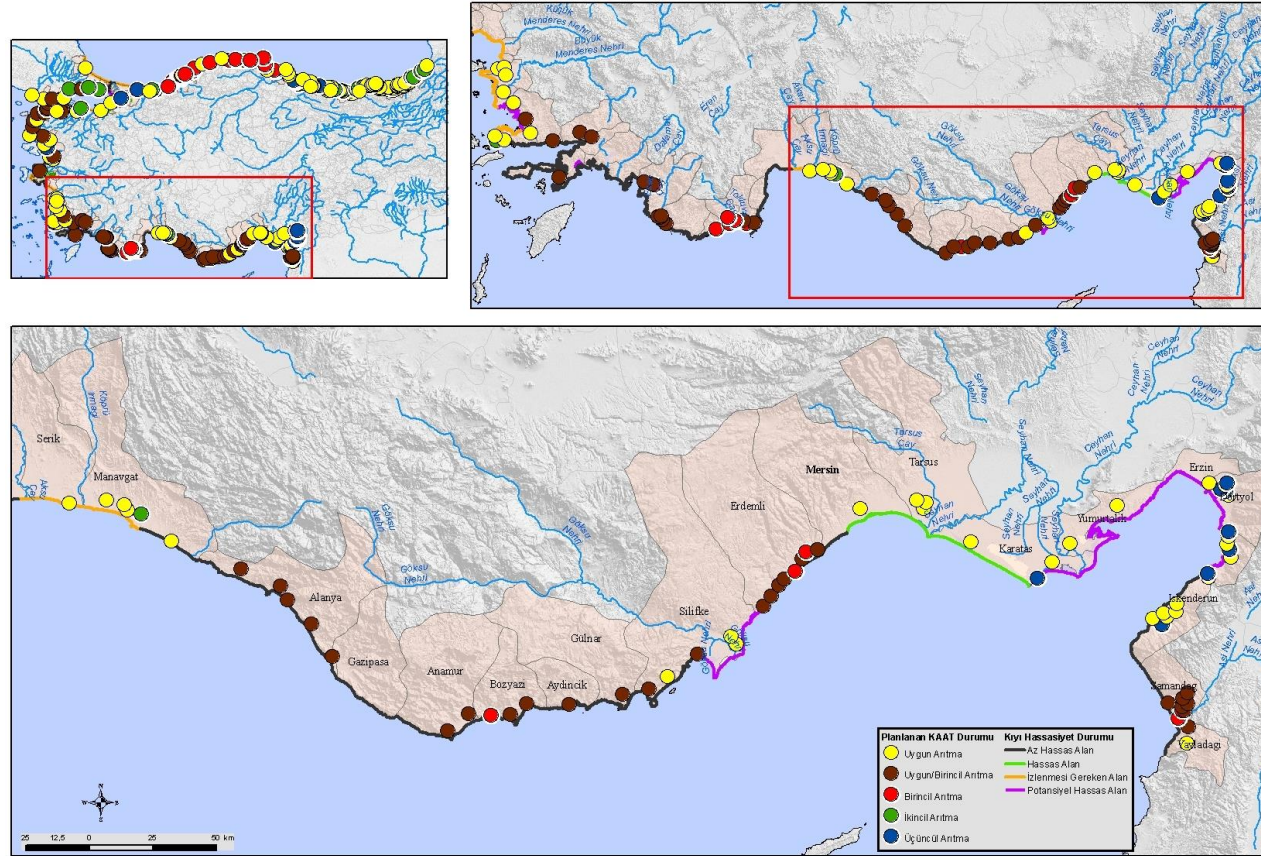
Bölge	İl	İlçe	Belde	Eşdeğer Nüfus Arahğı (2040)	KAAY'a Göre Arıtma Seviyesi (2040)	Önerilen Prosesler
IVA	Mersin	Erdemli	Kocahasanlı	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IVA	Mersin	Erdemli	Kumkuyu	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IVA	Mersin	Erdemli	Limonlu	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IVA	Mersin	Erdemli	Ayaş	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IVA	Mersin	Erdemli	Tömük	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IVA	Mersin	Erdemli	Arpaçbahşış	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IVA	Mersin	Erdemli	Çeşmeli	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VIA	Mersin	Gülınar	Büyükeceli	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIA	Mersin	Toroslar	Güzelyayla	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIIA	Mersin	Toroslar	Arslanköy	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIIA	Mersin	Toroslar	Gözne	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIIIA	Mersin	Toroslar	Ayvagediğı	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
VA	Mersin	Silifke	Atayurt	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
VA	Mersin	Silifke	Arkum	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
VA	Mersin	Silifke	Taşucu	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VA	Mersin	Silifke	Akdere	<2000	Uygun Arıtma	Birincil Arıtma, Stabilizasyon Havuzu, Doğal Arıtma,Foseptik
VA	Mersin	Silifke	Yeşilovacık	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIA	Mersin	Tarsus	Atalar	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIIA	Mersin	Tarsus	Bahşış	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
IIIA	Mersin	Tarsus	Yeşiltepe	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
VIE	Aydın	Didim	Ak-Yeniköy	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, Klasik Aktif Çamur
VE	Aydın	Didim	Akbük	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, Klasik Aktif Çamur
VIE	Aydın	Kuşadası	Davutlar	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, Klasik Aktif Çamur
VIE	Aydın	Kuşadası	Güzelçamlı	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, Klasik Aktif Çamur
VIE	Aydın	Söke	Güllübahçe	<2000	Uygun Arıtma	Doğal Arıtma,Döner Disk,Stabilizasyon Havuzu,Foseptik
XVE	Balıkesir	Ayvalık	Altınova	10000-150000	Üçüncü Arıtma	BNR Aktif Çamur (A ² O)
XVE	Balıkesir	Ayvalık	Küçükköy	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur
XVE	Balıkesir	Burhaniye	Pelitköy	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeğı, MBR, Klasik Aktif Çamur

Tablo 4.7: Devam.

Bölge	İl	İlçe	Belde	Eşdeğer Nüfus Aralığı (2040)	KAAY'a Göre Arıtma Seviyesi (2040)	Önerilen Prosesler
XVE	Balıkesir	Edremit	Güre	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
XVIE	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuşu	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
XVIE	Çanakkale	Ayvacık	Gülpınar	<2000	Uygun Arıtma	Birincil Arıtma, Stabilizasyon Havuzu, Doğal Arıtma, Foseptik
XVIE	Çanakkale	Ezine	Geyikli	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
XIIIE	İzmir	Aliağa	Yenişakran	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, MBR, Klasik Aktif Çamur
XIVE	İzmir	Dikili	Çandarlı	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
IVE	Muğla	Bodrum	Gümüşlük	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
IVE	Muğla	Bodrum	Turgutreis	10000-150000	İkincil Arıtma	Klasik Aktif Çamur, Uzun Havalandırma
IIIE	Muğla	Bodrum	Mumcular	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
IIIE	Muğla	Bodrum	Yalı	2000-10000	Uygun Arıtma	Oksidasyon Hendeği, Klasik Aktif Çamur
XA	Muğla	Fethiye	Çamköy	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
XA	Muğla	Fethiye	Çiftlik	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
XA	Muğla	Fethiye	Karaçulha	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
XA	Muğla	Fethiye	Karadere	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
XA	Muğla	Fethiye	Kumluova	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIE	Muğla	Marmaris	Bozburun	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIE	Muğla	Muğla	Merkez	10000-150000	Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIE	Muğla	Muğla	Yerkesik	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
VE	Muğla	Milas	Güllük	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma
IIIE	Muğla	Milas	Ören	2000-10000	Uygun / Birincil Arıtma	Birincil Arıtma

Akdeniz kıyı yerleşimlerinde, daha çok az hassas alanların ve küçük nüfuslu yerleşimlerin yoğun bulunduğu Orta Akdeniz kıyılarında derin deniz deşarjıyla sonlanan birincil seviye arıtımın yeterli olduğu anlaşılmaktadır. İskenderun Körfezi ve Mersin Körfezi yerleşimlerinde ise en az ikincil ve daha yüksek nüfuslu yerleşimlerde ise üçüncül seviye arıtım uygulamaları gerçekleştirmek gerekmektedir (Şekil 4.6). Batı Akdeniz kıyılarında ise daha çok en az birincil seviyede arıtma yapması gereken çok sayıda yerleşim bulunmaktadır (Şekil 4.7).

Ege Bölgesi kıyılarında yeni kurulacak KAAT'ların dağılım incelendiğinde, yüksek kıyı yerleşim nüfuslarına da bağlı olarak çoğunlukla en az ikinci seviye arıtım uygulamalarının yapılmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir (Şekil 4.7).



5. SONUÇLAR

Tez çalışmasının ilk aşamasında KAAY [30]'a göre ülkemiz Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarının hassas/az hassas su alanları olarak sınıflandırılmasında kullanılacak bir metodoloji geliştirilmiştir. Sözkonusu metodolojide sınıflandırma kriterleri; “morfoloji ve hidrodinamik özellikler”, “biyo-kimyasal özellikler” ve “baskılar” olmak üzere üç ana kategoride incelenmiştir: Bu kriterlerden kategori 1’de bulunan morfolojik ve hidrolojik parametreler ile kategori 2’de bulunan parametreler temel değerlendirme kriteri, kirlilik baskılarının değerlendirilmesi ise destekleyici parametre olarak ele alınmıştır. Daha sonra geliştirilen bu metodoloji kullanılarak kentsel atıksu deşarjlarının yapıldığı/yapılacağı Akdeniz ve Ege Denizi kıyısal deniz alanları, KAAY kriterlerine uygun şekilde Hassas/Az Hassas su alanları olarak sınıflandırılmıştır.

Buna göre ötrofik olduğu veya ötrofikasyon tehdidi altında olduğu yeterli izleme çalışmaları ile desteklenen, Ege Denizi kıyılarında İzmir Körfezi (XE Bölgesi) ve Aliğa Körfezi (XIII Bölgesi); Akdeniz kıyılarında ise Mersin Körfezi (IIIA: Karataş Mezitli/Mersin Arası) “hassas su alanı” olarak sınıflandırılmıştır. Diğer bir deyişle bu körfezler; morfolojik, hidrodinamik, su kalitesi özellikleri ve yoğun bir baskı altında olma durumları birlikte değerlendirildiğinde “hassas su alanı” olarak belirlenmiştir. Bu kriterlere göre değerlendirildiğinde, su değişim kapasitesi yüksek, açık, oligotrofik özellikler gösteren ve/veya belirgin bir insan baskısı altında olmayan; Bodrum Yarımadası – Marmaris arasında kalan Ege Denizi’nde Gökova ve Hisarönü körfezleri (IIE Bölgesi), Çeşme-Karaburun arası (IXE Bölgesi); Akdeniz’de ise İskenderun Körfezi doğusu (IA Bölgesi: Yayladağ-İskenderun arası), Anamur-Alanya arası (VIA Bölgesi) gibi alanlar “az hassas su alanları” olarak tanımlanmıştır.

Diğer taraftan tez kapsamında, su değişim kapasitesi düşük olan, yarı kapalı/kapalı kıyı alanı olan ancak belirgin bir kirlilik baskısı altında bulunan ve halen daha tam bir değerlendirme yapmak için yeterli düzeyde verisi olmayan “gri alan I (potansiyel hassas alan)”lar da belirlenmiştir. Bu alanlara örnek olarak Ege Denizi kıyılarında Güllük Körfezi (VE Bölgesi), Edremit Körfezi güneyi (XVE Bölgesi); Akdeniz kıyılarında ise İskenderun Körfezi ortası ve batısı (IIA Bölgesi), Fethiye Koyu (IXA Bölgesi) gibi alanlar “potansiyel hassas alan” olarak

belirlenmiştir. Bu kıyıların KAAY’a göre bir sonraki değerlendirme ve güncellenme sürecine kadar ötrofikasyon parametreleri açısından düzenli bir şekilde izlenerek, bu sonuçlara göre tekrar yorumlanmaları önerilmektedir.

İzleme verisi oldukça kısıtlı olan ya da kirlilik izleme verisi olmayan, kısmi bir kirlilik baskısı altında olduğu ve/veya su değişim kapasitesi açısından riskli olduğu düşünülen alanlar ise “gri alan II (izlenmesi gereken alanlar)” olarak belirlenmiştir. Ege Denizi kıyılarında Bodrum Yarımadası (IIE Bölgesi), Güllük Körfezi kuzeyi ve Kuşadası Körfezi (VIE Bölgesi), Çeşme kıyıları (VIII Bölgesi) gibi alanlar “gri alan II” olarak tanımlanmıştır. Akdeniz kıyılarında ise Manavgat-Serik arası (VIIA Bölgesi) “gri alan II” olarak önerilmiştir. Bu alanlardaki eksik verinin tamamlanması ve daha sağlıklı bir değerlendirme yapılabilmesi için bu alanlarda düzenli alıcı ortam izleme çalışmaları gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Tez çalışmasının ikinci aşamasında, KAAY’a uygun olarak kıyı yerleşimlerinde yeni kentsel atıksu arıtım yatırımlarının ve mevcut tesislerin yeterliliğinin belirlenmesinde önemli bir girdi oluşturan “eşdeğer nüfus”lar belirlenmiştir.

Eşdeğer nüfusların belirlenebilmesi için alıcı ortama yerleşim ve turizm faaliyetlerinden gelen evsel atıksu ve KAAY EK5’de verilen sanayilerden kaynaklanan atıksulardaki toplam BOİ yükleri hesaplanmıştır. Daha sonra 2020, 2030 ve 2040 yılları için eşdeğer nüfus projeksiyonları gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının daha sonraki aşamasında, kıyı alanlarında bütüncül bir yaklaşımla mevcut ve yeni kurulacak KAAT planlamalarının yapılması çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, kıyı yerleşimleri belde bazında ele alınarak mevcut 73 adet KAAT, yeni kurulması planlanan 169 adet KAAT olmak üzere toplam 242 yerleşim için yatırım planlaması yapılmıştır.

Bu yerleşimlerden 158’i ülkemiz Akdeniz kıyılarında, 84’ü ise Ege Denizi kıyılarında bulunmaktadır. Akdeniz’de yeterlilikleri açısından incelenen mevcut KAAT sayısı 37, Ege Denizi kıyılarında ise 36’dır. Diğer taraftan, yeni kurulması önerilen toplam 169 KAAT’ın 121’i Akdeniz’de, 48’i ise Ege Denizi kıyılarında bulunmaktadır (Tablo 5.1).

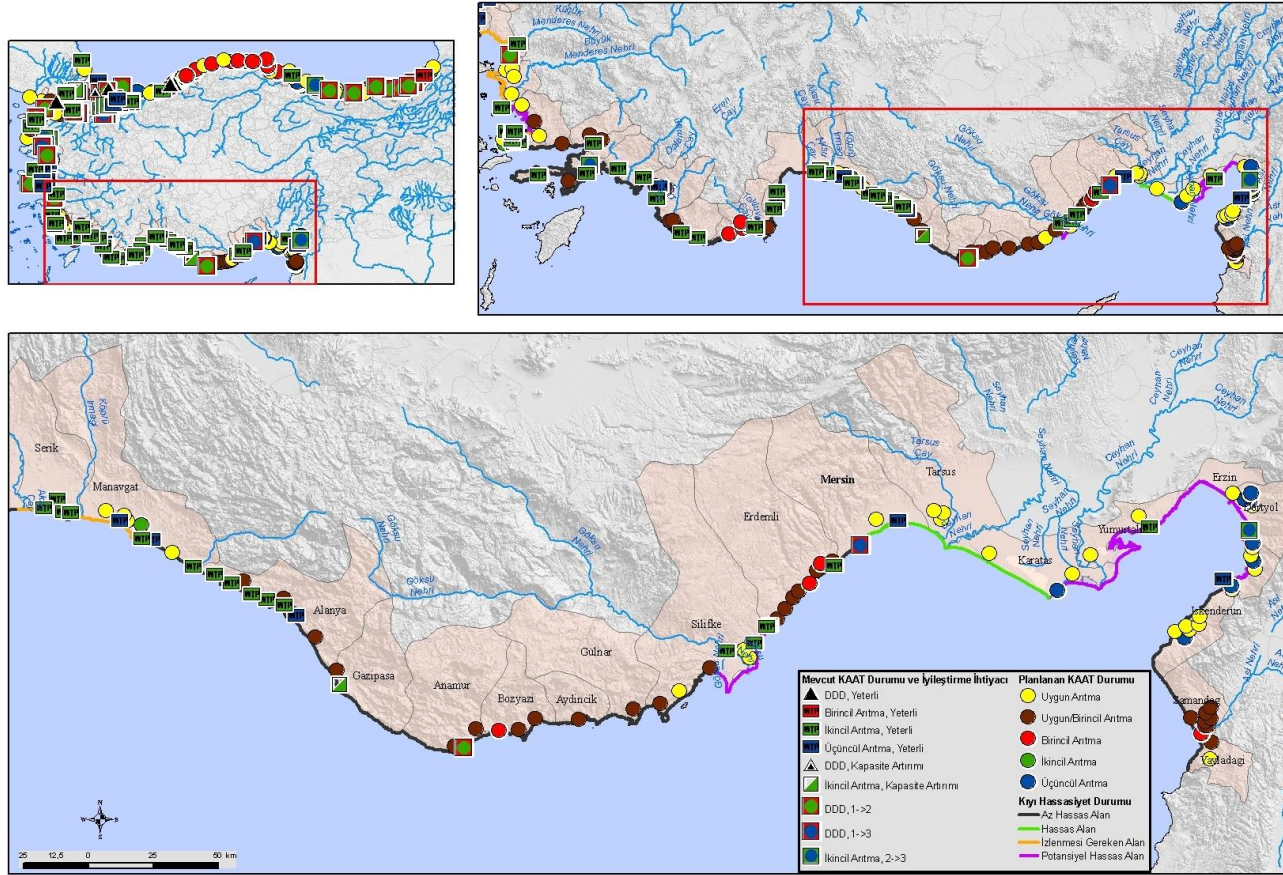
Tablo 5.1: Akdeniz ve Ege Denizi Kıyılarında Mevcut ve Yeni Kurulacak KAAT Planlaması Yapılan Yerleşim Sayıları

Bölge	Mevcut KAAT Sayısı	Yeni Kurulacak KAAT Sayısı	Toplam
Akdeniz Kıyıları Yerleşimleri	37	121	158
Ege Denizi Kıyıları Yerleşimleri	36	48	84
Genel Toplam	73	169	242

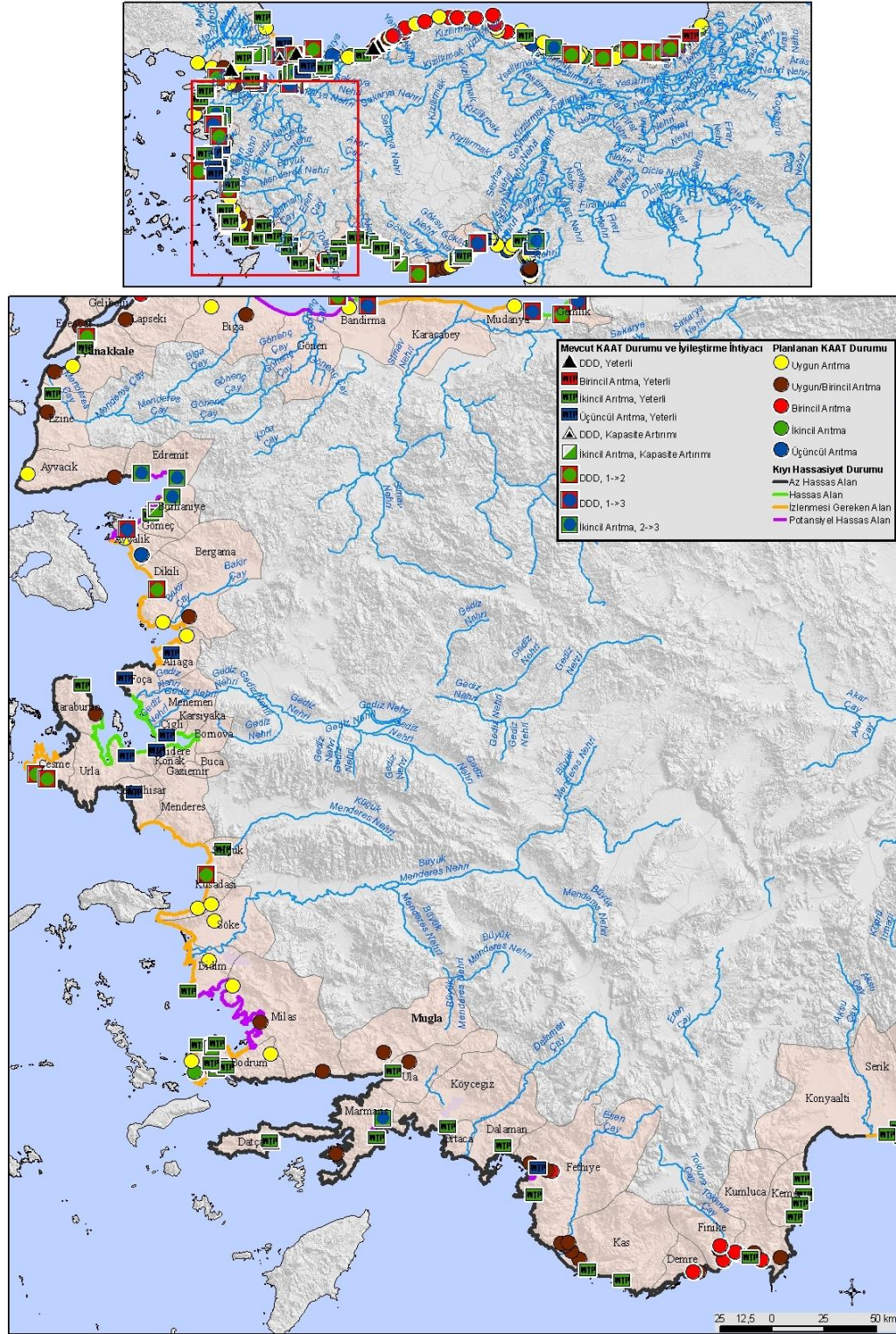
Mevcut KAAT'ların yeterliliklerinin ve iyileştirme ihtiyaçlarının belirlenmesi kapsamında başta KAAY [8] olmak üzere diğer ilgili yönetmelikler değerlendirilerek; kapasite ve/veya arıtma seviyesi artırımı ihtiyaçları tanımlanmıştır. Ayrıca benzer şekilde, KAAT'ı olmayan belde bazındaki kıyı yerleşimleri için ise KAAY'a uygun olarak uygulamaları gereken arıtım seviyeleri ve en uygun/sürdürülebilir arıtma teknoloji alternatifleri tespit edilmiştir.

Kıyı yerleşimlerinde KAAT'ların planlanması kapsamında, mevcut KAAT'lar için KAAY'a ve alıcı ortam hassasiyetine uygun olarak yeterlilik durumu /seviye artırımı ihtiyacı ve yeni kurulması gereken KAAT'lar için planlanan arıtma seviyeleri CBS ortamında Akdeniz ve Ege Denizi kıyı alanları bazında haritalandırılmıştır (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

Akdeniz - Ege kıyılarındaki gri alanlardan nüfusu 2.000 - 10.000 arasındaki yerleşimlerin mevcut kentsel atıksu arıtımı uygulamalarına bakıldığında, tamamında halihazırda ikincil arıtma + DDD uygulandığı görülmüştür. Bu nedenle söz konusu yerleşimler için herhangi bir proses artırımı ihtiyacı öngörülmemiştir.



Şekil 5.1: Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesi Kıyılarında Mevcut İyileştirilmesi ve Yeni Kurulması Planlanan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri.



Şekil 5.2: Batı Akdeniz ve Ege Bölgesi Kıyılarında Mevcut İyileştirilmesi ve Yeni Kurulması Planlanan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri.

Akdeniz kıyılarında 150.000 eşdeğer nüfustan büyük yerleşim olma koşulunu yüksek sezon nüfusuna bağlı olarak sağlayan ve gri alan II içerisinde bulunan tek yerleşim yeri Manavgat'tır. Burası da zaten hali hazırda üçüncül seviyede arıtma tesisi + DDD'ye sahip olduğundan herhangi bir iyileştirmeye ihtiyaç duyulmamaktadır.

Bu sonuçlara göre; Orta ve Doğu Akdeniz Bölgesi kıyılarında mevcut iyileştirilmesi ve yeni kurulması planlanan kentsel atıksu arıtma tesisleri haritası incelendiğinde Mersin İli Batı yakasında faaliyet gösteren derin deniz deşarjından (Mezitli İlçesi) önce üçüncül seviye arıtım ihtiyacının gerçekleştirilmesi gerekliliği dışında mevcut tesislerin yeterli olduğu görülmektedir. Ancak aynı bölge içerisinde Mersin ve Antalya körfezleri ortasında kalan az hassas kıyı alanındaki yerleşim nüfuslarının 150.000'den düşük olması nedeni ile derin deniz deşarjı ile sonlanan en az birincil seviye arıtım yeterli görünmektedir (Şekil 5.1). Batı Akdeniz Bölgesi kıyılarına bakıldığında ise mevcut tesislerin genellikle yeterli olduğu, yeni kurulacak tesislerde ise derin deniz deşarjı ile sonlanan en az birincil seviye arıtım uygulamaları gerektiği görülmektedir (Şekil 5.2).

Ege Bölgesi kıyıları incelendiğinde ise özellikle Edremit Körfezi, Çeşme, Kuşadası ve Marmaris'de bulunan mevcut KAAT arıtma seviyelerinin yetersiz olduğu dikkat çekmekle birlikte, genel olarak mevcut tesislerin yeterli olduğu görülmektedir. Ayrıca Ege kıyılarındaki bazı yerleşimlerde de yine yeni kurulacak KAAT'lara ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 5.2).

Son olarak, tez çalışmasında Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarında bulunan yerleşimler için KAAY kriterlerine ve alıcı ortam sınıflandırmasına uygun bütüncül bir KAAT planlaması yapılmıştır. Buna göre, Akdeniz-Ege kıyılarında yeni kurulacak olan kentsel atıksu arıtma tesislerinin 96 adedinin birincil seviye arıtım, 60 adedinin ikincil seviye arıtım ve 13 adedinin ise üçüncül seviye arıtım uygulaması önerilmiştir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Yeni Kurulması Önerilen KAAT'ların Bölgesel Dağılımı.

Arıtma Tesisi Sayısı	Birincil Arıtma	İkincil Arıtma	Üçüncül Arıtma
Akdeniz Kıyıları	65	44	12
Ege Denizi Kıyıları	31	16	1
Toplam	96	60	13

Akdeniz kıyı yerleşimlerinde, daha çok az hassas alanların ve küçük nüfuslu yerleşimlerin yoğun bulunduğu Orta Akdeniz kıyılarında derin deniz deşarjıyla sonlanan birincil seviye arıtımın yeterli olduğu anlaşılmaktadır. İskenderun Körfezi ve Mersin Körfezleri yerleşimlerinde ise en az ikincil ve daha yüksek nüfuslu yerleşimlerde ise üçüncül seviye arıtım uygulanmaları gerçekleştirmek gerekmektedir. Batı Akdeniz kıyılarında ise daha çok en az birincil seviyede arıtma yapması gereken çok sayıda yerleşim bulunmaktadır.

Ege Bölgesi kıyılarında yeni kurulacak KAAT'ların dağılım incelendiğinde, yüksek kıyı yerleşim nüfuslarına da bağlı olarak çoğunlukla en az ikinci seviye arıtım uygulamalarının yapılmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmanın temel amacı, ötrofikasyon açısından Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarının sınıflandırılması, bu alanlardaki mevcut kıyı yerleşimi KAAT'larının yeterlilik açısından değerlendirilmesi, iyileştirilme ihtiyacı tespit edilen mevcut ve yeni kurulacak olan KAAT'lar için makro ölçekli bir planlamanın yapılmasıdır.

Kentsel atıksu deşarjlarının yapıldığı/yapılacağı Türkiye kıyısız deniz ortamını KAAY kriterlerine uygun şekilde sınıflandırmak için alıcı ortamın hidro-morfolojik ve fiziksel, kimyasal su kalitesi özellikleri ile birlikte yanı sıra biyolojik kalite özellikleri de değerlendirilmelidir. Diğer taraftan “baskı” kategorisinin değerlendirilmesinde deniz ortamına ulaşan yayılı ve noktasal karasal kaynaklı atıksu yüklerinin kıyı havzaları bazında dikkate alınması daha kantitatif bir değerlendirme imkanı sağlayacaktır. Ayrıca, veri kısıtı yaşanan gri alanların veri eksikliğinin giderilmesine yönelik olarak “ulusal deniz izleme programı” güncellenmelidir.

Son yıllarda SÇD [12] ve DSÇD [13] uygulamalarının da bir gereği olarak, ötrofikasyonun kıyı sularında değerlendirilmesinde biyolojik parametreler oldukça önemli bir indikatör olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyolojik parametreler, su kalitesinin ve trofik seviyenin anlaşılmasının yanı sıra ekosistem üzerinde yarattığı etkinin de ortaya konulması açısından oldukça önemlidir.

AB üyesi ülkelerin kıyılarında ilk hassas/az hassas alan değerlendirmelerinde; özellikle deniz izleme çalışmaları oldukça gelişmiş olan İngiltere, İrlanda gibi ülkelerde; bentik canlıların ve makroalglerin çeşitliliği/biyokütlesi, toksik alg patlamaları gibi biyolojik parametreler de dikkate alınmıştır [26], [27]. Ancak tez çalışmasının yapıldığı dönem içerisinde ülkemiz kıyılarında gerçekleştirilen izleme çalışmalarında, canlı yaşamı konusunda önemli bir bilgi sağlayan klorofil-a dışındaki biyolojik parametreler izlenmediği için diğer ilgili biyolojik parametreler değerlendirmeye alınamamıştır. Öte yandan, bir süredir ulusal deniz izleme programına dahil edilen bentik canlı ile makroalg çeşitliliği ve biyokütlesi parametreleri, ötrofikasyonun değerlendirmesinde artık kullanılabilecek birikime ulaşmıştır. Bu nedenle, tez çalışması kapsamında geliştirilen “hassas ve az hassas su alanlarının belirlenmesi metodolojisi”ne, “biyolojik değerlendirme” kategorisinin de eklenerek daha sonraki dört yıllık hassas alanların

güncellenmesi çalışmalarında sözkonusu izleme çalışmalarının sonuçlarının da kullanılması önerilmektedir.

Çevreyle ilgili yönetim ve planlama çalışmalarının en önemli hedeflerinden birisi de doğal yaşama zarar vermeden insan refahının ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanmasıdır. Bu nedenle, kıyısız gelişim ve kullanımla ilişkin olarak ötrofikasyonun önlenmesine yönelik yatırımlar planlanırken, sosyoekonomik analizin de değerlendirmeye alınması gerektiği düşünülmektedir.

Tez çalışması kapsamında her ne kadar kentsel atıksulara yönelik bir planlama yapılsa da, kıyı alanlarındaki ötrofikasyon riskinin çoğu zaman en önemli nedenlerinden birisi olarak yayılı kaynaklardan gelen kirlilik yükleri karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle Akdeniz-Ege kıyılarımızda özellikle Seyhan, Ceyhan, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes gibi tarımsal kaynaklı besin maddesi kirlilik yüklerinin önemli bir girdi sağladığı nehirlerimizde “iyi tarım uygulamaları”na geçiş için planlamaların yapılması, ötrofikasyonun riskinin önlenmesinde bir zorunluluktur. Tersine durumda tek başına kentsel atıksuların arıtımı için yapılacak yatırımlar yetersiz olacaktır.

AB ülkeleri “Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi [6]”ne uygun olarak yerüstü sularında hassas alanların belirlenmesi çalışmaları ile “Nitrat Direktifi [77]”ne uygun olarak “nitrat hassas alanlar”ın belirlenmesi çalışmalarını ve raporlamalarını birlikte gerçekleştirmektedirler. Bu yaklaşım birbiri ile benzer kriterlerin farklı açılardan ele alındığı çalışmalarda hem bütünlük sağlamak, hem zaman/insan kaynağını daha iyi yönetmek hem de alınacak önlemlerin birarada değerlendirilmesinde daha bütüncül bir yaklaşım sağlamak açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla, ülkemizin yerüstü su kaynaklarının değerlendirilmesinde de benzeri yaklaşımın kabul edilmesi ve uygulanması önerilmektedir.

Diğer taraftan bazı Bölgesel Deniz Sözleşmeleri tarafından kıyı alanlarında ötrofikasyon izleme ve değerlendirme çalışmalarını standart hale getirmek üzere geliştirilen bilgisayar yazılımlarının bir benzerinin de Barselona Sözleşmesi’ne taraf Akdeniz ülkeleri için de geliştirilmesi, hassas alanların belirlenmesi ve güncellenmesine önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Örnek olarak, HELCOM tarafından, Baltık Denizi’ni çevreleyen ülkelerinin denizlerde ötrofikasyon izleme çalışmalarını standardize etmek, verilerin girilmesi için ortak bir platform oluşturmak ve daha sonra

bu verilerin ötrofikasyon açısından değerlendirilmesini sağlamak amacı ile “HELCOM Ötrofikasyon Değerlendirme Aracı –HEAT” veritabanı geliştirilmiştir [78]. Daha sonra bu yazılım Karadeniz’e uyarlanarak “Karadeniz Ötrofikasyon Değerlendirme Aracı-BEAST” oluşturulmuş ve Romanya gibi bazı Karadeniz ülkeleri tarafından kullanılmıştır [79].

Tezde kentsel atıksu arıtımı planlaması çalışmaları kapsamında, genel kabullerle yapılan hesaplamalar sonucunda genel bir maliyet ve proses bilgisi oluşturulmuştur. Verilen bu değerler, karar verici ve uygulayıcı kurumlara genel bir çerçeve çizmekle birlikte, uygulama aşamasında çok daha detaylı atıksu karakterizasyonu, debi ve mevcut sistemin incelenmesi çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın kıyı belediyelerinden, söz konusu makro yaklaşım sonucunda geliştirilen önerilere dayalı olarak mikro ölçekte detay projelerini hazırlamalarını istemesi gerekmektedir. Bu noktada, belediyelerden söz konusu genel yaklaşım çerçevesinde detaylı projelendirme ve mühendislik çalışmalarını yapmaları beklenmektedir. Diğer taraftan tez çalışmasının kıyı alanlarında gerçekleştirilmesine bağlı olarak özellikle Akdeniz ve Ege kıyılarındaki yerleşimlerde yaz ve kış nüfusları arasında önemli farklılıklar görülebilmektedir. Bu durum arıtma tesisine gelen debiyi de değiştirdiği için KAAT’ların planlanmasında kademeli işletmeye imkan tanıyan modüler havuz sistemleri tercih edilmelidir.

Tez çalışmasında yapılan planlama çalışmalarına ek olarak belediyelerin havza bazında birlikte arıtım uygulaması yapma olasılıklarının CBS ortamında değerlendirilmesi, ekonomik fayda açısından daha yerinde olacaktır.

Tez çalışması kapsamında yeni kurulacak tesisler için özellikle aynı bölgede bulunan küçük belediyelerin işletme problemlerinin mümkün olduğunca önlenebilmesi için, tesis işletmelerinin ortak ve tek elden kalifiye personel(ler) tarafından yapıldığı tek tip proses uygulamaları tavsiye edilmektedir. Söz konusu kentsel atıksu yönetim modeline göre; birbirine yakın ve nüfusu 10.000’nin altında olan yerleşimlerde tek tip veya benzer arıtım prosesleri tasarlanarak; bu tesislerin işletiminin tek elden gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Ülkemizde buna benzer başarılı örneklerle özellikle turizmin yoğun olduğu Akdeniz kıyılarında rastlanılmaktadır (Örn: MATAB, KUYAB, GATAB vb.).

Atıksu arıtma tesis işletimlerinin, teknik açıdan yeterli donanım ve tecrübesi olan personellerce gerçekleştirilmesi, tesisin verimli bir şekilde çalışabilmesi açısından gerekli görülmektedir. Tesis işletimi sırasında karşılaşılan ve acil müdahale gerektiren durumlarda, tesisi tanıyan, proses, otomasyon ve ekipman bilen personel doğru hamlelerle problemi giderebileceğinden, işletim sıkıntıları bu şekilde en aza indirgenmelidir.

Günümüzde artan su ihtiyacı, yüzey sularının ve yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi, kuraklık gibi sebepler ile atıksu arıtma tesislerinde arıtılan evsel atıksuların sulama suyu olarak kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Böylece, uzaklaştırılması gereken atıksu ekonomik bir şekilde bertaraf edilirken, sulama suyu maliyeti de düşürülmüş olur. Ayrıca, arıtılmış suyun yeraltı suyuna karışmadan önce doğal bir arıtmadan geçmesi sağlanır, atıksuda bulunan besin elementleri etkili bir şekilde kullanılır ve kurak mevsimler için su kaynağı oluşturulmuş olur. Bütün bu sebeplerden, arıtılmış kentsel atıksuların ilgili yönetmeliklerin gereklerini sağlamak koşulu ile sulama suyu olarak kullanılması önerilmektedir.

Yaz turizminin gelişmiş olduğu ve yaz nüfus artışlarının yüksek olduğu Akdeniz ve Ege kıyılarında da, yaz mevsiminde su tüketimi ciddi bir artış göstermekte bununla birlikte kuraklıktan su sıkıntısı (Bodrum, Datça) gözlemlenmektedir. Bu bölgelerimizde arıtılmış suyun geri kazanımı ve yeniden kullanımı özellikle önem kazanmaktadır.

Diğer taraftan turizm faaliyetlerinin oldukça yoğun olduğu Akdeniz- Ege Denizi kıyılarımızda faaliyet gösteren turistik tesis, otel ve restoranlardan kaynaklı atık yağların iyi bir şekilde yönetilmesi oldukça önemlidir. Bu tesislerden atıksuları kentsel atıksu arıtma tesislerine verilenler için otellerin kendi yağ arıtımlarını yaparak atıksularını tesislere göndermeleri uygun bir yöntemdir. Ayrıca yemek ve kızartma yağlarının direk deşarj edilmesi yerine toplanarak geri kazanım için ilgili kuruluşlara verilmesi hem atıksu arıtma tesislerini hem de kanalizasyon hatlarını korumak açısından uygun bir çözüm olacaktır.

Akdeniz ve Ege Denizi kıyılarında yılın belirli zamanlarında düşen yüksek yağışlardan dolayı kanalizasyon sisteminin taşıdığı atıksu debilerinin ani olarak artmasına bağlı olarak, atıksu arıtma tesislerinde sıkıntı yaşanmasına neden olabilmektedir. Bu sorunun çözümü için sürdürülebilir bir drenaj sistemi sayesinde

yağmur suyunun emilen kısmının miktarını arttıracak şekilde bir strateji izlenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yağmur suyunun doğrudan kanalizasyon sistemine ya da herhangi bir boru hattına yönlendirilmesi; yağmur suyunun yer altı suyu olarak geçişini azaltacağından, yeraltı su seviyesinin de zaman içinde düşmesine sebep olmaktadır.

Yüzeysel akış yağ, organik ve toksik metaller gibi yüksek miktarda kirletici de taşıdığından, drenaj sistemine taşınan akış, yüksek miktarda kirlilik ihtiva etmektedir. Fakat sürdürülebilir drenaj sistemleri (SUDS) sayesinde, akışı makul ölçülere indirerek ve su kalitesini de arttırarak fayda sağlanabilmektedir. Bu sistemin ana hedefler; yüzey akışının miktar ve hızını kontrol etmek ve yüzey akışının kalitesini geliştirmektir. Bunun için geçirimli kaldırım taşları kullanmak, yüzey şartlarına da bağlı olarak, suyun yüzeydeki toprak tabakasının altına sızmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, yağmur suyu taşıyabilecek alanlar ya da açık kanallar yapmak, yağmur suyu için geçici bir depo alanı temin eder, alıcı ortama gidecek olan pik debiyi düşürür ve kirliliğin infiltrasyon yolu ile azalmasını sağlamaktadır. Debiyi azaltmanın ve su kalitesini arttırmanın başka bir yolu ise yeşil alan temini ve yağmur suyu geri kullanımıdır.

Gelişmekte olan ülkeler için kırsal alanda, güvenilir atıksu arıtma sistemi kurmak büyük bir sorundur. Yerel ölçekte kısıtlı bütçeler, uzman temin edilememesi nedeniyle atıksu arıtma tesislerinin iyi işletilememesi ile sonuçlanmaktadır. Söz konusu yerlerde yerinde arıtma sistemleri, merkezi arıtma sistemlerine nazaran alternatif sistemler olarak önerilmektedir. Yerinde arıtma sistemleri, merkezi yerleşimlerden uzak, şebeke suyu olmayan ya da kısıtlı olan bölgelerde uygulanması uygun ve etkili sistemlerdir [38]. Küçük ve izole yerleşimler için merkezi olmayan sistemler, daha basit ve maliyeti düşük uygulamalardır. Bu yaklaşım, yönetimde esneklik sağlayan, güvenilir ve düşük maliyetli bir yaklaşımdır [80]. Bu nedenlerle Akdeniz-Ege Denizi kıyılarında yeralan 2000'den küçük nüfusa sahip yerleşimlerde merkezi olmayan, yerinde arıtma sistemleri önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Costanza R., d'Arge R., Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, 387, 253–260.
- [2] UNEP MED POL, (2003), "Eutrophication Monitoring Strategy of MED POL", Technical Report No: UNEP(DEC)/MED WG.231/14, UNEP MAP, Greece.
- [3] Hadjisolomou E., Stefanidis K., Papatheodorou G., Papastergiadou E., (2017), "Evaluating the contributing environmental parameters associated with eutrophication in a shallow lake by applying artificial neural networks techniques", *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (5), 3200-3208.
- [4] Aydin S., Yagmur B., Coban H. and Simsek H., (2015), "The nutritional conditions and some heavy metal contents of the vineyards in a semi-arid area", *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 1-6.
- [5] Jessen C., Bednarz N.V., Rix L., Teichberg M., Wild C., (2015), "Marine Eutrophication", R. H. Armon, O. Hänninen, Editors, "In Environmental Indicators", 1st Edition, Springer, New York.
- [6] EC, (1991), Directive 91/271/EEC of the European Parliament and of the Council of 21 May 1991 concerning Urban Wastewater Treatment Directive (UWWTD), Official Journal of the European Communities, 30.5.91, L135/40, European Commission..
- [7] Quesada M.G., (2014), "The EU as an "Enforcement Patchwork": The impact of national enforcement in the adoption of EU Water Law in Spain and Britain", *Journal of Public Policy*, 34 (2), 331-353.
- [8] ResGaz 1, (2006), Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 08 Ocak 2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazete.
- [9] Avaz G., Tuğrul S., Küçüksezgin F., (2011), "Türkiye Kıyılarında Kentsel Atıksu Yönetimi: Sıcak Nokta ve Hassas Alanların Yeniden Tanımlanması: Atık Özümsene Kapasitelerinin İzleme Modelleme Yöntemleriyle Belirlenmesi ve Sürdürülebilir Kentsel Atıksu Yatırım Planlarının Geliştirilmesi Projesi (SINHA Projesi, 2008-2011)", Rapor No: 126G124 No.lu Projenin Final Raporu, Destekleyen Kuruluş: TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı, Müşteri Kurum: T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Proje Ortakları: TÜBİTAK MAM, ODTÜ DBE, DEÜ DBTE , Türkiye.

- [10] ResGaz 2, (2004), Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete.
- [11] Nikolaidis G., Moschandreau K and Patacheas D.P., (2008), “Application of a trophic index (TRIX) for water quality assessment at Kalamitsi coasts (Ionian Sea) after the operation of the wastewater treatment plant”, Fresenius Environmental Bulletin, 17(11b), 1938-1944.
- [12] EC, (2000), Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of October 23 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy, Official Journal of the European Communities, L327/1L327/72, 22-12-2000, European Commission..
- [13] EC, (2008), Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). Official J Eur Union 164:19–40, European Commission..
- [14] Hori M., Hamaoka H., Hirota M., Lagarde F., Vaz S., Hamaguchi M., (2018), “Application of the coastal ecosystem complex concept toward integrated management for sustainable coastal fisheries under oligotrophication”, Fisheries Science, 84, 283–292.
- [15] Web 1, (2018), <http://www.epa.gov/owow/estuaries/monitor>, (Erişim Tarihi: 03/12/2018).
- [16] Lundberg C., (2005), “Conceptualizing the Baltic Sea ecosystem: An interdisciplinary tool for environmental decision-making”, AMBIO, 34, 433–439.
- [17] Diaz R.J., Rosenberg R., (2008), “Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems”, Science, 321(5891), 926–929.
- [18] Karlson K., Rosenberg R., Bonsdorff E., (2002), “Temporal and spatial large-scale effects of eutrophication and oxygen deficiency on benthic fauna in Scandinavian waters – a review”, Oceanogr. Mar. Biol Ann. Rev, 40, 427–489.
- [19] HELCOM, (2009), “Eutrophication in the Baltic Sea – an integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment in the Baltic Sea region”, Baltic Sea Environmental Proceedings. No. 115B HELCOM, Helsinki, Finland, Helsinki Commission.
- [20] Ojaveer H., (2002), “Environmental impacts on fish and ecosystem effects of fishing in the Baltic Sea”, Report Series No. 11 Estonian Marine Institute, Tallinn, Estonia.
- [21] Sandström A., Karas P., (2002), “Effects of eutrophication on young-of-the-year fresh-water fish communities in coastal areas of the Baltic”, Environ. Biol. Fishes, 63 (2002), 89-101.

- [22] Hori M., Tarutani K., (2015), “Changes in the distribution of seagrass vegetation with relation to the possible regime shift from pelagicdominant to benthic-dominant system in Seto Inland Sea”, In:Yamamoto T, Hanazato T, Editors, Issues of oligotrophication in ocean and lakes, Chijinshokan Press, 129–148.
- [23] Nixon S.W., (1990), “Marine eutrophication: A growing international problem” *Ambia*, 19, 101.
- [24] Pearl H. W., (1995), “Coastal eutrophication in relation to atmospheric nitrogen deposition: Current perspectives”, *Ophelia*, 41, 237-259.
- [25] Avaz G., Murat S., Atasoy E., Dogan O., Tolun L., Telli Karakoc F., Ayaz S., Gunes K., (2008), “Development of National Action Plan to address pollution from land based activities in Turkey”, I.E. Gonenc, A. Vadineanu, J.P. Wolflin and R.C. Russo, Editors, “Sustainable Use and Development of Watersheds”, Springer, Dordrecht, 385-401.
- [26] EC, (1999), “Report of United Kingdom on Verification of Vulnerable Zones Identified under the Nitrate Directive and Sensitive Areas Identified under the Urban Wastewater Treatment Directive” European Commission Directorate General Environment, European Commission.
- [27] EC, (2000a), “Report of Ireland on Verification of Vulnerable Zones Identified under the Nitrate Directive and Sensitive Areas Identified under the Urban Wastewater Treatment Directive” European Commission Directorate General Environment, European Commission.
- [28] EC, (2000b), “Report of Italy on Verification of Vulnerable Zones Identified under the Nitrate Directive and Sensitive Areas Identified under the Urban Wastewater Treatment Directive” Belgium, European Commission Directorate General Environment, European Commission.
- [29] EC, (2000c), “Report of Spain on Verification of Vulnerable Zones Identified under the Nitrate Directive and Sensitive Areas Identified under the Urban Wastewater Treatment Directive”, European Commission Directorate General Environment, European Commission.
- [30] EC, (2000d), “Report of Greece on Verification of Vulnerable Zones Identified under the Nitrate Directive and Sensitive Areas Identified under the Urban Wastewater Treatment Directive”, European Commission Directorate General Environment, European Commission.
- [31] EC, (2000e), “Report of Portugal on Verification of Vulnerable Zones Identified under the Nitrate Directive and Sensitive Areas Identified under the Urban Wastewater Treatment Directive” European Commission Directorate General Environment, European Commission.

- [32] Nikolaidis G., Moschandrea K., Patacheas D.P., (2008), "Application of a trophic index (TRIX) for water quality assessment at Kalamitsi coasts (Ionian Sea) after the operation of the wastewater treatment plant", *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(11b), 1938-1944.
- [33] Small C., Nicholls R.J., (2003), "A global analysis of human settlement in Coastal zones", *J. Coast. Res.*, 19 (3), 584-599.
- [34] Wallin, M., Hakanson, L., Persson, J., (1992) "Load models for nutrients in coastal areas, especially from fish farms", *Nordiska ministerrådet*, 502, 207.
- [35] Wulff, F., Rahm, L. and Larsson, P. (2001), "A systems analysis of the Baltic Sea" *Ecological Studies* 148 Springer Verlag, Berlin, 1-447.
- [36] Smith L.S., Cunni E.S., Peyronnin S.N., Kritzer P.J., (2017), "Prioritizing coastal ecosystem stressors in the Northeast United States under increasing climate change", *Environmental Science and Policy*, 78, 49-57.
- [37] Ogus A., (1998), "Corrective taxes and financial impositions as regulatory instruments", *The Modern Law Review*, 61 (6), 767-788.
- [38] Alpaslan M.N., Dölgen, D., (2005), "Ülkemizdeki kentsel atıksu arıtma tesisleri ve maliyetleri üzerine bir araştırma", *Çevre Bilim & Teknoloji*, 2, 127-137.
- [39] Web 2, (2011), <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana52/actiht1.html>, (Erişim Tarihi: 14/05/2011).
- [40] Metcalf & Eddy, (2003), "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal & Reuse", 4th Edition, McGraw-Hill International Editions, Florida.
- [41] Web 3, (2011), <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum06.pdf>, (Erişim Tarihi: 14/05/2011).
- [42] UNEP GPA, (2009), "Kıyı Kentlerinde Kentsel Atıksu Yönetiminin Geliştirilmesi", Technical Report No: UNEP/GPA - UNESCO-IHE Train-Sea-Coast GPA, United Nations Environmental Programme- Global Programme of Action.
- [43] USEPA, (2002), "Onsite Wastewater Treatment Systems", Technical Report No: Manual EPA/625/R-00/008, Office of Water Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, United States Environmental Protection Agency.
- [44] Koyuncu İ, (2009), "Kentsel atıksu arıtımı", TÜBİTAK MAM için düzenlenen eğitim notları, TÜBİTAK ÇTÜE Seminer Salonu, Gebze, 12 Ocak 2010.
- [45] İSKİ, (1999), Istanbul Water Supply, Sawerage and Drainage, Sewage Treatment and Disposal Master Plan, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü.

- [46] Ozsoy E., Hecht A., Unlüata U., (1989), "Circulation and hydrography of the Levantine Basin. Results of POEM coordinated experiments 1985-1986", *Progress in Oceanography*, 22(2), 125-170.
- [47] Tuğrul S., Uysal Z., Erdoğan E., Yücel N., (2011), "Kilikya Baseni (Kuzeydoğu Akdeniz) Sularında Ötrofikasyon İndikatörü Parametrelerin (TP, DIN, Chl-a ve TRIX) Değişimi", *Ekoloji Dergisi*, 80, 33-41.
- [48] Oğuz T., Tuğrul S., (1998), "Denizlerimizin genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış", *Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanların Jeolojisi*, 1-21.
- [49] Ignatiades L., (1969), "Annual cycles, species diversity and succession of phytoplankton in lower Saranikos Bay, Aegean Sea", *Mar. Biol.*, 3, 196– 200.
- [50] Moutin T., Raimbault P., (2002), "Primary production, carbon export and nutrients availability in western and eastern Mediterranean Sea in early summer (Minos cruise)", *J. Mar. Syst.*, 33–34, 273– 288.
- [51] Balkis, N., Balci M., (2010), "Seasonal variations of nutrients and chlorophyll a in the coastal waters of the Edremit Bay and the Trophic Index (TRIX) values of the environment", *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(7), 1328- 1336.
- [52] DEU MSTI, METU MSI, (2008), "Report of the Ministry of Environment & Forestry on Northeastern Mediterranean & Aegean Sea. Long Term Biological Monitoring and Alteration on Coastal Zones", *MEDPOL Phase IV Final Report*, Ministry of Environment & Urbanization, Turkey.
- [53] ResGaz 3, (2009), *Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği*, 27 Haziran 2009 tarih ve 27271 sayılı Resmi Gazete.
- [54] Web 4, (2011), <http://yigm.kulturturizm.gov.tr/TR-9851/turizm-istatistikleri.html>, (Erişim Tarihi: 21/05/2011).
- [55] ResGaz 4, (2010), *Atıksu Arıtma Teknik Usuller Tebliği*, 20 Mart 2010 tarih ve 27527 sayılı Resmi Gazete.
- [56] Avaz G., Kuzyaka E., Tan İ., Gursoy H., (2008), "Preparation of National Action Plan for the protection of Mediterranean against pollution from land based sources and activities, Baseline Budget for Turkey (NBB)", *National Expert Report*, National Expert: Gulsen Avaz, Subsidizing Organization: UNEP Mediterranean Action Plan (MAP).
- [57] TTGV, (2010), "Türkiye’de Temiz (Sürdürülebilir) Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması için Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Projesi Sonuç Raporu", *Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı*.
- [58] Web 5, (2008), <http://ekutup.dpt.gov.tr/bolgesel/gosterge/2004/ilce.pdf>, (Erişim Tarihi: 20/04/2008).

- [59] ResGaz 5, (2010), Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Uygulanmasına Dair Yönetmelik, 3 Ağustos 2010 tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete.
- [60] Cloern J. (2001), “Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem”, *Marine Ecology Progress Serie*, 210, 223–253.
- [61] Rosenberg R., (1985), “Eutrophication – the future marine coastal nuisance?”, *Mar. Poll. Bull.*, 16, 227–231.
- [62] Hakanson L., (2008), “Factors and criteria to quantify coastal area sensitivity/vulnerability to eutrophication: Presentation of a sensitivity index based on morphometrical parameters”, *International Review of Hydrobiology*, 93(3), 372-388.
- [63] Clark R. B., (2001), *Marine Pollution*, 5th Edition. Oxford University Press, Oxford, 1-248.
- [64] Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A., (1998), “Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index”, *Environmetrics*, 9, 329–357.
- [65] Vascetta M., Kauppila P., Furman E., (2008), “Aggregate indicators in coastal policy making: Potentials of the Trophic Index TRIX for sustainable considerations of eutrophication”, *Sustainable Development*, 16, 282–289.
- [66] Costa L. S., Huszar V.L. M., Ovalle A. R., (2009), “Phytoplankton functional groups in a tropical estuary: Hydrological control and nutrient limitation”, *Estuaries and Coasts*, 32, 508-521.
- [67] Morovic M., Precali R., Grbec B., Matijevic S., (2010), “Spatial and temporal variability of Transparency in the eastern Adriatic Sea”, *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(9), 1870-1876.
- [68] Smith V.H., Tilman G.D., Nekola J.C., (1999), “Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems”, *Environmental Pollution*, 100, 179-196.
- [69] Kuzuksezgin F., Kontas A., Altay O., Uluturhan E., (2005), “Elemental composition of particulate matter and nutrient dynamics in the Izmir Bay (Eastern Aegean)”, *Journal of Marine Systems*, 67– 84.
- [70] Aydin S., Kucuksezgin F., (2012), “Distribution and chemical speciation of heavy metals in the surficial sediments of the Bakircay and Gediz Rivers” *Environmental Earth Sciences*, 65, 789-803.

- [71] Gonul T.L., Kucuksezgin F., (2007), “Mercury accumulation and speciation in the muscle of red mullet (*Mullus barbatus*) and annular sea bream (*Diplodus annularis*) from Izmir Bay (Eastern Aegean)”, *Marine Pollution Bulletin*, 1962–1989.
- [72] UNEP MAP, (1993), “Costs and benefits of measures for the reduction of degradation of the environment from land-based sources of pollution in coastal areas, a case study of the Bay of Izmir”, MAP Technical Reports Series No: 72, 1-64, United Nations Environmental Programme- Mediterranean Action Plan.
- [73] Bonsdorff E., Blomqvist E., Mattila M.J, Norkko, A., (1997), “Coastal eutrophication: causes, consequences and perspectives in the archipelago areas of the Northern Baltic Sea”, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44 (Supplement A), 63-72.
- [74] Balci A., Kucuksezgin F., Kontas A., Altay O., (1995), “Eutrophication in İzmir Bay, Eastern Aegean. Toxicological and Environmental Chemistry”, 48(1-2), 31-48.
- [75] Kucuksezgin F., Kontas A., Altay O., Uluturhan E., (2001), “Eutrophication in Izmir Bay (Eastern Aegean) nutrient limitation and monitoring of long-term effects”, *Rapp. Comm. int. Mer Médit*”, 36, 397.
- [76] Sabanci C.F., Koray T., (2001), “The impact of pollution on the vertical and horizontal distribution of microplankton in Izmir Bay (Aegean Sea)”, *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 187-202.
- [77] EC, (1991) Directive 91/676/EEC of the European Parliament and of the Council of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural (ND). *Official Journal of the European Communities*, 31.12.91, L375/1, European Commission.
- [78] Web 6, <http://www.helcom.fi/documents/eutrophication%20assessment%20manual.pdf>, (Erişim Tarihi: 03/12/2018).
- [79] Lazar L., Boicenco L., Oros A., Coatu V., Tiganus D., “Integrated assessment of causes and effects of the Romanian Black Sea eutrophication”, 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 28th June-7th July 2016, Albena, Bulgaria.
- [80] Massoud M. A., Tarhini A., Nasr J. A., (2009), “Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries”, *Journal of Environmental Management*, 90, 652–659.

ÖZGEÇMİŞ

Gölsen AVAZ 1972 yılında Bursa’da doğdu. 1989 yılında başladığı Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünü 1995 yılında tamamladı. Yüksek lisans eğitimini 2001-2003 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda gerçekleştirdi. Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Programına 2007 yılında başladı. 2000 yılından bu yana TÜBİTAK MAM’da kıyı alanları kirliliği, kara kökenli kirlleticiler, tehlikeli maddeler ve çevre yönetimi konularında ulusal/uluslararası projelerde Başuzman Araştırmacı/Proje Yürütücüsü olarak çalışmaktadır.

EKLER

Ek A: Tez Çalışması Kapsamında Yapılan Yayınlar

Avaz G. , Kucuksezgin F., Tugrul S., Tan I., Günay A.S., Kuzyaka E., Ozkan M., (2018), “Classification of Sensitive and Less Sensitive Areas along the Aegean Coastal Areas of Turkey”, Fresenius Environmental Bulletin, 27, 9230-9244.

Ek B: Diğer Ekler (CD)