

**T. C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI**

**SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN HASSAS ALANLARIN VE
SU KALİTESİ HEDEFLERİNİN BELİRLENMESİ İLE
HASSAS ALANLARIN YÖNETİMİNE İLİŞKİN
ESASLAR**

- UZMANLIK TEZİ -

**HAZIRLAYAN:
(NECLA ADALI)**

ANKARA – 2014

T.C. ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

HAZIRLAYAN

NECLA ADALI

SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN HASSAS ALANLARIN VE SU KALİTESİ
HEDEFLERİNİN BELİRLENMESİ İLE HASSAS ALANLARIN
YÖNETİMİNE İLİŞKİN ESASLAR

TEZ DANIŐMANI

DOÇ. DR. MELİKE GÜREL

BU TEZ ORMAN VE SU İŞLERİ UZMAN YÖNETMELİĞİ GEREĞİ
HAZIRLANMIŞ OLUP JÜRİMİZ TARAFINDAN UZMANLIK TEZİ
OLARAK KABUL EDİLMİŞTİR.

TEZ JÜRİSİ BAŐKANI : PROF. DR. CUMALİ KINACI

ÜYE: DR. YAKUP KARAASLAN

ÜYE: HÜSEYİN AKBAŐ

ÜYE: MERTKAN ERDEMLİ

ÜYE: MARUF ARAS

ANKARA - 2014

**T. C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI**

**SU KİRLİLİĞİ AÇISINDAN HASSAS ALANLARIN VE
SU KALİTESİ HEDEFLERİNİN BELİRLENMESİ İLE
HASSAS ALANLARIN YÖNETİMİNE İLİŞKİN
ESASLAR**

- UZMANLIK TEZİ -

**HAZIRLAYAN:
(NECLA ADALI)**

**TEZ DANIŐMANI:
(DOÇ. DR. MELİKE GÜREL)**

ANKARA – 2014

ÖNSÖZ

Genel Müdürlüğümüzün kuruluşundan itibaren bizlere gösterdiği destek ve ilgiden dolayı Genel Müdürümüz ve değerli hocam Sayın Prof. Dr. Cumali KINACI'ya,

Kendisiyle çalışmanın büyük bir şans olduğunu düşündüğüm, değerli görüş ve önerileriyle çalışmalarımıza yön veren, desteğini ve yardımlarını esirgemeyen Genel Müdür Yardımcımız Sayın Dr. Yakup KARAASLAN'a,

Bu çalışma sırasında bana yol gösteren, yardımlarını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, değerli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Melike GÜREL'e,

Değerli görüşleriyle çalışmama önemli katkılarda bulunan, çalışmanın tamamlanması aşamasında büyük bir özveri ve anlayış gösteren, kendisiyle çalışmaktan büyük gurur ve mutluluk duyduğum Şube Müdürüm Sayın Zakir TURAN'a,

Çalışma süresince her zaman yanımda hissettiğim başta Gülnur ÖLMEZ, Aybala KOÇ ORHON ve Esra ŞILTU olmak üzere tüm mesai arkadaşlarıma,

sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca beni her alanda destekleyen canım aileme ve Erbil BİLGİN'e de ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	viii
TABLO LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
I. GİRİŞ	1
II. ULUSAL VE ULUSLARARASI MEVZUAT	3
2.1 Uluslararası Mevzuat	3
2.1.1 Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi	3
2.1.2 Nitrat Direktifi	7
2.1.3 Su Çerçeve Direktifi	9
2.1.3.1 SÇD’de Hassas Alan Kavramı	12
2.1.3.2 Ötrofikasyona Dayalı Su Kütleleri Sınıflandırması	15
2.1.3.3 Ötrofikasyon Kapsamında SÇD Ekolojik Durum Kavramı	20
2.1.3.4 SÇD’de Ötrofikasyona Dayalı İzleme	26
2.1.4 SÇD’de Hassas Alan ve Çevresel Hedefler Arasındaki İlişki	28
2.1.5 Diğer Direktiflerde Ötrofikasyon ve Hassas Alan	30
2.2 Ulusal Mevzuat	31
2.2.1 Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği	31
2.2.2 Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği	33
2.2.3 Kentsel Atıksuların Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği	35
2.2.4 Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik	37
2.2.5 Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik	38
2.2.6 Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği	39
2.2.7 Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik	42

2.2.8 Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliğ	43
III. HASSAS ALANLARIN BELİRLENMESİ VE YÖNETİMİ KONUSUNDA AVRUPA BİRLİĞİ ÜYE ÜLKE UYGULAMALARI.....	44
3.1 Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi Kapsamında Üye Ülke Uygulamaları	45
3.2 Nitrat Direktifi Kapsamında Üye Ülke Uygulamaları	46
3.3. Üye Ülke Uygulamaları Değerlendirmeleri ve Elde Edilen Çıkarımlar	48
IV. HASSAS ALANLAR KONUSUNDA ÜLKEMİZDE YAPILAN ÇALIŞMALAR. 49	
4.1 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.....	49
4.2 Nitrat Direktifi Kapsamında Gerçekleştirilen Projeler	55
4.2.1 Karadeniz’de Tarımsal Kirliliğin Kontrolü Projesi.....	55
4.2.2 AB Nitrat Direktifinin Türkiye’de Uygulanması Projesi.....	56
4.2.3 Türkiye’de Nitrat Direktifinin Uygulanması IPA Projesi	57
4.3. Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi	64
V. HASSAS ALANLARIN BELİRLENMESİNE İLİŞKİN METODOLOJİ OLUŞTURULMASI	69
5.1. Su Kütlelerinin ve Tiplerinin Belirlenmesi	70
5.2 Baskı-Etkilerin Belirlenmesi.....	79
5.2.1 Baskı Etki Analizi için Kullanılabilecek Araçlar	83
5.2.2 Havza Modellemesi	85
5.3 Potansiyel Hassas Su Alanlarının Belirlenmesi	94
5.4 Potansiyel Hassas Alanlarda İzleme Çalışmaları	104
5.4.1 İzleme Parametreleri ve İzleme Sıklıkları.....	106
5.4.2 İzleme Noktası Sayısı ve Yerleri	107
5.5 Kıyı Hassas Alanların Belirlenmesinde Güncellenme Çalışması	109
VI. HASSAS ALANLARDA YÖNETİM ESASLARI.....	114
6.1 Hassas Su Kütleleri için Önlemler Geliştirme Adımları	114
6.1.1 Sınırlayıcı Kavramı ve N/P Oranı	115
6.2. Hassas Su Kütlelerinde Alınabilecek Önlemler	117
6.2.1 Korumaya Yönelik Olan Önlemler	117
6.2.1.3 Akış Yönünü Değiştirme	120

6.2.1.4 Hassas Su Kütlesini Besleyen Kaynakların Kontrolü	120
6.2.1.5 Kirliliğin Kaynakta Kontrolü	121
6.2.2 İyileştirmeye Yönelik Önlemler.....	121
6.2.2.1 Hipolimnetik Havalandırma/ Suyun Çekilmesi	123
6.2.2.2 Kimyasal Madde İlavesi.....	124
6.2.2.3 Göl tabanının kaplanması ve dip tarama	124
6.2.2.4 Biyomanipülasyon	125
VII. HASSAS ALANLARIN YÖNETİMİNE İLİŞKİN ÖRNEK UYGULAMA- ULUABAT GÖLÜ ALT HAVZASI	127
7.1 Havzanın Özellikleri	127
7.2 Baskılar-Etkiler	128
7.3 Arazi Kullanımı	131
7.4. Kirlilik Yükleri.....	133
7.5 Su Kalite Sınıfları	133
7.6 Trofik Durum	135
7.7 Eylemler	139
1. Eylem: Evsel Atıksuların Arıtılması	140
2. Eylem: Endüstriyel Atıksuların Arıtılması.....	141
3. Eylem: Katı Atıkların Düzenli Depolama Sahasına Taşınması	142
4. Eylem: Düzensiz Depolama Sahalarının Rehabilitasyonu.....	143
5. Eylem: Tarımsal Kirliliğin Önlenmesi.....	143
6. Eylem: Ağaçlandırma ve Erozyonla Mücadele.....	144
7. Eylem: Saz Kesim Planlarının Oluşturulması	145
VIII. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	146
KAYNAKLAR	151

KISALTMALAR

AAT	: Atıksu Arıtma Tesisi
AB	: Avrupa Birliği
AKM	: Askıda Katı Madde
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇİN	: Çözünmüş İnorganik Azot
ÇKS	: Çevresel Kalite Standardı
DDD	: Derin Deniz Deşarjı
DSÇD	: Deniz Stratejisi Çerçeve Direktifi
EKO	: Ekolojik Kalite Oranı
HKEP	: Havza Koruma Eylem Planı
KAAT	: Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi
KAAY	: Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
KASAD	: Kentsel Atık Su Arıtımı Direktifi
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
LUSİ	: Basitleştirilmiş Arazi Kullanım İndeksi
ND	: Nitrat Direktifi
NHB	: Nitrata Hassas Bölgeler
PNHB	: Potansiyel Nitrata Hassas Bölge
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi
SWAT	: Su ve Toprak Değerlendirme Aracı
TAKM	: Toplam Askıda Katı Madde
TOK	: Toplam Organik Karbon
TSİ	: Trofik Durum İndeksi
YSKYY	: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. AB üye ülkeleri için öngörülen zamanlama tablosu.....	6
Tablo 2. 91/271/EEC Direktifine Göre Deşarj Kriterleri.....	6
Tablo 3. Ötrofik Hassas Bölgelerde Atıksu Deşarj Kriterleri	7
Tablo 4. Ötrofikasyonla ilgili Direktifler ve Gereklilikleri.....	15
Tablo 5. Farklı direktif ve politikalar kapsamında ötrofikasyonla ilgili hedefleri yerine getirmeyen su kütlelerinin sınıflandırılması.....	17
Tablo 6. Nutrient zenginleşmesi görülen sularda farklı politikalara göre yürütülen değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması	18
Tablo 7. SÇD Ekolojik Durum değerlendirmesi için ötrofikasyonun birincil ve ikincil etkileri bakımından nitel kriter örnekleri.	20
Tablo 8. SÇD değerlendirme sınıfları, geleceğe yönelik durum değerlendirmesi sonuçları.....	21
Tablo 9. Fitoplankton, makro alg, fitobentos, makrofit ve angiospermelerin hızlı büyümesinden kaynaklanabilecek önemli istenmeyen etkiler	24
Tablo 10. Biyolojik ve Fizikokimyasal Kalite Unsurları	27
Tablo 11. Kentsel atıksu arıtım tesislerinden ikincil arıtıma ilişkin deşarj limitleri..	35
Tablo 12. Kentsel atıksu arıtım tesislerinden ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri.....	36
Tablo 13. Ege ve Akdeniz Kıyı ve Geçiş Suları Ötrofikasyon Kriterleri	41
Tablo 14. Karadeniz ve Marmara Kıyı ve Geçiş Suları Ötrofikasyon Kriterleri.....	41
Tablo 15. Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri.....	42
Tablo 16. KASAD'a göre Üye Ülkeler ve Hassas Alan Belirleme Yaklaşımları.....	46
Tablo 17. Nitrat Direktifi'ne göre Üye Ülkeler ve NHB Belirleme Yaklaşımları.....	47
Tablo 18. Türkiye kıyılarında izlenen parametreler ve izleme sıklığı	55
Tablo 19. Türkiye yüzey sularında ötrofikasyon için belirlenmiş geçici alt ve üst standartlar.....	60
Tablo 20. 25 Havza Su Kütleleri Sayısı	80
Tablo 21. 25 Havza Tip Sayıları	80
Tablo 22. Baskı ve etki analizinde kullanılan DPSIR tanımı.....	81
Tablo 23. Su Kütlelerine etki eden baskı unsurları ve etki faktörleri	82

Tablo 24. Doğal göller ve baraj gölleri arasındaki yapısal farklılıklar	96
Tablo 25. Carlson İndeksine göre potansiyel hassas su kütlesi belirleme kriterleri ..	97
Tablo 26. Noktasal baskı puanını belirlemek için oluşturulan TN ve TP kriterleri...	99
Tablo 27. Yayılı baskı puanını belirlemek için oluşturulan TN ve TP kriterleri	99
Tablo 28. Düzeltme faktörü olarak belirlenen eğim için kriterler	101
Tablo 29. Potansiyel Hassas Alanlarda Yapılacak İzleme Çalışmasına Ait Bilgiler	106
Tablo 30. Değerlendirmesi Yapılan Tür ve İndeksler.....	112
Tablo 31. Havzaların drenaj alanlarından kıyı alanlarına gelen toplam azot ve toplam fosfor yüklerinin şiddetinin belirlenmesi	113
Tablo 32. Sınırlayıcı Besi Maddesi Oranları.....	116
Tablo 33. Uluabat Gölü Kirlilik Yükü Değerleri	133
Tablo 34. Uluabat Gölü-1 İstasyonu Su Kalite Değerlendirmesi.	136
Tablo 35. Uluabat Gölü-2 İstasyonu Su Kalite Değerlendirmesi.	137
Tablo 36. Uluabat Gölü OMSUY04 İstasyonu Su Kalite Değerlendirmesi.	138
Tablo 37. Uluabat Gölü Trofik Durum Değerlendirmesi.....	135
Tablo 38. Uluabat Gölü Trofik Durum	139
Tablo 39. Uluabat Gölü Carlson İndeksi Trofik Durum Değerlendirmesi	139

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Direktifte önemli hususlar.....	5
Şekil 2. SÇD doğrultusundaki adımlar	10
Şekil 3. Ekolojik Kalite Oranı (EKO) sınıfları ve hesaplanması	12
Şekil 4. Sucul ekosistemde ötrofikasyon etkilerinin SÇD durum sınıfları ile ilişkisi	23
Şekil 5. Nutrient zenginleşmesinin taksonomik kompozisyona etkisi.....	25
Şekil 6. Ekolojik Kalite Unsurları.....	26
Şekil 7. SINHA Projesi kapsamında ülkemiz kıyısal alanların sınıflandırılması	53
Şekil 8. KAAY Hassas Alan Tebliği'ne göre kıyısal alanların sınıflandırılması	54
Şekil 9. Havzalarda Ötrofikasyon Riski.....	62
Şekil 10. Kıyı ve Geçiş sularında ötrofikasyon riski.....	62
Şekil 11. Nehir Havzası ölçeğinde yüzeysel sularda belirlenen PNHB'lerin dağılımı	63
Şekil 12. Nehir Havzası ölçeğinde yeraltı sularında belirlenen PNHB'lerinin dağılımı	63
Şekil 13. Nehir Havzası ölçeğinde belirlenen PNHB'lerinin dağılımı	64
Şekil 14. Türkiye kıyı suları tipleri ve dağılımı	66
Şekil 15. Hassas Alanların Belirlenmesi Adımları	70
Şekil 16. Su Kütlesinin İlk Aşamada Ayrılması	72
Şekil 17. Nehir Su Kütlesinin Morfolojik Olarak Ayrılması	72
Şekil 18. Su Kütlesinin Korunan Alanlara Göre Ayrılması.....	73
Şekil 19. Nehir Su Kütlelerinin Tipoloji Öncesi Ayrımları	73
Şekil 20. Ekolojik Durumlarına Göre Su Kütlelerinin Ayrılması.....	74
Şekil 21. Göl Su Kütlelerinin Tipoloji Öncesi Ayrımları	75
Şekil 22. Geçiş ve Kıyı Su Kütlelerinin Tipoloji Öncesi Ayrımları	76
Şekil 23. Kıyı ve geçiş sularının ekolojik duruma göre sınıflandırılması.....	76
Şekil 24. Ülkemiz Nehirleri İçin Tipoloji Kriterleri ve Sınır Değerleri.....	78
Şekil 25. Ülkemiz Gölleri İçin Tipoloji Kriterleri ve Sınır Değerleri.....	78
Şekil 26. SWAT Modelinde drenaj alanları.....	88
Şekil 27. SWAT Modelinde drenaj alanının bileşenleri	88
Şekil 28. Model Yapılandırma Süreci.....	89

Şekil 29. SWAT Modelleme süreci ve çıktıların proje kapsamında kullanımı.....	91
Şekil 30. Herhangi bir su kütesine giren yükler.....	92
Şekil 31. Göller ve baraj gölleri için Carlson İndeksi.....	93
Şekil 32. Duyarlılık Skoru Hesabı	98
Şekil 33. Hassas Alan Belirleme Aşamaları	105
Şekil 34. Kıyı suyu kütlelerinde Hassas/Az Hassas alanların belirlenmesinde kullanılan kriterler.....	111
Şekil 35. Korumaya yönelik önlemler	122
Şekil 36. Sulak Alanların Oluşturulması Yöntemi.....	123
Şekil 37. Uluabat Gölü.....	128
Şekil 38. Uluabat Gölü Arazi Kullanımı Haritası	131
Şekil 39. Uluabat Gölü Baskı Unsurları.....	132

ÖZET

Bu çalışmada, yüzeysel sularda su kirliliği açısından hassas su alanlarının, nitrata hassas su alanlarının ve bu alanları etkileyen hassas bölgelerin tespiti için bir metodoloji oluşturulması ve hassas alanlarda su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik yönetim esaslarının ortaya konması amaçlanmıştır.

Bu amaç kapsamında; öncelikle hassas alanlar ile ilgili ulusal ve uluslararası mevzuat araştırılmış, hassas alanların belirlenmesi ve yönetiminde ilgili mevzuat gereklilikleri ortaya konmuştur. Hassas alanlar konusunda mevcut çalışmalar ve Avrupa Birliği üye ülke uygulamaları gözden geçirilmiş, pozitif ve negatif yönleri incelenerek ülkemize uygulanabilirliği tartışılmıştır. Hassas alanların belirlenmesi konusunda ülkemizde yürütülmekte olan proje çalışması kapsamında geliştirilen metodoloji incelenmiştir. Hassas alanların yönetimine ilişkin esasların belirlenmesi maksadıyla da suda ötrofikasyon yönetimi için kullanılan tüm yöntemler araştırılmış ve ülkemizde uygulanabilecek yöntemler avantaj ve dezavantajları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Ekolojik açıdan da önemli bir hassas su kütlesi olan Uluabat Gölü Alt Havzası pilot bölge olarak seçilmiş ve SÇD'nin bütüncül yaklaşım ilkesi çerçevesinde havzadaki tüm baskı unsurları, hesaplanan kirlilik yükleri değerlendirilmiştir. Mevcut analiz sonuçlarından yararlanılarak trofik durum tespiti yapılmıştır. Ötrofik olduğu tespit edilen gölün su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik kalıcı çözüm için öncelikle göle dış kaynaklardan gelen azot -fosfor yükünün azaltılması yönünde tedbirlerin alınması gerektiği sonucu elde edilmiştir. Bu kapsamda “Evsel ve Endüstriyel Atıksuların Arıtılması, Tarımsal Kirliliğin Önlenmesi, Katı Atıkların Düzenli Depolama Sahasına Taşınması, Ağaçlandırma Çalışmalarının Yapılması, Saz Kesim Planlarının Oluşturulması” tedbirleri belirlenerek uygulama takvimleri oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hassas su alanı, hassas bölge, ötrofikasyon, entegre su yönetimi.

ABSTRACT

In this study, it is aimed to form a methodology for the determination of sensitive water areas in terms of water pollution, nitrate sensitive water areas and nitrate vulnerable zones, and to reveal management principals to be taken to improve water quality in sensitive water areas.

Within the scope of the aim, primarily, national and international legislation related to sensitive areas have been investigated and legislation requirements for the identification of sensitive areas and management have been presented. Existing studies and EU member country practices in sensitive areas have been revised and the applicability to our country by analyzing the positive and negative aspects has been discussed. The methodology developed within the Project that is being carried out in our country on the identification of sensitive areas has been examined. All the methods used for the management of eutrophication in water have been researched and the methods that can be applied in our country have been evaluated with the advantages-disadvantages in order to determine management principals on sensitive areas. Uluabat Lake Sub Basin which is also an important ecologically sensitive water body has been chosen as a pilot area. All forms of pressures and calculated pollution loads that resulted from urban, industrial and agricultural activities have been evaluated in the context of a holistic approach to the principles of the WFD. Trophic status has been determined by analyzing the present monitoring studies results and primarily, the conclusion that measures should be taken regarding as reduction of nitrogen-phosphorus load from external sources to the lake have been obtained for a permanent solution. In this context, "Treatment of Domestic and Industrial Wastewater, Prevention of Agricultural Pollution, Carrying to the Landfill of Solid Waste, Reforestation and Formation of the Bulrush Cutting Plan" measures that are necessary to improve the eutrophic lake's water quality and implementation schedule have been determined.

Keywords: sensitive water areas, vulnerable zone, eutrophication, integrated water management.

I. GİRİŞ

Su, sadece insanlar için değil ekosistemi oluşturan tüm bitki ve hayvanlar için yaşamın temel unsurlarından biri olup sosyal ve ekonomik değeri olan doğal bir kaynaktır. Su ihtiyacının sürekli artmasına karşın yeryüzündeki suların ancak % 3'ü tatlı ve kullanılabilir sulardır. Küresel ısınma neticesinde meydana gelen iklim değişikliği ile birlikte; kuraklık, nüfus artışı, sanayileşme, tarım faaliyetleri ve kişi başı tüketilen su miktarının artmasıyla yaşanan/yaşanacak olan su sıkıntısı, su kaynaklarımızın verimli bir şekilde kullanılmasını, korunmasını ve kirletilmesinin önlenmesi ile birlikte iyileştirilmesi çalışmalarını mecburi kılmaktadır.

Kentsel atıksular, endüstriyel atıksular ve tarımsal alanlardan gelen yüzeysel akış suları su ortamının fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerini doğrudan ve dolaylı bir şekilde etkileyerek mevcut sistemin ekolojik yapısını değiştirdikleri gibi taşıdıkları besin maddeleri (nütrient) nedeniyle alg üretiminin artmasına ve su kalitesinin bozulmasına da sebep olmaktadır. Alglerin zamanla ölmesi ve çürümesi sonucunda ise suda oksijen miktarı azalarak ötrofikasyon meydana gelmektedir [1, 29].

Ötrofikasyon biyolojik bir olay olarak pek çok faktörün etkisinde ortaya çıkan bir su kalitesi problemi [2]. Ötrofikasyon oluşumunun başlıca nedenlerinden olan ve organik atığın mikrobiyal bozunması sonucunda ortaya çıkan amonyak, nitrat, nitrit, fosfat ve diğer inorganik maddeler sadece su kalite parametrelerini değiştirmekle kalmayıp bentik canlıları etkilemekte, habitat değişimine neden olmakta ve alanın hassas alan haline gelmesine neden olmaktadır.

Ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli önlemler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek doğal tatlı su gölleri, diğer tatlı su kaynakları, haliçler ve kıyı suları, önlem alınmaması halinde yüksek nitrat konsantrasyonları içerebilecek içme suyu temini amaçlanan yüzeysel tatlı sular ve daha ileri arıtma gerektiren alanlar da "hassas su alanı" olarak tanımlanmaktadır [3]. Dolayısıyla hassas alanların tanımlanması ötrofik olma durumuna bağlıdır. Ötrofikasyonun, hassas alanların

belirlenmesine başlanmadan önce net bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Artan su talebine karşılık kullanılabilir tatlı su kaynaklarının azlığı, hassas su alanlarında iyileştirme çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla hassas su alanlarının belirlenmesi, bunun için bir metodoloji oluşturulması ve ötrofikasyonun önlenmesine yönelik tedbirlerin tespit edilerek uygulamaya geçilmesi büyük önem arz etmektedir. Özellikle ötrofikasyonu sınırlandırdığı düşünülen besin maddesinin ve su kütlelerine giren kirletici türlerinin doğru bir şekilde tespiti, hassas alanların etkin bir şekilde yönetimi için ötrofikasyon kontrolünde oldukça önemlidir.

Mevcut ve gelecekteki gereksinimlerin karşılanıp, su kaynaklarının yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri de kapsayacak entegre bir yönetim yaklaşımı ile ele alınması gerektiği, son yıllarda gündeme gelmiş ve diğer ülkelerde uygulanmaya başlanmıştır. Entegre yönetimin esası, suyun hem bir doğal kaynak hem de miktar ve kalitesine bağlı olarak, kullanım amacı değişebilen, bir meta olarak kabul edilmesidir [4].

Avrupa Birliği de entegre yönetimi benimseyerek su mevzuatını Su Çerçeve Direktifi (SÇD) ile uygulamaya geçirmiştir. Avrupa Birliği üye ülkelerinde uygulanmakta olan Su Çerçeve Direktifi ile bağlı direktiflerdeki “Havza Bazlı Entegre Su Yönetimi Yaklaşımı” Türkiye’de de benimsenmiş olup, hassas alanların belirlenmesi ve yönetimi konusunda da bu yaklaşım dikkate alınmaktadır. SÇD daha önceki AB mevzuatının -Kentsel Atık Su Arıtımı Direktifi (KASAD), Nitrat Direktifi’nin- ortaya koyduğu gerekleri de tamamen dikkate alarak suda ötrofikasyon yönetimi için daha tutarlı ve bütüncül bir yaklaşım ortaya koymaktadır [1].

Hassas alanlar konusundaki mevzuat eksikliği de göz önüne alınarak bu tez çalışmasının, hassas alanların belirlenmesi ve yönetiminde yararlanılacak, kılavuz niteliğine sahip bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

II. ULUSAL VE ULUSLARARASI MEVZUAT

Su sıkıntısının yaşanması ve su kirliliğinin günümüzde giderek önemli boyutlara ulaşması; ülkeleri bu konuda ciddi önlemler almaya zorlamış ve bu da bu alanda pek çok mevzuatın oluşması sonucunu doğurmuştur. Çalışma kapsamında yararlanılacak olan ulusal ve uluslararası mevzuat ile ilgili özet bilgiler aşağıdaki bölümde verilmiştir.

2.1 Uluslararası Mevzuat

Avrupa Birliği (AB) ülkeleri, sanayileşme düzeyi ve nüfus yoğunlukları nedeniyle, su kaynaklarına yönelik çevresel tehditlerin en yoğun olduğu ülkelerdir. Bu nedenle AB, su kalitesinin artırılmasından, denizlerdeki kirlenmenin engellenmesine, sınırötesi sorunlarla bölgesel ve uluslararası düzeyde mücadeleden, sulara karışan tehlikeli maddelere kadar birçok düzenleme içeren kapsamlı bir su politikasına sahiptir. AB, 1970’li yıllardan itibaren gerek yüzey suları gerek yer altı suları gerekse de kıyı sularının korunmasına ilişkin oldukça geniş kapsamlı hukuki düzenlemeler oluşturmuştur [5]. Bu düzenlemeler arasında ötrofikasyon ve buna bağlı olarak hassas alanlar ile birebir ilişki içerisinde olanlar “91/271/EEC sayılı Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerine İlişkin Direktif (KASAD)”, “91/676/EEC sayılı Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitratların Neden Olduğu Kirlenmeye Karşı Suların Korunması Hakkında Direktif (ND)” ve en önemlisi ise 23 Ekim 2000 tarihli, “2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD)” dir.

2.1.1 Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi

Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi (KASAD), kentsel ve özellikle belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan (gıda endüstrisi) atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjını kapsamakta ve bu deşarjların olumsuz etkilerinden çevreyi korumayı amaçlamaktadır. Direktif kapsamına alınan endüstriyel sektörler; süt ve süt ürünleri, meyve ve sebze işleme, içki ve meşrubat üretimi, maya endüstrisi, patates işleme, et ürünleri, hayvan yemi üretimi, jelatin ve tutkal üretimi ve balık işleme tesisleridir.

Direktifin en önemli yanlarından biri “hassas alan” kavramının ve bu alanlara uygulanacak atıksu deşarj standartlarının tanımlanmış olmasıdır. Buna göre “**hassas alan**” ötrofik olduğu belirlenen ya da gerekli önlemler alınmaz ise yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek tatlısular, haliçler ve kıyı suları, içme suyu temini amaçlanan, 50 mg/l nitrat içeren ya da içirme ihtimali bulunan yüzey suları, başka direktifler ile uyum sağlanabilmesi için daha ileri arıtma gereken alanlar olarak tanımlanmıştır.

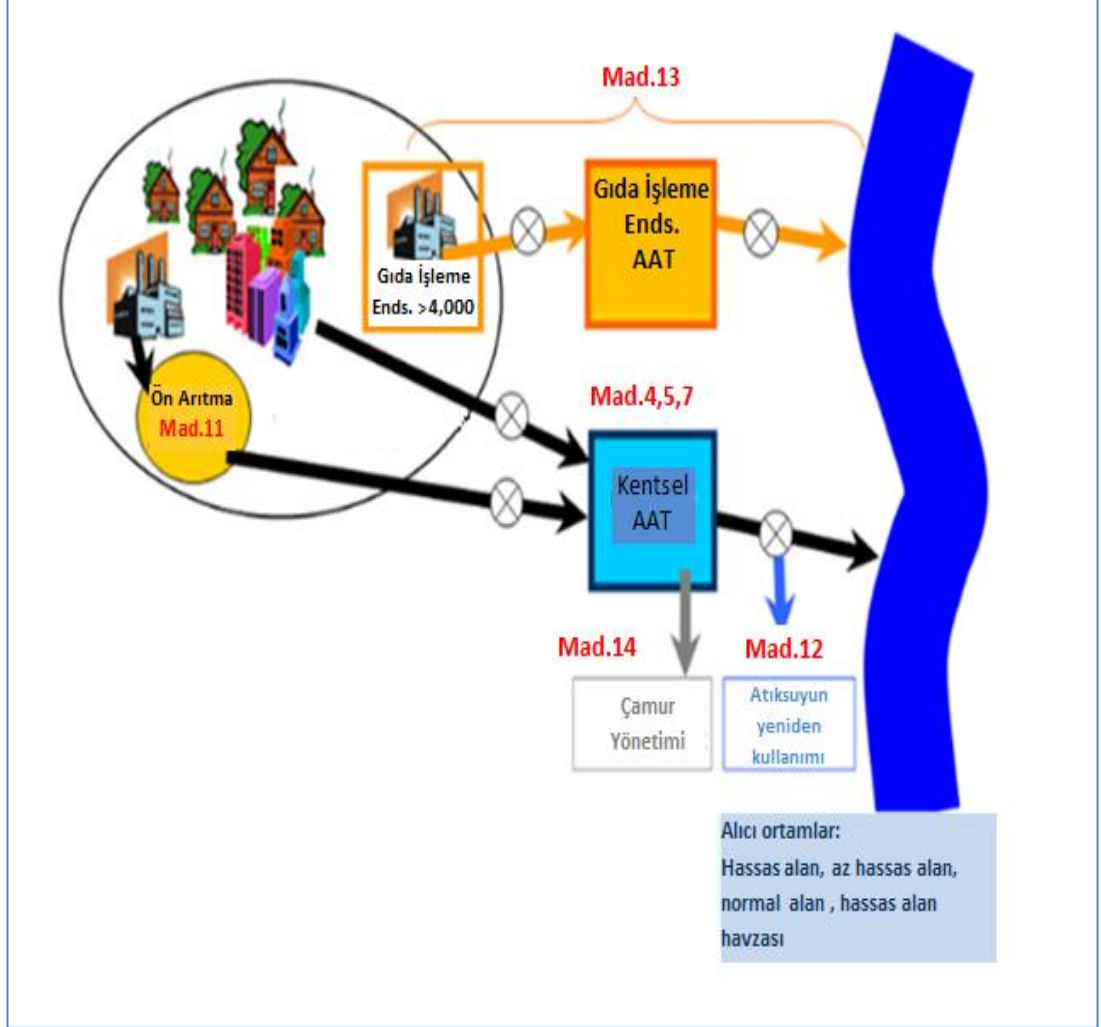
Öte yandan, direktifte bir de “az hassas alan” tanımı yer almaktadır. Direktife göre “**az hassas alan**”; “herhangi bir atıksu deşarjında, morfolojik, hidrolojik veya spesifik hidrolik koşullarda olumsuz bir çevresel etki yaratmayan deniz suları”olarak tanımlanmıştır.

Direktif’e göre her üye ülke 31 Aralık 1993 tarihine kadar kendi hassas ve az hassas alanlarını belirlemek zorundadır. Öte yandan eğer herhangi bir üye ülke kendi topraklarında hassas alanlar için tanımlanmış deşarj standartlarından daha sıkı standartlar uyguluyorsa, o ülkenin hassas alanlarını belirlemesi zorunlu değildir. Bu durum o ülkenin tamamen hassas alan sayılması anlamına gelmektedir. Direktifin uygulanması kapsamında hassas ve az hassas alanların durumları her dört yılda bir gözden geçirilmeli ve her iki yılda bir de durum raporlarının hazırlanarak uygulama programlarının oluşturulması gerekmektedir. Direktif ile ilgili önemli husuları içeren maddeler ve gereklilikleri Şekil 1’de gösterilmektedir [8].

Direktifin başlıca gereklilikleri:

- ✓ Eşdeğer nüfusu 2000’den fazla olan tüm yerleşimler için kentsel atıksu toplama sistemlerinin (kanalizasyon) ve arıtma tesislerinin kurulması,
- ✓ Hassas olarak tanımlanan ve eşdeğer nüfusu 2000’den fazla olan yerleşimlerde tüm deşarjlar için ikincil arıtmanın; eşdeğer nüfusu 10000’den fazla olan yerleşimlerden yapılan deşarjlar için ise daha ileri arıtmanın uygulanması,
- ✓ Tüm kentsel atıksu ve direktifte değinilen sektörlere ait endüstriyel atıksu deşarjları için ön şartlar ve/veya özel izin gerekliliği,

- ✓ Arıtma çamurlarının bertarafının ve yeniden kullanımının sağlanması, uygun olduğu takdirde arıtılmış atıksuyun yeniden kullanımının sağlanması,
- ✓ Arıtma tesisleri performansının ve alıcı ortamların izlenmesidir [6].



Şekil 1. Direktifte önemli hususlar

Direktif, hassas, yarı hassas ve normal alanlarda nüfuslara bağlı olarak tamamlanması gereken altyapı uygulamaları için zaman kısıtlamaları da getirmiştir. Tablo 1’de direktif gereği atıksu deşarjlarının kontrolü için uyulması gereken zamanlama özetlenmektedir [7].

Tablo 1. AB üye ülkeleri için öngörülen zamanlama tablosu

Nüfus Eşdeğeri	0-2000	2000-10000	10000-15000	15000-150000	+150000
Hassas Alanlar	Toplama varsa 31.12.2005'e kadar uygun arıtma(1)	Toplama zorunlu 31.12.2005'e kadar ikincil arıtma(2)	Toplama zorunlu 31.12.1998'e kadar daha ileri arıtma(3)	Toplama zorunlu 31.12.1998'e kadar daha ileri arıtma	Toplama zorunlu 31.12.1998'e kadar daha ileri arıtma
Normal Alanlar	Toplama varsa 31.12.2005'e kadar uygun arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2005'e kadar ikincil arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2005'e kadar ikincil arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2000'e kadar ikincil arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2000'e kadar ikincil arıtma
Az Hassas Alanlar	Toplama varsa 31.12.2005'e kadar uygun arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2005'e kadar uygun arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2005'e kadar birincil (4) veya ikincil arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2000'e kadar birincil veya ikincil arıtma	Toplama zorunlu 31.12.2000'e kadar ikincil arıtma

(1) Uygun arıtma: Direktifin gerektirdiği standartlara uygun toplama (kanalizasyon) ve arıtma projesi

(2) İkincil arıtma : Biyolojik arıtma prosesi veya eşdeğeri

(3) Daha ileri arıtma : Karbonun yanında azot ve fosforunda giderildiği arıtma projesi

(4) Birincil arıtma: Askıda katı maddelerin çöktürülmesini içeren fiziksel ve/veya kimyasal arıtma prosesi.

Tablo 2. 91/271/EEC Direktifine göre deşarj kriterleri

Parametre	Max. Konsantrasyon (mg/L)	Min.Azaltma (%)
BOI₅	25	70-90
KOI	125	75
TAK	35	90

NOTLAR:

1. Max.konsantrasyon veya min. giderim % sinden biri sağlanacaktır.
2. Ölçümler 24 saatlik numuneler üzerinden yapılacaktır.
3. Tesis büyüklüğüne bağlı olarak, yıllık asgari numune sayısı ve izin verilen "ihlal" sayısı Direktif Eki Çizelge 3'de verilmiştir.
4. Tek numunedeki maksimum sapma BOI₅ ve KOI için %100, TAK için %150 ' dir

Tablo 3. Ötrofik Hassas Bölgelerde Atıksu Deşarj Kriterleri

Parametre	MAx. Konsantrasyon (mg/L)	Min.Azaltma (%)
Toplam Fosfor (TP)	2 (NE: 10000 – 100000) 1 (> 1000000)	80
Toplam Azot (TN)	15 (10000 – 100000) 10 (NE≥100000)	70-80

NOTLAR:

1. Max.konsantrasyon veya min. giderim % sinden biri bir parametre için sağlanacaktır. Not.4 deki değerlendirme için N ve P birlikte incelenir.
2. Numunelerin yıllık ortalama değerlerine bakılacaktır.
3. Toplam Azot = Organik N+ NH₃/ NH₄ -N + NO₂-N + NO₃-N
4. Her bir arıtmannın Not.1'e göre değerlendirilmesi yerine, Havzadaki tüm tesisler için %75 giderim performansı aranır. Bu durumda N ve P birlikte değerlendirilir.

2.1.2 Nitrat Direktifi

Avrupa Toplulukları Konseyi, 91/676/EEC sayılı kısaca Nitrat Direktifi (ND) olarak bilinen Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Direktifi'ni 12 Aralık 1991 tarihinde kabul etmiştir.

Nitrat Direktifi'nin temel amacı; tarımsal kaynaklardan gelen nitratın yol açtığı ya da tetiklediği su kirliliğinin azaltılması ve gelecekte meydana gelebilecek kirlilik artışının önlenmesidir.

AB Üye Ülkeleri, 50 mg/l'den fazla nitrat içeren ya da önleyici tedbirler alınmadığı takdirde nitrat konsantrasyonu artabilecek her türlü yüzey ve yeraltı suyunu kirli kabul etmek zorundadır. Madde 3(1) ve Ek-1'de üye ülkelerin kirli suyu “ ötrofik olan ya da önleyici tedbirler alınmadığı takdirde ötrofik hale gelebilen her türlü doğal tatlı su nehri, göller, geçiş suları, haliçler, kıyı suları ve deniz suları” olarak tanımlamasını istemektedir. Bu sulara direne olan ve kirliliğin oluşmasına etkisi olan alanlar da “**Nitrata Hassas Bölgeler (NHB)**” olarak ifade edilmektedir.

Direktifin Başlıca Gereklilikleri:

- ✓ Nitrat kirliliğinden etkilenmiş veya etkilenebilecek su kaynaklarının belirlenmesi,
- ✓ Nitrata hassas bölgelerin belirlenmesi,

- ✓ İyi Tarım Uygulamaları kodlarının hazırlanması,
 - ✓ Nitrata Hassas Bölgelerde “Eylem Planlarının” hazırlanması,
 - ✓ Ulusal İzleme Ağı ve Raporlama sisteminin oluşturulması,
- şeklinde sıralanabilir [9].

İyi Tarım Uygulamaları Kodu:

Gübrenin hangi koşullarda uygulanması, depolanması, araziye yayılırken hangi teknolojinin kullanılacağı ve farklı bitkiler için uygulama normlarını düzenleyen iyi tarım uygulamaları kodu çiftçiler tarafından gönüllü olarak uygulanmaktadır. Ancak hassas alan olarak belirlenen bölgelerde uygulanması zorunludur. Bu kodlar temel olarak şunları kapsamalıdır:

- ✓ Bitkinin yalnızca bitki besin maddesine ihtiyaç duyduğu zaman N almasına izin vermek için tarlaya gübre atılabilecek dönemleri sınırlayan önlemler,
- ✓ Gübre uygulaması için koşulları sınırlandıran önlemler (aşırı eğimli araziler , donmuş veya karla kaplı araziler, nehir yollarının kıyıları),
- ✓ Hayvan gübresi için minimum depolama kapasitesi gerekliliği,
- ✓ Nemli mevsimlerde sızıntıyı sınırlandırmak için ekim nöbeti, kış için örtücü bitkiler, ara ürünler vb.[9,10].

Eylem Programları:

Eylem Planları veya programları çiftçiler tarafından zorunlu olarak uygulanmalıdır. Üye ülkelerin, bu alanlarda veya ülke topraklarının tümünde hayvan gübresi ve kimyasal gübre depolanması ve uygulanmasına ilişkin zorunlu önlemleri içeren Eylem Programlarını oluşturmaları gerekmektedir. Araziye her yıl uygulanacak hayvan gübresi miktarının 170 kg N/ha'ı geçmemesi gerektiği direktifte belirtilmektedir. Direktif, Üye Ülkelerin Eylem Programlarının etkinliğini değerlendirmek üzere izleme programları oluşturup, uygulamasını şart koşmaktadır. Nitrata hassas alanların her dört yılda bir gözden geçirilmesi direktifte belirtilen bir diğer husustur [9,10].

2.1.3 Su Çerçeve Direktifi

23 Ekim 2000 tarih ve 2000/60/EC sayılı Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi (SÇD), Avrupa çapında entegre su yönetimine bir çerçeve oluşturmak amacı ile 22 Aralık 2000 tarihinde yürürlüğe girmiştir. SÇD'nin amacı; yerüstü sularının, geçiş sularının, kıyı sularının ve yer altı sularının korunması için (aşağıdaki işlevleri içeren) bir çerçeve oluşturmaktır:

- ✓ Sucul ekosistemlerin, karasal ekosistemlerin ve sucul ekosistemlere doğrudan bağımlı olan sulak alanların mevcut durumlarının daha fazla bozulmasını önlemek, korumak ve iyileştirmek,
- ✓ Mevcut tüm yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının uzun süre kullanımının sağlanması için sürdürülebilir su kullanımını teşvik etmek,
- ✓ Su kaynaklarına yapılan öncelikli maddelerin deşarjlarını, emisyonlarını ve kayıplarını aşamalı olarak azaltmayı sağlamak ve öncelikli tehlikeli maddelerin deşarjlarını, emisyonlarını ve kayıplarını durdurmak veya aşamalı olarak ortadan kaldırmak için spesifik önlemler olarak iyileştirmeyi sağlamak,
- ✓ Yeraltı sularının kirlenmesini zamanla azaltarak daha fazla kirlenmesini önlemek,
- ✓ Sellerin ve kuraklıkların olumsuz etkilerini hafifletmek,
- ✓ Deniz sularının ve çevresinin korunmasını sağlayarak öncelikli tehlikeli maddelerin deşarjlarını, emisyonlarını ve kayıplarını durdurmak ya da aşamalı olarak ortadan kaldırmak [11].

SÇD'nin en önemli hedefi ise; nehir havzası bazında yönetim kavramını yaygınlaştırmaktır. Bu yönetimde kaynaklar idari veya politik sınırlara göre değil, doğal coğrafik ve hidrolojik esaslara göre yönetilecektir. Direktif, nehir havzası yönetimi için nehir alt havzası da dahil olmak üzere adım adım uygulanması gereken bir yaklaşım tanımlamaktadır:

- ✓ Nehir havzalarının karakterizasyonu,
- ✓ Baskı ve etki analizi,
- ✓ Koruma alanlarının belirlenmesi ve haritalandırılması,
- ✓ İzleme programlarının oluşturulması,

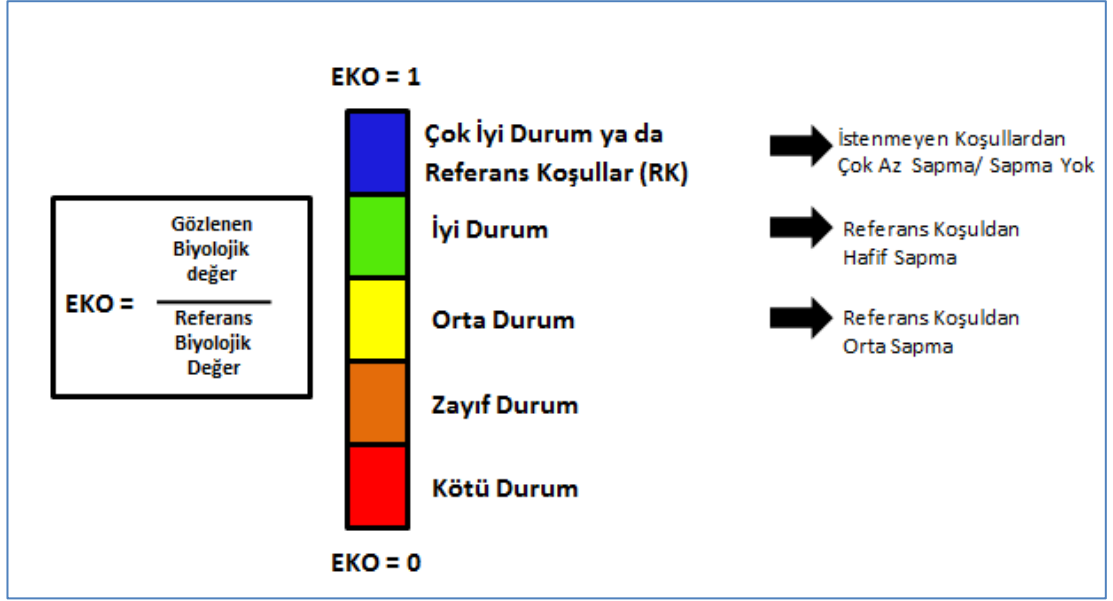
boşluk) analizidir. Bu analiz önlemler programı için temel oluşturmaktadır. İlk adımda su kütleleri tiplere ayrılmaktadır. Her bir tip için referans durumların belirlenmesi gerekmektedir. Su kütesinin beklenen durumu, izleme ile belirlenecek şu anki durum üzerinden gelecekteki durumunun tahminidir. İnsan aktivitelerinin etki analizinin amacı su sistemi üzerindeki en önemli baskıların ortaya çıkartılmasıdır. Bu anlayış, önlemlerin mali uygunluğunun değerlendirmesi ile beraber güvenilir ve savunulabilir önlemler programı oluşturulmasını sağlamayı amaçlamaktadır. Tüm bu adımlardan sonra hangi önlemlerin alınması gerektiği netleşecek; maliyeti en uygun ve etkili önlemlerin uygulanması, suların daha temiz ve güvenli olmasını sağlayacaktır [12].

Direktifin 4. Maddesinde belirtilen çevresel hedefler kapsamında, 2015 yılı itibariyle Avrupa Birliği sınırları içindeki tüm yeraltı ve yerüstü sularının “iyi durum” (good status) seviyesine ulaşması beklenmektedir. Çevresel hedefler kimyasal, morfolojik ve biyolojik unsurlardan oluşan tüm su kütleleri için belirlenen amaçlardır. Bu, yüzey suları için, hem ekolojik durum hem de kimyasal durumun en az ‘iyi’ olmasını gerektirmektedir. İyi durumun, Nehir Havzası Yönetimi Planları’nda belirtildiği şekilde -SÇD Madde 11 ve 13- ve nehir havzası karakterizasyonu sonuçları doğrultusunda bir önlemler programının uygulanması ile sağlanacağı ifade edilmiştir.

Su Çerçeve Direktifi, Üye Ülkelerin yüzey suyu kütlelerinin ekolojik durumunu “**çok iyi, iyi, orta, zayıf ve kötü**” olmak üzere beş ekolojik durum sınıfından birine yerleştirmesini gerektirmektedir. Büyük ölçüde değiştirilmiş ve yapay su kütlelerinin sınıflandırmaları da benzer şekilde “çok iyi, iyi, orta, zayıf ve kötü Ekolojik Potansiyeli” belirlenerek yapılmaktadır.

Bir su kütesinin ekolojik durumu, su kütesinin yapısının kalitesi ve sucul ekosisteminin işleyişinin bir ifadesidir. Ekolojik Durum, gözlemlenen değerlerin tipe özgü referans koşullardan sapmalarını gösteren Ekolojik Kalite Oranlarına göre belirlenir. Bu oran, sıfır (en kötü sınıf) ile bir (en iyi sınıf) arasında sayısal bir değer olarak ifade edilir [1].

Ekolojik kalite oranı:



Şekil 3. Ekolojik Kalite Oranı (EKO) sınıfları ve hesaplanması

2.1.3.1 SÇD’de Hassas Alan Kavramı

Bölüm 1’de belirtildiği gibi hassas alan kavramı ve ötrofikasyon terimi birebir ilişkili olup Avrupa Birliği (AB) mevzuatında da hassas alan kavramı ötrofikasyon terimi ile ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla söz konusu mevzuatlarda ötrofikasyon ve yönetimine ilişkin hususlar ortaya konmaktadır.

Bir dizi Topluluk Direktifi, Üye Ülkelerin, ötrofikasyonla ilgili parametreleri izlemesini ve ekolojik açıdan yön verecek kılavuz değerler belirlemesini gerektirmektedir; ancak yalnızca KASAD ve ND ötrofikasyon değerlendirmesini bir gereklilik olarak açıkça ortaya koymaktadır (ilk direktif “hassas alanları”, yani hassas su kütlelerini belirleme uygulamasıyla; ikincisi ise “kirlenmiş suları” belirleme ve ardından nitrata hassas bölgeleri tespit etme uygulamasıyla).

Söz konusu bu direktiflerde “ötrofikasyon” terimi açık bir şekilde belirtilmekte olup KASAD’da hassas alanların ve arıtma koşullarına uygunluğunun belirlenmesi, ND’de ise nitrata hassas bölgelerin tespit edilip eylem programlarının uygulanması ile iki direktifin de ötrofikasyonla mücadele kapsamında önlemler ortaya koyduğu

görülmektedir. Su Çerçeve Direktifi ise ötrofikasyonun açık ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi için bir temel sağlamakta ve daha önceki AB mevzuatının ortaya koyduğu gerekleri de tamamen dikkate alarak suya nutrient girdisinin (ötrofikasyon) yönetimi için daha tutarlı ve bütüncül bir yaklaşım ortaya koymaktadır. SÇD ayrıca yüzey suyu kütlelerinin ekolojik durumunu sınıflandırırken ötrofikasyonun değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedir [1].

SÇD’de hassas alan kavramı, Madde 6 ve Ek-IV’de belirtilen “ koruma alanları” ile ilgili hükümlerde yer almaktadır. Direktifte belirtilen koruma alanları:

- ✓ insani kullanım amaçlı su temini için tahsis edilen alanlar,
- ✓ ekonomik bakımdan önemli sucul türlerin korunması için tahsis edilen alanlar,
- ✓ 76/160/EEC sayılı Yüzme Suyu Direktifi uyarınca yüzme suyu olarak tahsis edilen alanlar dahil, rekreasyon alanları olarak tahsis edilen su kütleleri,
- ✓ KASAD ile belirlenen hassas su alanları ve ND ile belirlenen nitrata hassas bölgeler dahil olmak üzere nütrient açısından hassas alanlar,
- ✓ 92/43/EEC sayılı Habitat Direktifi ve 79/409/EEC sayılı Kuş Direktifi altında tahsis edilen Natura 2000 alanları dahil olmak üzere korumanın özellikle su durumunu koruma ve iyileştirmeye dayandığı habitatlar ya da türlerin korunması için tahsis edilen alanlar,

olarak tanımlanmaktadır [11].

Koruma alanlarının kendi hedefleri ve standartları bulunmaktadır. SÇD çerçevesinde belirlenen ve kaydedilen bütün koruma alanlarının, SÇD’ye uygun olarak entegre nehir havzası yönetimi kapsamında dikkate alınması gerekmektedir. Koruma alanı kapsamındaki su kütlelerinin SÇD hedeflerine ilave hedefleri bulunabilir.

Koruma alanları için ilave izleme ihtiyaçları belirlenir. Koruma alanlardaki izleme tüm önemli baskıların boyutunu ve etkisini yansıtacak şekilde yapılmalıdır. İzleme,

alanların koruma alanı olarak ilan edildikleri direktifin gerekliliklerine ulaşana kadar veya çevresel hedeflere ulaşılan kadar devam edecektir [42].

Diğer taraftan SÇD'nin 10. Maddesinde belirtilen “Bütüncül Yaklaşım İlkesi” çerçevesinde, üye ülkelerin ilgili direktiflerin gerekliliklerini de karşılayacak şekilde noktasal ve yayılı kaynaklı kirliliğin kontrolü için uygulamalar tanımlanmaktadır. Üye ülkeler yerüstü sularına yapılan bütün deşarjların bu maddede belirtilen bütüncül yaklaşıma uygun olarak kontrol edilmesini sağlamalıdır.

Üye ülkeler aynı zamanda;

- ✓ mevcut en iyi tekniklere dayalı emisyon kontrollerinin yapılması,
- ✓ ilgili emisyon sınır değerlerinin oluşturulması,
- ✓ yayılı kaynaklı kirliliğin bulunması halinde kontroller dahil olmak üzere en iyi çevresel uygulamaların gerçekleştirilmesini

sağlamakla yükümlüdürler. Bunların dışında direktife göre; nutrient zenginleşmesi nedeniyle risk altında olan su kütlelerini izlemek amacıyla, Üye Ülkeler nutrient zenginleşmesinin etkilerine en duyarlı biyolojik kalite unsuru veya unsurlarının göstergesi olan parametrelerin yanı sıra su kütlesine önemli miktarlarda deşarj edilen nutrientleri de izlemelidir. İzleme, ekolojik durum sınıflandırmasında yeterli bir düzeyde güvenilirlik ve kesinliğe ulaşabilmeyi sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Ötrofikasyonla ilgili minimum izleme sıklıkları da Direktifte belirlenmiştir.

Direktif hedeflerine ulaşamama riski taşıyan su kütlelerinde operasyonel izleme yapılmalıdır. Operasyonel izlemeyle elde edilen izleme verileri, söz konusu su kütlelerinin durumunu belirlemek ve yönetim önlemleri sonucu durumlarında meydana gelen değişimleri değerlendirmek için kullanılmalıdır. Hassas alan veya ötrofikasyonla ilgili direktiflerde yer alan değerlendirme ve izlemeye yönelik koşullar Tablo 4’de genel hatlarıyla özetlenmiştir.

Tablo 4. Ötrofikasyonla ilgili direktifler ve gereklilikleri

DİREKTİF	ÖTROFİKASYON DEĞERLENDİRME GEREKLERİ	ÖTROFİKASYONLA İLGİLİ MİNİMUM İZLEME GEREKLERİ
Su Çerçeve Direktifi	Nutrient zenginleşmesinin biyolojik ve fiziko-kimyasal kalite unsurlarını etkilediği Ekolojik Durum sınıflaması içinde yer almıştır.	-Fitoplankton (6 ay), sucul flora (3 yıl), -Makro omurgasızlar (3 yıl), balıklar (3 yıl) -Hidromorfolojik kalite unsurları (Hidroloji sürekli - 1 ay; diğerleri 6 yıl) -Fiziko-kimyasal kalite unsurları (3 ay)
Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi	Ötrofikasyondan etkilenmiş su kütleleri veya önlem alınmazsa yakın gelecekte ötrofikasyondan etkilenebilecek su kütleleri uyarınca hassas alanları belirlemek amacıyla	En az dört yılda bir mevcut hassas alanlar gözden geçirilir ve yeni alanlar tayin edilir.
Nitrat Direktifi	“Kirlenmiş suları” belirlemek ve bu suların havzasını nitrattan zarar görebilir bölgeler olarak tayin etmek	Yüzey suyu ve yeraltı suyu nitrat konsantrasyonunu belirlemek için bir yıllık süre boyunca izlenmelidir. Bu izleme programı en az dört yılda bir tekrarlanmalıdır. Yüzey suları, haliçler ve kıyı sularının ötrofikasyondan etkilenme durumu dört yılda bir gözden geçirilmelidir.

2.1.3.2 Ötrofikasyona Dayalı Su Kütleleri Sınıflandırması

SÇD’de belirtilen “ötrofik” terimi doğal trofik durumun insan kaynaklı baskılar nedeniyle dengeden çıktığı durumu ifade etmek için kullanılmaktadır. SÇD’ye göre “İnsan kaynaklı” ötrofikasyon anlayışı, SÇD’nin türe özgü referans koşullar doğrultusunda yaptığı yüzey suları ekolojik durum sınıflandırmasıyla uyumludur. Örneğin herhangi bir baskı unsuru (bu durumda nutrient girdileri) biyolojik kalite unsurlarında (fitoplankton kompozisyonu, miktarı ve biyokütlesinde) olumsuz değişime neden olmaktadır. Bu değişim de fiziko-kimyasal kalite unsurları (saydamlık, oksijen durumu) ve diğer biyotalar (makro omurgasızlar) üzerinde dolaylı etkiler gösterebilmektedir.

İnsan kaynaklı nutrient zenginleşmesi nedeniyle İyi Ekolojik Duruma ulaşamayan su kütlelerinin ötrofikasyondan olumsuz etkilendiği kabul edilmektedir. İlgili direktiflerde, insan kaynaklı ötrofikasyona dayalı olarak ötrofik su kütlelerinin nasıl sınıflandırıldığı Tablo 5’te özetlenmektedir. Tablodaki açıklamalar her bir sınıflamanın odağı ve kapsamını göstermektedir [1].

SÇD’de yer alan durum sınıflarıyla uyumlu bir bağ kurabilmek için, direktiflerde belirtilen terimler referans koşullardan farklı derecelerde ekolojik sapmanın sonuçları olarak yorumlanabilir. “Ötrofik” terimi istenmeyen etkilerin sıklıkla görüldüğü bir durumla özdeşleştirilebilir; diğer taraftan, “yakın gelecekte ötrofik hale gelebilir” terimi istenmeyen etkilerin görülmesinin gerekli olmadığı, ama ekolojik değişim düzeyinin bu tür etkilerin ortaya çıkabileceğini gösterdiği bir durumdur.

Dolayısıyla, alg / bitki kalitesi unsurlarıyla ilgili normatif tanımlamalar koyan metin temelinde, SÇD’de yer alan orta durum özellikle artan bir nutrient baskısı varsa “yakın gelecekte ötrofik hale gelebilirlik” durumuyla büyük ölçüde örtüşmektedir.

Su kalitesindeki bozulma arttıkça istenmeyen etkilerin ortaya çıkması olasılığı da artar ve orta durumdan zayıf ve kötü duruma doğru gidildiğinde koşullar “ötrofik” duruma denk gelmektedir. Orta durum, istenmeyen etkilerin hiç görülmediği iyi durum ile bu etkilerin giderek yaygınlaştığı ve daha ciddi olarak görüldüğü zayıf ve kötü durum arasında bir geçiş sınıfıdır.

Tablo 6’da belirtilen tanımlamalar mevcut durumun değerlendirilmesiyle ilgilidir. Ancak SÇD, gelecekteki bozulmayı önleme hedefi doğrultusunda, Üye Ülkelerin gelecekte durumun kötüleşmesi riskini de değerlendirmesini gerektirmektedir. Bu, şu anda iyi veya çok iyi durumda olan ve artan baskı nedeniyle gelecekte kötüleşebilecek su kütlelerinin de SÇD kapsamında Önlemler Programına dahil edilmesi anlamına gelmektedir.

Tablo 5. Farklı direktif ve politikalar kapsamında ötrofikasyonla ilgili hedefleri yerine getirmeyen su kütlelerinin sınıflandırılması

Direktif / Politika	Sınıflama	Yorum
SÇD	İyi Ekolojik Durumun altında (Ekolojik Durumda kötüleşme)	Alg ve bitki kalitesi bileşenleri için iyi bir ekolojik durum, hızlı büyümeden kaynaklanan istenmeyen etkilerin olmaması anlamına gelmektedir. Nutrient koşulları biyolojiyi desteklemelidir. Nutrient zenginleşmesi nedeniyle iyi ekolojik durumun altında olmak, bu kalite bileşenleri için bir ötrofikasyon sorunu olmaktadır. Tüm tatlı sularını ve geçiş sularını ve kara sularının mesafesini ölçmek için esas alınan hattın 1 deniz mili deniz tarafında kalan çizginin kara tarafında yer alan tüm kıyı sularını içine alır.
KASAD	Hassas alan	Hassas alanlar, (tatlı su kütleleri, haliçler ve kıyı suları da dahil olmak üzere) ötrofikasyondan etkilenmiş su kütleleri veya koruyucu önlem alınmazsa yakın gelecekte ötrofikasyondan etkilenebilecek su kütlelerini içine alır. Hassas alanların belirlenmesi, kirliliğin kaynağından bağımsız olarak (yani, kirliliğe kentsel atık su deşarjının mı yoksa tarımsal kaynakların mı neden olduğuna bakılmaksızın, çünkü her ikisi de ötrofikasyona katkıda bulunur) atık su arıtmayla ilgili eyleme geçilmesini sağlar.
Nitrat Direktifi	Havzaları nitrattan zarar görebilecek bölgeler olarak tayin edilen "Kirlenmiş sular"	Ötrofikasyondan etkilenmiş su kütleleri veya koruyucu önlem alınmazsa yakın gelecekte ötrofikasyondan etkilenebilecek su kütlelerini kapsayan "kirlenmiş suların" havzalarında nitrattan zarar görebilir bölgeler oluşturulmalıdır. Sadece tarımdan kaynaklanan azotun yol açtığı kirlilik için geçerlidir.

Tablo 6. Nutrient zenginleşmesi görülen sularda farklı direktiflere göre yürütülen değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması

MEVCUT DURUM DEĞERLENDİRMESİ			
Ekolojik durum	SÇD normatif tanımı	KASAD	Nitrat Direktifi
Çok iyi	Neredeyse hiç zarar görmemiş	Ötrofik değil, hassas alan olarak tayin edilmesine gerek yok	Ötrofik değil, kirlenmiş bir su değil, nitrattan zarar görebilir bölge olarak tayin edilmesine gerek yok
İyi	Kompozisyon ve biyokütlede küçük değişim	Ötrofik değil, hassas alan olarak tayin edilmesine gerek yok	Ötrofik değil, kirlenmiş bir su değil, nitrattan zarar görebilir bölge olarak tayin edilmesine gerek yok
Orta	Kompozisyon ve biyokütlede orta dereceli değişim	Ötrofik veya yakın gelecekte ötrofik hale gelebilir, hassas alan olarak tayin edilmesine gerek var	Ötrofik veya yakın gelecekte ötrofik hale gelebilir, kirlenmiş su, nitrattan zarar görebilir bölge olarak tayin edilmesine gerek var
Zayıf	Biyolojik topluluklarda önemli değişimler	Ötrofik, hassas alan olarak tayin edilmesine gerek var	Ötrofik, kirlenmiş su, nitrattan zarar görebilir bölge olarak tayin edilmesine gerek var
Kötü	Biyolojik topluluklarda ciddi değişimler	Ötrofik, hassas alan olarak tayin edilmesine gerek var	Ötrofik, kirlenmiş su, nitrattan zarar görebilir bölge olarak tayin edilmesine gerek var

İstenmeyen etkilerin ortaya çıkma olasılığını değerlendirmek için nutrient baskıları/konsantrasyonları, ötrofikasyonun etkileri hakkındaki veriler (büyük fitoplankton patlamaları, yeşil alg örtüsü, oksijen yetersizliği) ve ötrofikasyonu etkileyen diğer çevresel etkenler (ışık/bulanıklık, hidrodinamik koşullar, sıcaklık, vb.) de göz önünde bulundurulmalıdır. Bunların yanında aşağıdaki SÇD faaliyetleri de dikkate alınmalıdır:

- ekolojik durum değerlendirmesi – yakın geçmişte çok iyi durumdan iyi duruma doğru bir eğilim/gelişme olup olmadığı veya ötrofikasyonu belirleyen münferit kalite unsurları değerlerinde orta/zayıf/kötü duruma ve

dolayısıyla “ötrofik” duruma bir yönelim olup olmadığının değerlendirilmesi;

- gelecekteki durumu tahmin edip kötüleşmeyi önlemek için risk değerlendirmesi – bir su kütlelerinin yakın gelecekte ötrofik hale gelmesine sebep olabilecek baskılardaki beklenen değişimler hakkında bilginin kullanılması (tahmin analizi).

Özetle; SÇD durum sınıflandırması ve çevresel hedefler açısından, “ötrofik” teriminin istenmeyen etkilerin yaygın ve ciddi olduğu durumlarda kullanıldığı ve özellikle zayıf veya kötü durum tanımlamalarıyla örtüştüğü söylenebilir. Diğer taraftan KASAD ve Nitrat Direktifinin “yakın zamanda ötrofik hale gelebilecek” tanımının birbirini tamamlayan iki şekilde yorumlanabileceği ortaya konmaktadır:

- mevcut durum değerlendirmesi bağlamında, orta duruma (istenmeyen etkilerin bulunması şart değildir, ancak ekolojik değişimin derecesi, özellikle artan nutrient baskısı varsa, bu tür etkilerin ortaya çıkabileceğini göstermektedir) denk gelecek şekilde veya
- geleceğe yönelik durum değerlendirmesi bağlamında, özellikle çok iyi veya iyi durumdaki sular için Su Çerçeve Direktifi kötüleşmeyi önleme ilkesinin ihlal edilme riskiyle örtüşecek şekilde.

Ortanın iyi ve zayıf arasında bir geçiş sınıfı olduğuna ve KASAD veya Nitrat Direktifi bağlamında okunduğunda su kütlelerinin ekolojik etkilerin derecesine bağlı olarak “ötrofik hale gelebilir” veya “ötrofik” kategorilerde olabileceğine dikkat çekilmiştir.

SÇD ‘de yer alan sınıflar arası sınırları karşılaştırırken ötrofikasyonun birincil ve ikincil etkileri bakımından Ekolojik Durum değerlendirmesi ölçütlerini tanımlamak faydalıdır; Tablo 7’de böyle bir tanımlama yapılmaktadır. Çevresel önem taşıyan istenmeyen etkilerin orta Ekolojik Durumda ortaya çıkması beklenmektedir. Ortadan kötü duruma doğru gidildikçe olumsuz etkilerin olasılığı ve şiddeti artmaktadır [1].

Tablo 7. SÇD Ekolojik Durum değerlendirmesi için ötrofikasyonun birincil ve ikincil etkileri bakımından nitel kriter örnekleri

Ekolojik Durum	SÇD’de yer alan örnek tanım	Birincil etkiler (örneğin biyokütlesi)	İkincil etkiler (örneğin O₂ yetersizliği)
Çok iyi	Neredeyse hiç zarar görmemiş	Yok	Yok
İyi	İlgili biyolojik kalite unsurlarının miktar, kompozisyon veya biyokütlesinde küçük değişim	Çok az	Yok veya çok az
Orta	İlgili biyolojik kalite unsurlarının miktar, kompozisyon veya biyokütlesinde orta dereceli değişim	Biyokütle, miktar ve kompozisyon değişimleri çevresel açıdan önemli olmayabazlamıştır, örneğin kirliliğe toleranslı türler daha yaygındır.	Artan biyokütleden kaynaklanıp zaman zaman ortaya çıkan etkiler
Zayıf	Biyolojik topluluklarda büyük değişim	Kirliliğe duyarlı türlere sık rastlanmaz. Kirliliğe toleranslı türlerin sürekli artışı.	İkincil etkiler sık ve zaman zaman şiddetli düzeyde
Kötü	Biyolojik topluluklarda ciddi değişim	Tamamen kirliliğe toleranslı türlerin hakimiyeti.	Şiddetli etkilerin yaygınlaşması

Tablo 8’de farklı direktifler arasındaki ilişkilere ve özellikle bir önceki bölümde yer alan mevcut durum ve gelecekteki durum değerlendirmesi arasındaki ayrıma açıklık getirmek için bazı örnekler verilmektedir. Örneklerin tamamında kentsel atık suların ve tarımdan kaynaklanan kirliliğin önemli olduğu varsayılmaktadır.

2.1.3.3 Ötrofikasyon Kapsamında SÇD Ekolojik Durum Kavramı

Bu bölümde amaç; nutrient zenginleşmesi ve ötrofikasyon kapsamında, Su Çerçeve Direktifi normatif tanımları için önerilen ortak bir anlayış geliştirmektir. Bu tür bir anlayış, ötrofikasyona dayalı ekolojik durum sınıflandırmasına ve böylelikle interkalibrasyon uygulaması ve izleme programları tasarımına temel teşkil edecektir.

Tablo 8. SÇD değerlendirme sınıfları, geleceğe yönelik durum değerlendirmesi sonuçları

	Örnek A		Örnek B		Örnek C		Örnek D		Örnek E	
	Bugün	Gelecek	Bugün	Gelecek	Bugün	Gelecek	Bugün	Gelecek	Bugün	Gelecek
Çok İyi										
İyi										
Orta										
Kötü										
Zayıf										
KASAD veya Nitrat Direktifi uyarınca Eylem gerekli mi?	Evet, bu örnekte durum yakın gelecekte ötrofik hale gelebilir ve eylem gerekmektedir		Evet mevcut durum ötrofiktir veya yakın gelecekte ötrofik hale gelebilir, eylem gerekmektedir.		Hayır		Hayır. Bu örnek KASAD veya Nitrat Direktifi kapsamında önlemlerin alınmış olduğu ve bu önlemlerin SÇD hedeflerini gerçekleştirme tahmin edildiği bir durumu yansıtmaktadır.		Evet. Bu örnek KASAD veya Nitrat Direktifi kapsamında önlemlerin alınmış olduğu, FAKAT bu önlemlerin SÇD hedeflerini gerçekleştirme tahmin edildiği bir durumu yansıtmaktadır.	
SÇD Önlemler programı uyarınca eylem gerekli mi?	Evet eyleme geçilmezse durumun kötüleşeceği tahmin edilmektedir dolayısıyla önlemler alınması gerekmektedir		Evet iyinin altında bir durum.SÇD hedefleri karşılanmamaktadır		Hayır		Hayır, mevcut durumda alınmış önlemler dışında önleme gerek yoktur.		SÇD Önlemler programı uyarınca ek önlemler alınması gerekmektedir.	

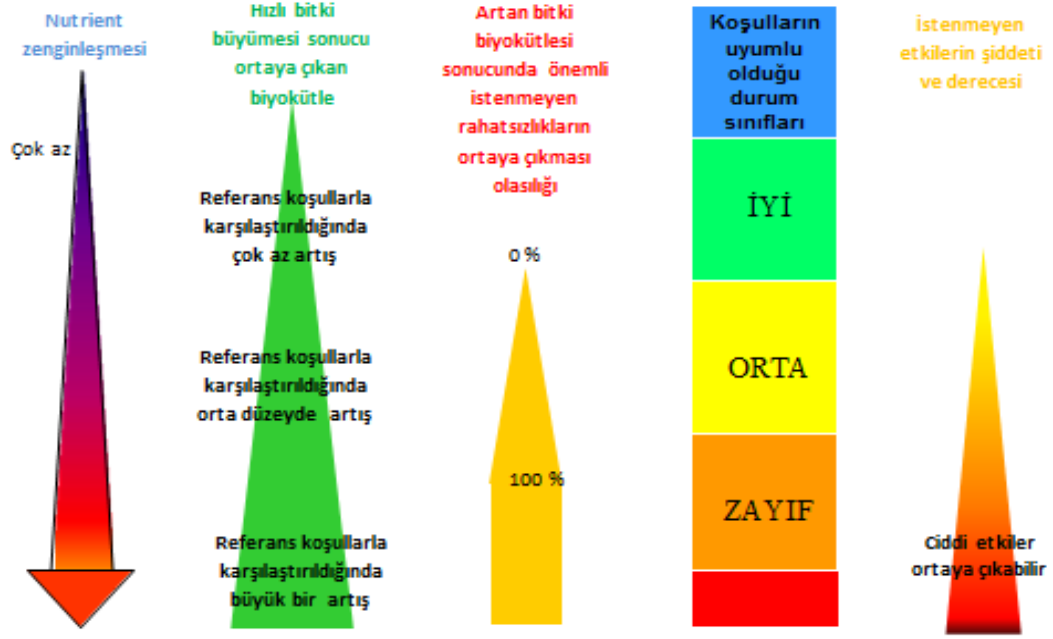
a) En hassas biyolojik kalite unsurları

Genel bir kural olarak, sucul flora, nutrient koşullarındaki değişiklikler karşısında, bentik omurgasızlar veya balıklara göre daha erken tepki vermektedir. Sucul florada farklı kalite unsurlarının (makrofitler, fitobentos veya fitoplankton) nutrient zenginleşmesi karşısındaki hassasiyeti, su kategorisi, yüzey suyu kütlesi tipi, kalitesi ve nutrient yüklerinin miktar ve taşınımının yanı sıra akış koşulları, tuzluluk veya bulanıklık gibi bir takım özel çevresel koşullara göre de değişiklik gösterebilir. Ayrıca, gerek kötüleşme gerekse iyileşme şeklinde gerçekleşen ötrofikasyon durum değişimlerine en hassas kalite unsuru veya parametresi, değişen baskı durumuyla su kütlesinin biyolojik topluluğunun 'denge'ye doğru gelişmesine bağlı olmaktadır.

Örneğin, fitoplankton, fitobentos ve makroalgler nutrientlerini su kolonlarından alırlar ve uygun koşullar altında hızla kolonileşebilir, büyüyebilir ve üreyebilirler. Sonuç olarak, nutrient konsantrasyonundaki değişimlere hızlı bir şekilde tepki verme eğilimi gösterirler. Ancak bu kalite unsurları karakteristik açıdan son derece değişken olabilirler. Bu durum da söz konusu canlıların koşullarının güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırabilir.

Makrofitler ve angiospermeler nutrientlerini sedimandan veya sediman-su kolonunun bileşiminden alırlar. Bu canlıların nutrient zenginleşmesine tepkisi fitoplankton, fitobentos ve makroalglerinkinden daha yavaştır ve bu nedenle daha kolaylıkla gerçekleştirilecek güvenilir bir değerlendirme yapılabilmektedir. Diğer taraftan, sadece makrofitlere ve angiospermelere dayanarak yapılan değerlendirmelerin bazı durumlarda ötrofikasyon başlangıcının ve iyileştirme önlemlerinin etkilerini belirleme konusunda başarısız olabileceğini göstermektedir.

Fitoplankton biyokütlesi, makro alg miktarı, ortalama fitobentos yayılımı, ortalama makrofit miktarı veya angiospermelerin miktarı; sucul ekosistem üzerindeki önemli bir istenmeyen etki olasılığının artık göz ardı edilemeyeceği düzeylere ulaştığında su kütlesi durumunun iyi durum koşullarıyla uyumlu olmayacağı Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 4. Sucul ekosistemde ötrofikasyon etkilerinin SÇD durum sınıfları ile ilişkisi

Önemli bir istenmeyen etki, sucul bir ekosistem üzerindeki, ekosistemin sağlığını önemli ölçüde bozan veya ekosistemin insanlar tarafından sürdürülebilir olarak kullanımını tehdit eden insan kaynaklı doğrudan veya dolaylı bir etkidir. Bir su kütlesinin iyi durumda olabilmesi için insan faaliyetinden kaynaklanan bu tür etkilerin ortaya çıkma olasılığının göz ardı edilebilir düzeyde olması gerekmektedir. Söz konusu etkiler Tablo 9’da görülmektedir.

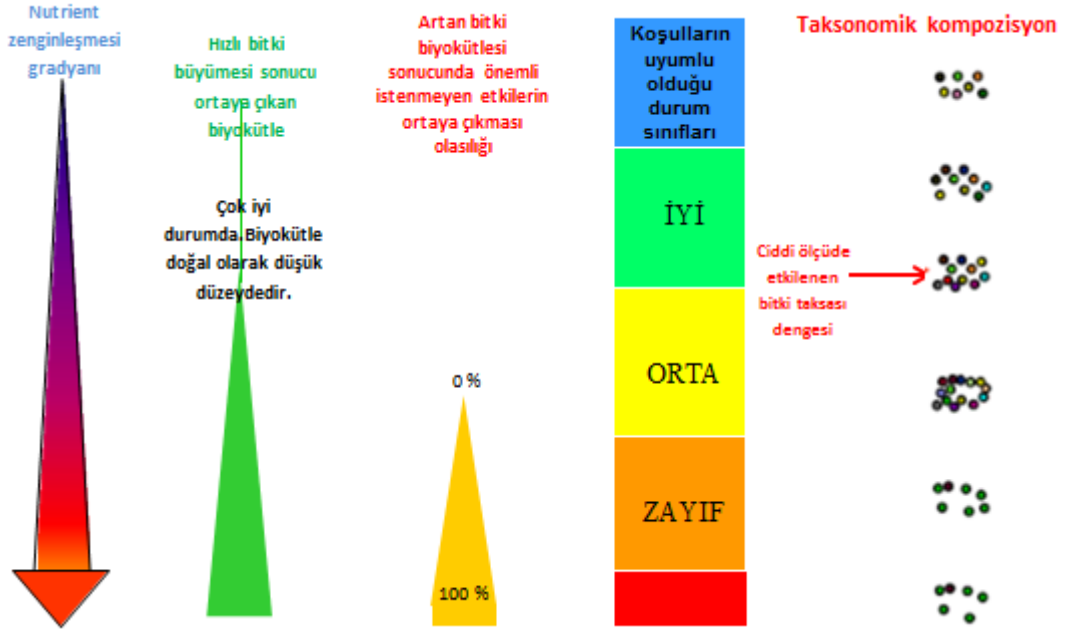
Nutrientlerin, bazen biyokütlenin genel flora, fauna ve su kalitesi üzerinde ikincil etkiler gösterecek düzeyde artmasına yol açmaksızın, bitki veya alglerin taksonomik kompozisyonunda değişimlere neden olabileceği Şekil 5’de görülmektedir. Yükselen bir nutrient zenginleşmesi gradyanında sucul flora kompozisyonundaki ekolojik açıdan istenmeyen değişimler, söz konusu floranın biyokütlesindeki değişimlerden kaynaklanan ekolojik açıdan istenmeyen etkilerden daha önce gerçekleşebilmektedir. Ötrofikasyonun bu son derece ince etkileri özellikle oligotrofik göllerde (referans koşullarda nutrient ve bitki biyokütlesi düşük olan) görülebilmektedir.

Tablo 9. Fitoplankton, makro alg, fitobentos, makrofit ve angiospermlerin hızlı büyümesinden kaynaklanabilecek önemli istenmeyen etkiler

Ekosistemdeki diğer sucul flora unsurlarının durumunun orta düzeye veya daha kötü bir düzeye gelmesine neden olur (örneğin, fitoplankton büyümesindeki artış nedeniyle bulanıklığın ve gölgelenmenin de artmasıyla ışık miktarının azalması sonucunda)
Bentik omurgasızlar faunasının durumunun orta düzeye veya daha kötü bir düzeye gelmesine neden olur (örneğin, organik maddede tortulaşmasının artması, oksijen yetersizliği, hidrojen sülfid açığa çıkması, habitattaki değişimlerin sonucunda)
Balık faunasının durumunun orta düzeye veya daha kötü bir düzeye gelmesine neden olur (örneğin, oksijen yetersizliği, hidrojen sülfid açığa çıkması, habitattaki değişimlerin sonucunda)
Ekonomik açıdan önem taşıyan türlere yönelik Koruma Alanı hedeflerinin yerine getirilmesini tehlikeye atar (kabuklularda toksin birikmesi sonucunda)
Natura 2000 Koruma Alanı hedeflerinin yerine getirilmesini tehlikeye atar
İçme Suyu Koruma Alanı hedeflerinin yerine getirilmesini tehlikeye atar (örneğin, su kalitesindeki bozulmalar sonucunda)
Diğer koruma alanları, örneğin yüzme suyu, için belirlenen hedeflerin yerine getirilmesini tehlikeye atar
İnsan sağlığına zararlı bir değişime neden olur (örneğin, kabuklulardan zehirlenme; eğlence amaçlı veya içme suyu için kullanılan su kütlelerinde alg patlamalarından kaynaklanan toksinler)
Sosyal etkinlikler için kullanılan su alanlarında veya çevrenin diğer meşru kullanım alanlarında ciddi bir bozulmaya veya aksamaya neden olur (örneğin, balıkçılığın aksamaması)
Maddi varlıklar üzerinde ciddi zarara neden olur.

b) Fiziko-kimyasal kalite unsurlarının rolü

Ötrofikasyona neden olan en kritik iki nutrientin, yani azot ve fosforun, göreceli önemi farklı yüzey suyu kategorilerinde ve yüzey suyu tiplerinde değişiklik gösterecektir. Her ne kadar, farklı mevsimlerde her iki nutrientin de kısıtlayıcı bulunduğu durumlar olsa da geçiş ve kıyı sularında insan kaynaklı azot zenginleşmesi genellikle ötrofikasyonun en önemli nedenidir. Tatlı sularda ise çoğunlukla fosfor zenginleşmesi ötrofikasyonun temel nedenidir.

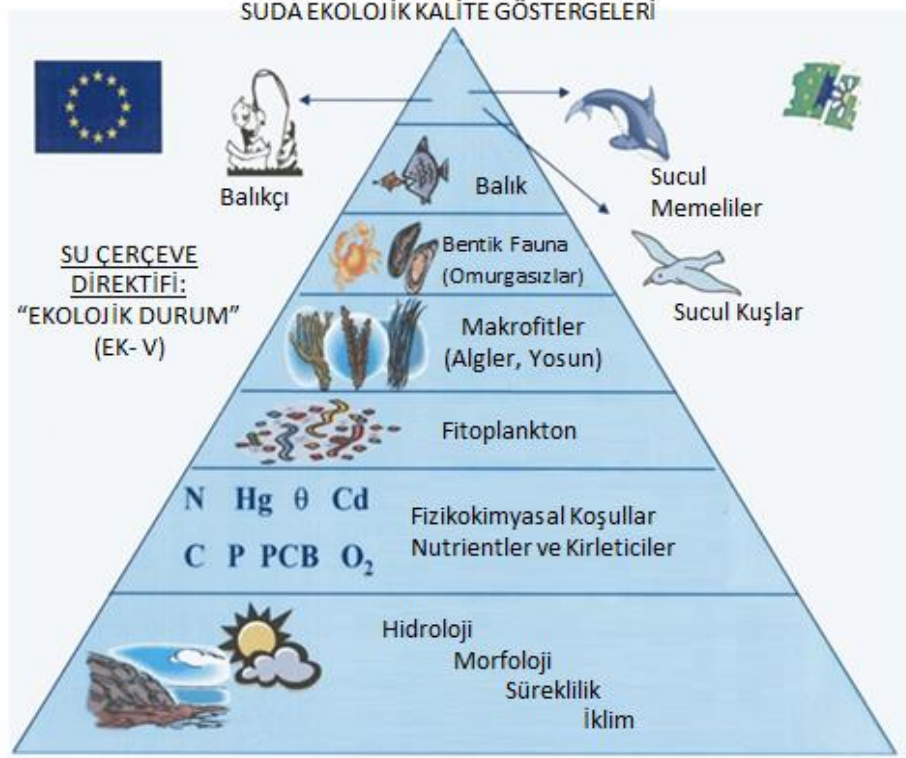


Şekil 5. Nutrient zenginleşmesinin taksonomik kompozisyona etkisi

Nutrient zenginleşmesine en duyarlı biyolojik kalite unsuru veya unsurları ve önemli miktarlarda deşarj edilen nutrient veya nutrientler ile ilgili izleme sonuçları, söz konusu tipe özgü iyi ekolojik durum koşullarını sağlıyorsa, su kütlesindeki nutrient zenginleşmesi düzeyi iyi ekolojik duruma uygun olacaktır. Ancak, nutrient zenginleşmesine en duyarlı biyolojik kalite unsurlarından biri veya önemli miktarlarda deşarj edilen nutrientlerden biri iyi ekolojik durum için gerekli koşulları sağlamıyorsa su kütlesinin ekolojik durumu orta düzeyde veya altında olacaktır.

Biyolojik kalite unsurları ve ekosistemin işleyişi için tipe özgü referans koşullar bakımından iyi duruma ulaşılmasını desteklemek için tipe özgü nutrient konsantrasyonları düzeyinin ne kadar olması gerektiği belirlenebilmektedir. Dolayısıyla biyolojik kalite unsurları ve fizikokimyasal kalite unsurları ekolojik durum sınıflandırmasında birlikte değerlendirilmelidir [1]. Tablo 10'da hassas alanlara etkileyen başlıca biyolojik ve fizikokimyasal kalite unsurları görülmektedir [20].

Su kaynaklarında biyolojik ve fizikokimyasal kalite unsurlarının etkileşim içinde olduğu ekolojik kalite göstergeleri Şekil 6’da görülmektedir [20].



Şekil 6. Ekolojik Kalite Unsurları

2.1.3.4 SÇD’de Ötrofikasyona Dayalı İzleme

Çevresel hedeflerini yerine getirememeye riski taşıdığı belirlenen bütün su kütleleri için Su Çerçeve Direktifi uyarınca operasyonel izleme yapılacaktır. Bu risk, nutrient zenginleşmesinden kaynaklanıyorsa ve su kütleleri diğer direktiflere göre de ötrofik olarak değerlendirildiyse bu su kütleleri Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi, Nitrat Direktifi kapsamında sırasıyla hassas su alanı veya hassas bir bölge ya da bunların bir parçası olarak kabul edilecektir. Bu su kütleleri için operasyonel izleme diğer politikalar kapsamında alınan önlemlerin etkinliğinin değerlendirilmesine ve başka hangi önlemlere gereksinim duyulabileceğine karar verilmesine yardımcı olacaktır.

Tablo 10. Biyolojik ve Fizikokimyasal Kalite Unsurları

BİYOLOJİK ELEMENTLER (NEHİRLER)	
Fitoplankton Makrofit Makroomurgasızlar Fitobentozlar Balıklar	Kompozisyon ve sucul flora zenginliği Kompozisyon ve bentik omurgasız fauna bolluğu Balık faunasının kompozisyonu, bolluğu ve yaş yapısı
BİYOLOJİK ELEMENTLER (GÖLLER)	
Fitoplankton Makrofit Balıklar	Kompozisyon, bolluk ve fitoplankton biyokütlesi Kompozisyon ve diğer sucul flora zenginliği Kompozisyon ve bentik omurgasız fauna bolluğu Balık faunasının kompozisyonu, bolluğu ve yaş yapısı
FİZİKO-KİMYASAL PARAMETRELER (Minimum)	
NEHİRLER	GÖLLER
<ul style="list-style-type: none">• Çözünmüş Oksijen• Oksijen Doygunluğu• BOİ• TOK• Çözünmüş Organik Karbon• Klorür• Elektrik İletkenliği• Ortofosfat + Toplam Fosfor• pH• Alkalinite• Amonyum/Amonyak• Nitrit• Filtre edilebilir Malzeme	<ul style="list-style-type: none">• Seki Diski• Sıcaklık• Çözünmüş Oksijen• Oksijen Doygunluğu• BOİ• Klorür• Elektrik İletkenliği• Ortofosfat• Nitrat• Toplam Fosfor• Toplam Çözünmüş Fosfor• pH• Alkalinite• Kalsiyum• Magnezyum• Sodyum• Potasyum• Sülfat• Amonyum• Nitrit• Klorofil-a

Diğer direktiflere göre daha önce ötrofik olarak değerlendirilmemiş, ancak risk değerlendirmelerinde nutrient zenginleşmesi nedeniyle riskli olduğu belirlenmiş su kütlelerinde, bir su kütesinin durum değerlendirmesi sonucu “ötrofik” olduğuna

karar vermek için operasyonel izleme temel teşkil edebilmektedir. Operasyonel izleme ayrıca gelecekte kötüleşme riski olduğunda, diğer politikalara göre suların “ötrofik hale gelebilir” olup olmadığını belirlemek için gerekli değerlendirmelere de katkı sağlayabilmektedir.

Nehir havzası alanı içindeki her bir su toplama havzası veya alt havzasındaki genel yüzey suyu durumunu değerlendirmek için yeterli sayıda yüzey suyu kütlesi üzerinde Su Çerçeve Direktifi bağlamında gözetimsel izleme de yapılmalıdır. Bu, farklı ekolojik durumlarda bulunan su kütlelerinin, özellikle çevresel hedeflerini yerine getirememesi riski taşımadığı belirlenen su kütlelerinin (iyi ve çok iyi durumdaki su kütleleri; durumun kötüleşmesi riski yoktur) de dahil edilmesini gerektirmektedir.

Üye ülkeler Kentsel Atık Su Arıtma Direktifine göre hassas ve daha az hassas alanlar belirlemiş ve Nitrat Direktifine göre de nitrate hassas bölgeler tespit etmişlerdir. Ancak en az her dört yılda bir bu tespitlerini gözden geçirmelidirler. Bu durumun da izleme gerektireceği düşünülürse bu sürecin daha önce hassas su alanı veya nitrate hassas bölge olarak belirlenmeyen su kütlelerini de içine alma olasılığı vardır. Gözetimsel izleme sonuçlarının bu gözden geçirilme zorunluluğuna yardımcı olacağı düşünülmektedir. Gözetimsel izleme sonuçları aynı zamanda, ulusal topraklarında Nitrat Direktifi doğrultusunda eylem programları oluşturup uygulayan ülkelerde tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği derecesinin belirlenmesine de katkı sağlamaktadır. Gözetimsel izleme ve operasyonel izleme ağı bu parametreleri kapsadığından, SÇD kapsamında nütrient açısından hassas alanlara yönelik ek izleme gereklilikleri bulunmamaktadır.

Ayrıca, mevcut nutrient kaynakları ve bunların su kütleleri üzerindeki etkilerini daha bütün bir resim içinde görmek için araştırma amaçlı izleme yapılması da gerekebilir.

2.1.4 SÇD’de Hassas Alan ve Çevresel Hedefler Arasındaki İlişki

SÇD’de belirtilen çevresel hedefler kapsamında, 2015 yılı itibariyle Avrupa Birliği sınırları içindeki tüm yeraltı ve yerüstü sularının “iyi durum” (good status) seviyesine

ulaşması beklenmektedir. Çevresel hedefler kimyasal, hidromorfolojik ve biyolojik unsurlardan oluşan tüm su kütleleri için belirlenen amaçlardır. Bu, yüzey suları için, hem ekolojik durum hem de kimyasal durumun en az ‘iyi’ olmasını gerektirmektedir. İyi durumun, Nehir Havzası Yönetimi Planları’nda belirtildiği şekilde -SÇD Madde 11 ve 13- ve nehir havzası karakterizasyonu sonuçları doğrultusunda bir önlemler programının uygulanması ile sağlanacağı ifade edilmiştir.

SÇD’de hassas alan kavramı, Madde 6 ve Ek-IV’de belirtilen “koruma alanları” ile ilgili hükümlerde yer almaktadır. Dolayısıyla SÇD çerçevesinde belirlenen ve kaydedilen bütün koruma alanlarının, SÇD’ye uygun olarak entegre nehir havzası yönetimi kapsamında dikkate alınması gerekmektedir. Diğer taraftan “koruma alanlarının” kendi hedefleri ve standartları bulunmaktadır, koruma alanına özgü daha sıkı hedefler belirlenerek önlemler programı geliştirilebilmektedir.

Çevresel hedefler belirlenirken dikkate alınması gereken en önemli hususlardan biri; SÇD ile belirlenen öncelikli maddeler ile su kaynaklarının kalitesini olumsuz yönde etkileyebilecek önemli miktarda deşarj edilen ve içerisinde konvansiyonel parametreleri (azot, fosfor vb,) de barındıran belirli kirleticiler açısından Çevresel Kalite Standartlarının (ÇKS) sağlanmasıdır.

ÇKS, genel olarak, su, sediman veya biyotadaki kirletici veya kirletici gruplarının ekosisteme olumsuz etki yaratmayacak düzeyde konsantrasyonu olarak tanımlanmaktadır. ÇKS’ler su kütlelerinin ekolojik ve kimyasal durum tespiti ve değerlendirilmesi için gerekli araçlar olmanın yanı sıra su kütlesine yapılacak deşarj limitlerini belirlemede de kullanılır. Üye ülkelerin spesifik kirleticileri için belirlemekle yükümlü oldukları ÇKS’ler, 6 yılda bir güncellenmelidir. Üye ülkelerin “kimyasal durum” belirlemede kullandıkları “Öncelikli maddeler” için ise AB Öncelikli Maddeler Direktifi’nde yer alan (EK X kimyasalları) ÇKS’ler kullanılmakta olup, söz konusu ÇKS’ler de AB tarafından 4 yılda bir güncellenmektedir.

SÇD, öncelikli maddelere ilave olarak bölgesel veya ulusal öneme sahip olan kirleticilerin tespit edilmesini ve izleme programlarına alınarak kirleticilerle ilgili yasal önlemlerin uygulamasını gerektirmektedir. Ulusal, bölgesel, yerel veya havza bazında belirlenen belirli kirleticiler; organik ya da inorganik maddeler olabileceği gibi herhangi bir konvansiyonel kirletici de olabilmektedir, bu nedenle ekolojik durum altında değerlendirilmektedir. Bunların dışında azotlu- fosforlu organik bileşikler (pestisitler vb.) de pek çok AB ülkesinde belirli kirletici olarak belirlenmiş ve bu maddeler için ÇKS'ler geliştirilmiştir [5].

Örneğin; Avusturya'da "Amonyak, Nitrit"; Belçika'da ise "Toplam Fosfor, Amonyak, Nitrit" parametreleri belirli kirletici olarak belirlenmiş olup, söz konusu bu parametreler de herhangi bir alanın hassas alan haline gelmesine sebep olan ötrofikasyon oluşumuna etki eden başlıca parametrelerdir. Bu nedenle hassas alan olarak belirlenen bir alanda söz konusu parametreler için ÇKS'lerin geliştirilmesi ve bu doğrultuda çevresel hedef olarak belirlenen ÇKS'lerin sağlanması yönünde alınacak tedbirlerin ortaya konulması önem arz etmektedir.

2.1.5 Diğer Direktiflerde Ötrofikasyon ve Hassas Alan

Diğer direktiflerde ötrofikasyon veya hassas alan kavramına açık bir şekilde değinilmemektedir. Yalnızca "**Yeraltı Suyu Direktifi**"nde nitrat ve pestisitler için kalite standartları belirlenmiştir. Yeraltı suyunun kimyasal olarak izlenmesine ilişkin temel parametreler oksijen içeriği, pH değeri, geçirgenlik, nitrat ve amonyaktır.

"**Tatlı Su Balıkları Direktifi**" nde de ötrofikasyon değerlendirmesi için özel bir gereklilik bulunmamakta, ancak ötrofikasyonun etkilerini azaltmak için fosforla ilgili kılavuz değerler açıkça ifade edilmektedir.

Bir de "**Tehlikeli Maddeler Direktifi**" nde fosfor için ve özellikle amonyak ve nitrat olmak üzere oksijen dengesi üzerinde olumsuz etkiye sahip maddeler için kalite hedeflerini belirleme gerekliliği yer almaktadır [1].

2.2 Ulusal Mevzuat

Çalışmanın bu bölümünde Hassas Alanların Belirlenmesi ve Yönetimi ile ilgili ulusal mevzuatımızda yer alan yönetmelikler ve tebliğler anlatılmakta olup söz konusu mevzuat yayımlanma tarihine göre sıralanmıştır.

2.2.1 Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği (18 Şubat 2004 tarih ve 25377 sayılı RG)

Türkiye’de AB uyum çalışmaları çerçevesinde 91/676 EEC sayılı Nitrat Direktifine karşılık gelen “Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği “ 18 Şubat 2004 tarih ve 25377 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Tarımsal kaynaklı nitratın suda neden olduğu kirlenmenin tespit edilmesi, azaltılması ve önlenmesi amacıyla yayımlanan yönetmelik; yer altı, yer üstü suları ve topraklarda kirliliğe neden olan azot ve azot bileşiklerinin belirlenmesi, kontrolü ve kirliliğin önlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır.

Yönetmelikte tanımlanan en önemli kavramlarından biri ötrofikasyon terimidir. Yönetmelik ötrofikasyonu “Suyun içindeki azot bileşiklerinin, suyun kalitesine ve su içindeki mevcut organizmaların dengesine zarar verebilecek düzeyde yosun büyümesinin hızlanmasına veya daha yüksek bitki formlarının oluşmasına neden olacak şekilde artması,” olarak tanımlamakta ve kirlenmenin sadece azot bileşiklerinden kaynaklandığına vurgu yapmaktadır.

Diğer önemli bir kavramda “**Hassas Bölge**” kavramı olup, “ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli önlemler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek doğal tatlı su göllerine, diğer tatlı su kaynaklarına, halıçler ve kıyı sulara etki eden bölgeler” olarak tanımlanmaktadır.

Bunların dışında yönetmelikte, tüm sularda kirlenmeye karşı genel bir korunma düzeyi sağlamak amacıyla iyi tarım uygulama esasları ve belirlenen amaçların gerçekleştirilmesi maksadıyla, belirlenmiş farklı hassas bölgelere ilişkin olarak Gıda

Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından oluşturulan farklı eylem programları ve izleme programları ile ilgili esaslar ortaya konulmuştur.

İyi Tarım Uygulama Esasları :

- Gübrenin toprağa uygulanmasının uygun olmadığı dönemlerin belirlenmesini,
 - Eğimin çok fazla olduğu alanlarda gübre uygulanma sistemlerini,
 - Suyu doymuş, taşkın suları altında bulunan alanlar ile donmuş ve yüzeyi karla kaplı alanlarda gübre uygulanış sistemlerini,
 - Su yatakları ve kaynaklarına yakın alanlarda gübreleme koşullarını,
 - Hayvan gübreleri için depolama tanklarının kapasitelerinin belirlenerek inşasını, böylece de silaj gibi bitki materyallerinden ve depolanmış hayvan gübrelerinden sızan sıvıyı içeren yüzey sularından, yüzey akışı ve yer altına sızma şeklinde meydana gelebilecek su kirliliğini önlemeyi,
 - Kimyasal ve hayvan gübrelerinin doğru uygulama miktarlarının belirlenerek, toprağa yeknesak dağılımının sağlanmasını, böylece de topraktan yıkanarak suya karışacak miktarlarının kabul edilebilir düzeylerde kalmasını sağlayacak uygulama yöntemlerinin belirlenmesini,
 - Bitki rotasyon sistemleri ile çok yıllık ve tek yıllık bitkilere ayrılan alanların oranlarını dikkate alacak şekilde planlanacak Arazi Kullanım Yönetiminin belirlenmesini,
 - Yağışlı dönemlerde, nitrata bünyesine alarak, topraktan yıkanıp su kirliliğine neden olmasını engelleyecek şekilde toprak yüzeyinde asgari bitki örtüsünün sağlanmasını,
 - Gübreleme planlarının çiftlik düzeyinde yapılmasını ve kayıtlarının düzenli tutulmasını,
 - Sulama sistemlerinin bulunduğu bölgelerde, yüzey akışlarından ve suyun bitki kök sisteminin altına inmesinden meydana gelen su kirliliğinin önlenmesini,
- kapsamaktadır.

Eylem programlarının ise aşağıda belirtilen önlemlerden oluştuğu ve hazırlanmalarından itibaren dört yıl içinde uygulanması gerektiği belirtilmektedir.

- Gübreler ve toprağa uygulanma dönemleri belirlenir.

- Çiftlik hayvanı gübresi depolama yapılarının kapasiteleri belirlenir.
- Belirlenen bu kapasite hassas bölgede toprağa uygulamanın yasaklandığı en uzun dönem süresince depolama için gerekli olan miktarlardan fazla olmalıdır. Depolama kapasitesini aşan miktarlardaki hayvan gübresinin çevreye zarar vermeyecek usuller ile elden çıkarılacağına yetkili kuruluşlara kanıtlanabilmesi istisnai durum oluşturur.
- Toprağa uygulanacak gübre miktarı; iyi tarım uygulamaları tanımına uygun şekilde ve ilgili hassas bölgenin toprak şartları, toprağın tipi ve eğimi, iklim şartları, yağış miktarı, sulama, arazi kullanımı, mevcut tarımsal uygulamalar, bitki rotasyon sistemleri ile bitkilerin öngörülebilir azot gereksinimleri ve bitkilere topraktan ve gübrelemeden gelen azot arasındaki dengeyi gözeterek şekilde sınırlandırılır.
- Bitkilere topraktan geçen azot miktarları; bitkilerin önemli miktarlarda azot kullanmaya başladığı dönemde toprakta mevcut olan azot miktarı, topraktaki organik azot rezervlerinin mineralizasyon yoluyla azot sağlama düzeyi, gübrelere gelen azot bileşikleri göz önünde bulundurularak belirlenir.

Yönetmelik 91/676/EEC sayılı AB Nitrat direktifi ile kısmen uyumludur. Tam olarak uyumlaştırılması için ikincil mevzuatın oluşturulması yani mevcut mevzuata eylem programları ve iyi tarım uygulamaları kodları eklerinin de ilavesi gerekmektedir [13].

2.2.2 Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (8 Ocak 2006 tarih ve 26047 sayılı RG)

“Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği (KAAY)” Türkiye’nin Avrupa Birliği’ne giriş süreci içerisinde Çevre Kanunu kapsamında “Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (91/271/EEC)”nin iç hukuka aktarılması amacıyla 08/01/2006 tarih ve 26047 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik ile kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevrenin korunması amaçlanmaktadır.

17 Madde ve 4 Ek'ten oluşan yönetmelik, kanalizasyon sistemlerine boşaltılan kentsel ve belirli endüstriyel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı, atıksu deşarjının izlenmesi, raporlanması ve denetlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır.

Yönetmelikte “**Hassas su alanı**; ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli önlemler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek doğal tatlı su gölleri, diğer tatlı su kaynakları, haliçler ve kıyı suları, önlem alınmaması halinde yüksek nitrat konsantrasyonları içerebilecek içme suyu temini amaçlanan yüzeysel tatlı sular ve daha ileri arıtma gerektiren alanlar” olarak “**Az hassas su alanı**” ise; Morfoloji, hidroloji ya da özel hidrolik şartlara göre atıksu deşarjının çevreyi olumsuz yönde etkilemediği deniz, haliç ve lagün gibi doğal su ortamlarını, tanımlanmaktadır.

Yönetmeliğin uygulanması için öngörülen, hassas alanlar ile ilgili en önemli esaslar:

- Mevcut arıtma derecesinin yetersiz kalması durumunda çevrenin olumsuz yönde etkilenmesinin önlenmesi için, bu Yönetmelik hükümleri gereğince uygun görülen yerlerde kentsel atıksuyun ikincil arıtmasının yapılması,
- Az hassas su alanlarında çevrenin olumsuz yönde etkilenmemesi durumunda birincil arıtma, hassas su alanlarında ise ileri arıtma yönteminin kullanılması

olarak belirtilmiştir. KAAY 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. KAAY kapsamında belirlenen hassas ve az hassas su alanlarının dört yılda bir güncellenmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan 11. ve 12. Maddelerinde de hassas ve az hassas su alanlarına yapılacak deşarjlarda uyulması gereken şartlar ifade edilmekte olup Tablo 11 ve Tablo 12’de görülmektedir. [3].

2.2.3 Kentsel Atıksuların Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği (27 Haziran 2009 tarih ve 27271 sayılı RG)

KAA Y uyarınca hassas su alanları ve az hassas su alanlarının tespiti, izlenmesi ile bu alanlara yapılacak kentsel atıksu deşarjlarının tabi olacağı usul ve esaslarını belirlemek amacıyla, 27 Haziran 2009 tarihinde ve 27271 sayılı “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği” yürürlüğe girmiştir.

Tablo 11. Kentsel atıksu arıtım tesislerinden ikincil arıtıma ilişkin deşarj limitleri

Parametreler	Konsantrasyon (mg/l)	Minimum arıtma verimi(%)	Referans ölçüm metodu
Nitrifikasyonsuz Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (20°C’de BOİ ₅)	25	70-90 40 Madde 8 (c)	Homojen, filtre edilmemiş, çökeltilmemiş ham örnek. Tamamen karanlık ortamda 20°C ±1°C’de beş günlük inkübasyondan önce ve sonra çözünmüş oksijenin ölçülmesi. Bir nitrifikasyon inhibitörünün ilavesi
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	125	75	Homojen, filtre edilmemiş, çökeltilmemiş ham örnek. potasyum dikromat yöntemi.
Toplam askıda katı madde (TAKM)	35 35 Madde 8 (c) (10000 E.N.’den fazla) 60 Madde 8 (c) (2000-10000E.N.)	90 90 Madde 8 (c) (10000 E.N.’den fazla) 70 Madde 8 (c) (2000-10000 E.N.)	-Temsili örneğin 0,45 µm membran ile filtrasyonu. 105 °C’de kurutulması ve tartılması. - Temsili örneğin santrifüj edilmesi (ortalama 2800- 3200 g.lık ivme ile en az beş dakika kadar),105 °C’de kurutulması ve tartılması.

Tablo 12. Kentsel atıksu arıtım tesislerinden ileri arıtıma ilişkin deşarj limitleri

Parametreler	Konsantrasyon	Minimum arıtma verimi(%)	Referans Ölçüm Metodu
Toplam fosfor	2 mg/l P (10000-100000 E.N.) 1 mg/l P (100 000 E.N.'den fazla)	80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre
Toplam azot	15 mg/l N (10000-100000 E.N.) 10 mg/l N (100 000 E.N.'den fazla)	70-80	Moleküler absorpsiyon spektrofotometre

KAAY'a bağı Tebliğ'de, hassas alan sınıflandırmasına yönelik olarak kıyısız alanlar için yapılan tanımlar aşağıda verilmektedir. Buna göre:

- **Hassas Su Alanları:** Ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli önlemler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek doğal tatlı su gölleri, diğer tatlı su kaynakları, haliçler ve kıyı suları, önlem alınmaması halinde yüksek nitrat konsantrasyonları içerebilecek içme suyu temini amaçlanan yüzeysel tatlı sular ve diğer sebeplerle daha ileri arıtma gerektiren alanlarını,
- **Az Hassas Su Alanları:** Morfoloji, hidroloji ya da özel hidrolik şartlara göre atıksu deşarjının çevreyi olumsuz yönde etkilemediği deniz, haliç ve lagün gibi kıyı su ortamları ile hassas su alanları haricindeki kıyı sularını,
- **Gri Alanlar:** Morfolojik ve su kalitesi özelliklerine göre kentsel atık su girdilerinin ötrofikasyon riski oluşturabileceği düşünülen ve/veya potansiyel olarak ötrofikasyon riski taşıdığı tespit edilen ancak veri yetersizliği olan izlenmesi gereken haliçler ve kıyı sularını,
- **Normal su alanı:** Hassas su alanları dışında kalan kıta içi su ortamlarını,

ifade etmektedir. Belirlenen hassas, az hassas, normal ve gri alanların yapılacak/yapılan izleme çalışmaları sonucuna göre dört yılda bir gözden geçirilmesi esastır. Tebliğe göre; Kıyı ve haliç sularında hassas ve az hassas su alanlarının belirlenmesinde aşağıdaki kriterler dikkate alınır:

- Su alanının morfolojik ve coğrafik özellikleri: Kıyı alanı taban eğimi (kıyı sularının sığ/derin olma durumu) ve kıyısal özellikleri (koy, körfez varlığı ve bunların kapalılık durumu)
- Hidro-dinamik ve ışık geçirgenliği özellikleri: Bölgenin akıntı rejimi (su sirkülasyonu) ve kıyı-açık deniz değişim özellikleri (kıyı sularının yenilenme hızı), su kolonunda mevsimsel yoğunluk tabakalaşması, seki disk derinliği (ışık geçirgenliği)
- Bölgenin ayrıcalıklı ekolojik özellikleri (balık üretim alanları, deniz çayırıları, koruma alanları ve benzeri)
- Kaynaklarına göre atık su kirlilik yükleri ve dağılımları: Kıyı sularını besleyen nehir ve kentsel atıksu kaynaklı azot, fosfor ve organik madde yükleri, karşılaştırmalı değerlendirmeleri, hassas alan ve referans alanlardaki dağılımı, noktasal değişimleri, ekolojik etkileri, atık su ve nehirlerin hassas/ötrofik veya ötrofik hale gelebilecek kıyısal alanlara taşınma riski.
- Tebliğin Ek-3'ünde yer alan su kalitesi ötrofikasyon kriterleri.

İç sularda hassas ve normal su alanları ve belirlenmesinde ise “Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği”nin Ek 1’indeki esaslar dikkate alınır.

Söz konusu Tebliğ’in EK-1A’sında, Konya, Burdur, Van Gölü, Akarçay ve Ilısu Barajı Havzaları kıta içi hassas su alanları olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca EK 1B’de, içme ve kullanma suyu temin edilen ya da temini amacıyla Yatırım Programına alınmış olan yüzeysel su kaynaklarının havzaları da hassas alan olarak tanımlanmaktadır. EK-1C hassas koy, körfez ve kıyıları, EK-2 az hassas koy, körfez ve kıyıları, EK-3 deniz suyu kalitesi ötrofikasyon kriterlerini vermektedir. [14].

2.2.4 Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (7 Nisan 2012 tarih ve 28257 sayılı RG)

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik 7 Nisan 2012 tarihli ve 28257 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır ve Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununa konu olan sular dışındaki tüm yeraltı sularını kapsamaktadır. Bu Yönetmeliğin amacı, iyi durumda olan yeraltı sularının

mevcut durumunun korunması, yeraltı sularının kirlenmesinin ve bozulmasının önlenmesi ve bu suların iyileştirilmesi için gerekli esasların belirlenmesidir. Söz konusu yönetmelik aşağıdaki hususları içermektedir:

- Yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi ve karakterizasyonu
- Yeraltı suyu iyi kimyasal durumu ve yeterli miktar durumunun belirlenmesi ilkeleri ve eşik değerlerin belirlenmesi
- Yeraltı suyu kalitesinin izlenmesi
- Önemli ve sürekli artan kirlilik eğilimlerinin tespiti
- İyileştirmeye başlama noktasının belirlenmesi
- Tedbirler Programı'nın oluşturulması
- Yeraltı suyu Koruma Alanları'nın oluşturulması
- Yaptırımlar ve idari cezalar.

Yönetmelikte hassas alanlar ile ilgili açık bir ifade bulunmamakla birlikte Madde 5 (6)'da "*Yeraltı sularının tarımsal faaliyetler sonucunda kirlenmiş olduğunun tespiti durumunda, 18/2/2004 tarihli ve 25377 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği hükümlerine göre tedbirler alınır ve uygulanır.*" hükmü yer almaktadır. Hassas alanlarla ilgili diğer bir husus ise nitrat için **50 mg/L** kalite standardının belirlenmiş olmasıdır [15].

2.2.5 Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (17 Ekim 2012 tarih ve 28444 Sayılı RG)

Bu Yönetmeliğin amacı, yüzeysel sular ve yeraltı sularının bütüncül bir yaklaşımla miktar, fiziksel, kimyasal ve ekolojik kalite açısından korunması için su havzaları yönetim planlarının hazırlanmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Yönetmelik, denizler hariç, kıyı suları dahil olmak üzere yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarının yer aldığı havzaların korunması ve yönetim planlarının hazırlanmasına ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır. Yönetmelikte tanımlanan "Yönetim planlarının hazırlanmasına ilişkin esaslar" SÇD'de belirtilen "Nehir Havzası Yönetim Planları" ile örtüşmektedir.

Hassas alanlar ile ilgili olarak; yönetmeliğin 9 uncu maddesinde “Yetkili idareler, koruma alanlarının belirlenmesi, tanımlanması, harita üzerinde gösterilmesi ve bu alanlara ait sicillerin düzenlenmesi işlemlerini;

- *Günde ortalama 10 metreküpten fazla veya 50’den fazla kişiye hizmet veren insani tüketim maksatlı suyu temin eden bütün yüzey suyu kütleleri ve havzaların hidrojeolojik ve su kullanım özellikleri dikkate alınarak belirlenecek yeraltı suyu kütlelerini,*
- *Ekonomik bakımdan önemli sucul türlerin korunması için tahsis edilen alanları,*
- *Yüzme suyu olarak tahsis edilen alanlar dahil, eğlenme-dinlenme maksadıyla tahsis edilen su kütlelerini,*
- *8/1/2006 tarihli ve 26047 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği’nde tanımlanan hassas su alanlarını,*
- *18/2/2004 tarihli ve 25377 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği kapsamında Nitrata Hassas Bölgeleri,*
- *Sucul habitatlar ya da sucul türlerin korunması maksadıyla su durumunun korunması ve iyileştirilmesi gereken alanları,*
- *Diğer koruma alanlarını, dikkate alarak yapar.” denilmektedir [16].*

2.2.6 Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (30 Kasım 2012 tarih 28483 sayılı RG)

Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği’nde (YSKYY) amaç, yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fiziko-kimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, su kalitesinin ve miktarının izlenmesinin sağlanması, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma-kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması, korunması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve esasların belirlenmesidir. Yönetmelik, açık deniz haricindeki bütün yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularını kapsamaktadır.

Söz konusu yönetmelik, yüzeysel su kalitesi yönetimi ile ilgili olarak,

- alıcı su ortamlarının korunması,
- hassas su alanları ve bölgelerinin belirlenmesi,
- yüzeysel su kütlelerinde baskı ve etkilerin değerlendirilmesi,
- bütün yüzeysel su kütlelerinde fizikokimyasal, kimyasal, biyolojik ve hidromorfolojik kalite parametreleri açısından çevresel hedeflerin belirlenmesi,
- kimyasal madde ve madde grupları açısından Çevresel Kalite Standardı (ÇKS) 'lerin belirlenmesi,
- yüzeysel suların sınıflandırılması,
- yüzeysel sularda trofik seviyenin belirlenmesi, kirliliğin önlenmesi
- su kalitesinin iyileştirilmesi için alınacak tedbirlerin kimin tarafından yapılacağını ve koordinasyonun sağlanması

hususlarını kapsamaktadır. Yönetmelik genel hatlarıyla Su Çerçeve Direktifi'nde belirtilen esasları ortaya koymaktadır. Hassas alanlar özelinde değerlendirildiğinde ise; yine SÇD ve ilgili direktiflerde belirtilen hususlar (koruma bölgeleri, hassas alan tanımları, çevresel hedefler ve tedbirler programı) ile göl, gölet ve baraj rezervuarları ile kıyı ve geçiş sularının trofik seviyelerinin belirlenmesine yönelik sınıflandırma kriterleri belirtilmiştir. Belirtilen bu hususlar aşağıda anlatılmaktadır.

Yönetmelikte tanımlanan “hassas alan” ve “hassas bölge” kavramaları Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği ve Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği'nde belirtilen tanımlarla aynıdır. Yine SÇD'de tanımlanan ve Bölüm 2.3.1'de belirtilen “**koruma bölgeleri**” tanımlaması yapılmıştır. (Yönetmelik, Ek-3). Yönetmelik kapsamında su kirliliği açısından hassas su alanları ile nitrata hassas su alanları Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından belirlenir. Nitrata hassas bölgeler ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından müştereken belirlenir (Madde 7(1)).

Yönetmeliğin ilke esaslarının yer aldığı 5. Maddesinin 1 inci fıkrasının d ve e bentlerinde “*Hassas su alanlarına yapılacak deşarjlarda, bu alanlara özel olarak belirlenmiş çevresel hedeflere uyulması esastır. Yayılı kirletici girişinin azaltılması*

için iyi tarım uygulamaları kodlarında yer alan önlem ve tedbirlerin alınması esasır.” hükümleri yer almaktadır. Yönetmeliğin 9.Maddesinin 3 üncü fıkrasında ise “Hassas alanlar ve koruma bölgeleri için özel olarak belirlenmiş hedeflere ve ilgili mevzuata uyulur” ifadesi yer almaktadır. Yüzeysel su kütlelerinin trofik seviyelerinin belirlenme esasları da aşağıdaki tablolarda yer almaktadır [17].

Tablo 13. Ege ve Akdeniz Kıyı ve Geçiş Suları Ötrofikasyon Kriterleri

Su Kalitesi Sınıfı	ÇIN (µg/l)	TP (µg/l)	Chl a (µg/l)	Seki Disk(m)
Oligotrofik	<20	<10	<0.4	>10
Mezotrofik	20-100	10-20	0.4-2	>3-10
Ötrofik	100-200	>20-30	>2-4	1.5-3
Hipertrofik	>200	>30	>4	<1.5

Tablo 14. Karadeniz ve Marmara Kıyı ve Geçiş Suları Ötrofikasyon Kriterleri

Su Kalitesi Sınıfı	ÇIN (µg/l)	TP (µg/l)	Chl a (µg/l)	Seki Disk(m)
Oligotrofik	<20	<15	<0.7	>6
Mezotrofik	20-140	15-30	0.7-3	3-6
Ötrofik	141-250	31-40	3.1-5	1.5-2.9
Hipertrofik	>250	>40	>5	<1.5

ÇIN: (nitrat+nitrit+amonyum)- Azotu (N) toplamını temsil eder.

Notlar:

- 1- Su kalitesi sınıflandırması en kötü ölçüm değerleri dikkate alınarak yapılır. Listedeki kirlilik parametrelerinden en az iki parametrenin en kötü durumu gösterdiği kategori su kalitesini temsil eder.
- 2- Yalnız bir tek kirlilik parametresi veya seki disk derinliği, tabloda verilen sınır değerlerin %50'sini aşmıyorsa, tablodaki diğer üç parametreden en kötü olanının yer aldığı kategori su kalitesini temsil eder.
- 3- Mezotrofik su kalitesi sınıfının trofik seviye sınır değerleri aralığı geniştir. Bu sınıfın trofik seviye değerleri yüksek ve ötrofik su kalitesi sınır değerlerine yakın ise, bu su kütlesi ötrofik duruma meyilli olup, düzenli izlenmesi gereken sucul ortam olarak kabul edilir.
- 4- Tabloda verilen su kalitesi sınıflandırmasının yapılması için ölçümlerin Temmuz-Eylül döneminde yapılması esasır. Sığ sularda (toplam derinlik 20 m) yüzey ve dip su örnekleme yapılmalıdır. 20 metreden daha derin sularda yüzey, orta ve dip su örnekleme yapılır.
- 5- Kıyı sularının kalite sınıflandırması yapılırken, kirlenici kaynağın su kolonuna etkisinin tespit edilmesi için en kötü ölçümün elde edildiği yüzey veya dip su kirlilik değerleri dikkate alınır.
- 6- Ötrofik hale gelen veya yaklaşan alıcı ortamda, trofik seviye izleme parametreleri incelenerek kirlilik kaynağı (besin elementleri ve organik madde kirliliği) belirlenir; ulaşılan sonuca göre koruma tedbirlerine öncelik verilir.

Tablo 15. Göl, Gölet ve Baraj Göllerinde Trofik Sınıflandırma Sistemi Sınır Değerleri

Trofik düzey	Toplam P (µg/L)	Toplam N (µg/L)	Klorofil <i>a</i> (µg/L)	Seki Disk Derinliği (m)
Oligotrofik	≤10	≤350	<3.5	>4
Mezotrofik	10<TP≤30	350<TN≤650	3.5-9.0	4-2
Ötrofik	30<TP≤100	650<TN≤1200	9.1-25.0	1.9-1
Hipertrofik	>100	>1200	>25.0	<1

1- Trofik seviye, oligotrofik seviyeden hipertrofik seviyeye doğru yükselir.

2- Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, birden fazla trofik seviyesinin çıkması durumunda ağırlıklı olan trofik seviye geçerlidir.

3- Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, birden fazla ve her biri farklı trofik seviyenin çıkması durumunda en yüksek trofik seviye geçerlidir.

4- Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, iki trofik seviye bulunması durumunda trofik seviyesi yüksek olan geçerlidir.

2.2.7 Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (11 Şubat 2014 tarih ve 28910 sayılı RG)

Yönetmelik ile ülke genelindeki tüm yüzey ve yeraltı sularının miktar, kalite ve hidromorfolojik unsurlar açısından mevcut durumunun ortaya koyulması, suların ekosistem bütünlüğünü esas alan bir yaklaşımla izlenmesi, izlemede standardizasyon ve kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanmasına yönelik usul ve esasların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu Yönetmelik, kullanım amaçlarına bakılmaksızın, jeotermal kaynaklar ve deniz suları hariç, kıyı şeridinden bir deniz miline (1812 km) kadar olan kıyı sularının ve kıta içi yüzey sularının, geçiş sularının, yeraltı sularının ve doğal maden sularının izlenmesine ilişkin hususları kapsamaktadır.

Yönetmeliğin Madde-4 Tanımlar bölümünde “Hassas Su Alanı” tanımlanmış olup YSKYY’de, KAAAY’de belirtilen tanım ile aynıdır. Yine yönetmeliğin 22 nci maddesinde “Koruma bölgelerinin ve hassas alanların izlenmesi” ile ilgili esaslar belirtilmekte olup “*Risk altında olan bütün koruma alanlarında operasyonel izleme yapılır ve belirlenen çevresel hedeflere ulaşıncaya kadar izlemeye devam edilir.*” hükmü yer almaktadır. 15 inci maddesinde de “yüzeysel sularda operasyonel izleme” ye ilişkin hususlar belirtilmiştir [18].

2.2.8 Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliğ (26 Şubat 2014 tarih ve 28925 sayılı RG)

Göl, gölet ve baraj göllerinin ötrofikasyona karşı korunmasına ilişkin ilke ve esasların belirlenmesi amacıyla hazırlanan tebliğ;

- yayılı ve noktasal kaynakların baskısı altında olan ve potansiyel olarak ötrofikasyon riski bulunan göl, baraj gölü ve göletlerin belirlenmesi,
- göl, baraj gölleri ve göletlerin besin elementleri açısından özümlenme kapasitelerinin belirlenmesi,
- hipertrofik, ötrofik ve ötrofikasyon riski altında olan göl, baraj gölü ve göletlere yapılacak kentsel atık su deşarjlarında azot ve/veya fosfor gideriminin yapılması,
- ötrofikasyon riski altında bulunan göl, baraj gölü ve göletlerde besin elementlerinin kontrolüne yönelik tedbirlerin alınması,
- ötrofikasyon riski altında bulunan göl, baraj gölü ve göletlerde, YSKYY Ek-7 Tablo 10'unda verilen parametrelerin izlenmesi,
- doğal göllerde, gölün ekolojik yapısının bozulmasının engellenmesi amacıyla, Bakanlık ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından izin verilmediği sürece göldeki doğal balık türleri ile ekstansif balık yetiştiriciliği dışında yetiştiricilik yapılmaması,
- baraj gölü ve göletlerin özümlenme kapasitesi belirleninceye kadar balık yetiştiriciliği tesisleri kurulurken Yönetmeliğin 14 üncü maddesindeki trofik seviye sınıflandırmasının dikkate alınması, göl, gölet ve baraj göllerinde, yönetmelikte belirtilen esaslara göre balık yetiştiriciliği tesisi kurulması,
- entansif ve/veya yarı entansif yetiştiricilik tesislerinin oligotrofik ve mezotrofik gölet ve baraj göllerinde faaliyet göstermesi,

ilke esaslarını kapsamaktadır.

Tebliğde aynı zamanda trofik seviyenin iyileştirilmesi için tedbirlere ilişkin uygulama esasları ve ötrofikasyonun önlenmesi için balık yetiştiriciliği tesislerinin uyması gereken hususlar da belirtilmektedir [19].

III. HASSAS ALANLARIN BELİRLENMESİ VE YÖNETİMİ KONUSUNDA AVRUPA BİRLİĞİ ÜYE ÜLKE UYGULAMALARI

Hassas alanların belirlenmesi aşamasında üye ülkelerin uyguladıkları belirli bir metodoloji bulunmamakta olup, belirli basamaklar çerçevesinde ilerlemektedir.

- Direktifteki yasal gerekliliklerin yerine getirilmesi (yasal mevzuatın oluşturulması)
- Prosedürler
- İzleme
- Uzmanların değerlendirmesi
- Araştırma
- Politik kararlar

Bu temel basamaklar; üye ülkelerin her birinde o ülkenin yapısına ve bakış açısına göre farklı uygulamalar gerçekleştirilerek yerine getirilmiştir [20].

Ötrofikasyonla mücadele konusunda farklı Direktiflerde öngörülen somut önlemlere bakılırsa, KASAD Direktifi Madde 5(2)'ye göre, Üye Ülkelerin, nutrient yükünü azaltmak amacıyla, eşdeğer nüfusu 10 000'in üzerindeki toplama alanlarında toplama sistemlerine giren kentsel atık sular hassas alanlara deşarj olmadan önce bu suların daha ciddi bir arıtmadan geçmesini sağlamaları gerekmektedir. Ayrıca, Madde 5(5) uyarınca, hassas bölgelerin toplama alanlarına yapılan ve bu alanlarda kirliliğe katkıda bulunan deşarjlar da daha ciddi bir arıtmadan geçmelidir.

Benzer şekilde, Nitrat Direktifi Madde 5(1), Üye Ülkelerin, nitrata hassas bölgeler olarak tespit edilmiş alanlarda zorunlu önlemler içeren eylem programları (Madde 5(4)), hedefleri gerçekleştirmek için gerek duyulduğunda ek önlemler ve güçlendirilmiş eylem programları (Madde 5(5)) oluşturmasını gerektirmektedir.

Bununla birlikte, KASAD Direktifi Madde 5.8'e göre, topraklarının tamamında daha ciddi arıtma yapan (Madde 5.2 ve Madde 5.3) veya tüm kentsel atık su arıtma tesislerine giren toplam azot ve toplam fosfor yükünün tamamında %75 azalma

sağlayan (Madde 5.4) Üye Ülkeler yani hassas su kütleleri belirlemek zorunda değildir. Aynı şekilde, Nitrat Direktifi Madde 3.5'e göre, Üye Ülkeler ulusal topraklarında eylem programlarını oluşturup uygularlarsa nitrata hassas bölgeleri belirleme zorunluluğundan muaf tutulmaktadır [1, 6, 9, 20].

Özetle; her iki direktife göre üye ülkeler ya tüm ülke yaklaşımı ile tüm ülkeyi hassas alan ilan etmişler ya da bağımsız hassas alanlar belirleme yaklaşımı ile ayrı ayrı su kütlelerini hassas alan olarak ilan etmişlerdir.

Tüm ülke yaklaşımı benimseyen ülkeler; uluslararası sözleşmeler ve ulusal yaklaşımları gereği kanalizasyon ve Atıksu Arıtma Tesislerini (AAT) zaten üst seviyede tamamlamış olmalarından dolayı birbirinden bağımsız hassas alanlar belirlemek yerine tüm ülke yaklaşımını benimsemiş ve tüm su kütlelerini normal alan olarak belirleyerek her alanda en az üçüncül arıtma şartını sağlamışlardır. Tüm ülke için sadece bir eylem planı hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Avrupa Komisyonu tarafından Atıksu Arıtma Tesislerinin performanslarını sıkı bir şekilde tetkik etmektedir.

Bağımsız hassas alanlar belirleyen ülkeler ise; her bir alan için ayrı ayrı eylem planı hazırlamak durumunda kalmışlardır. Bu ülkeler özellikle içmesuyu ve korunması gerekli alanlar ile nütrientler açısından riskli su kütlelerini hassas alan olarak belirlemişlerdir. AB komisyonu bu ülkelerde sadece su kütlelerinin değil aynı zamanda su kütlelerinin su toplama havzasının da hassas alan olarak belirlenmesi gerektiği yönünde bu ülkeleri zorunlu kılmıştır [20].

3.1 Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi Kapsamında Üye Ülke Uygulamaları

Direktif kapsamında 15 üye ülke tüm ülkeyi hassas alan ilan ederek tüm alanlarda üçüncül arıtmayı şart koşmuştur. Malta ise tüm ülkeyi normal alan olarak belirlemiş ancak Avrupa Komisyonu 104 adet ötrofik ya ötrofik olma riski altında olan su kütlesi tanımlayarak hassas alan olarak ilan edilmesini gerektiğini belirtmiştir. 11 üye ülke ise birbirinden bağımsız hassas su kütleleri ve bunların su toplama havzalarını

hassas alan olarak tanımlamışlardır. Söz konusu bu ülkeler Tablo 16’da görülmektedir.

Tablo 16. KASAD’a göre Üye Ülkeler ve Hassas Alan Belirleme Yaklaşımları

HASSAS ALAN BELİRLEME YAKLAŞIMI	ÜLKELER
Tüm ülkeyi hassas alan ilan ederek, tüm ülkede üçüncül arıtmayı şart koşturmuştur.	Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Litvanya, Luxemburg, Malta, Polonya, Hollanda, Slovakya, İsveç, Finlandiya, Bulgaristan ve Romanya
Bağımsız hassas su kütleleri ve su toplama havzaları	Güney Kıbrıs, Almanya, Macaristan, Slovenya, İspanya, Fransa, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Portekiz, ve İngiltere

3.2 Nitrat Direktifi Kapsamında Üye Ülke Uygulamaları

Nitrat Direktifine göre Üye Ülkeler, nitrata hassas bölgeleri belirlemek ile yükümlüdürler. Ülkeler yukarıda belirtildiği şekilde spesifik bölgeler belirlemek yerine bütün bölgelerde yani ülke geneli yaklaşımı ile Eylem Planları uygulamayı esas almışlardır.

Avusturya, Danimarka, Finlandiya, Almanya, İrlanda, Lituanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda ve Slovenya 27 üye ülke içerisinde tüm bölgeyi nitrata hassas olarak ilan etmeye dereceli olarak artarak karar vermiş 10 ülkedir. Bu karar ülke politikası tarafından tüm bölge çapında yüksek ve eşit seviyede koruma sunmak için belirlenmiş olup, her yerde yüksek kirlenme seviyelerine rastlanmış olduğunu ima etmektedir. 2007 verilerine göre EU-27’nin yüzey alanının % 40,9’u nitrata hassas bölge olarak belirlenmiştir.

Diğer 17 üye ülkenin benimsediği spesifik bölge belirleme yaklaşımında ise, su kalitesi sonuçları, azot kullanımı, arazi kullanımı, hidrolojik, hidrojeolojik verilerin analizleri sonucunda NHB'ler tespit edilmiştir. NHB'lerin belirlenmesine dâhil olan adımlar; yer altı suyu kalite durumu değerlendirmesi, yüzey suyu kalite değerlendirmesi, ötrofikasyon durumu değerlendirmesi, belirlenmiş etki altındaki yüzey ve/veya yer altı sularında topraktan akan kirleticilerin nitelendirilmesi, yüzey ve yer altı sularını kirletebilecek nitrojen fazlasının önceden tahminini içerir.

Uygulama yöntemleri ve yaklaşımları ve NHB'lerin belirlenmesi için kullanılan standart kurallar için kullanılan eşik değerleri ülkeden ülkeye değişmektedir. Literatür ve raporlama her bir ülkenin ihtiyaçları ve politikalarına uygun çeşitli yaklaşımlar önermektedir. Alternatif yöntemsel yaklaşımlar teknik kapasite, kamu ve pay sahiplerinin iş birliği ve duyarlılaşması ve ayrıca veri erişilebilirliği ve kapsam için ayrılan bütçe ile büyük oranda ilgilidir [21]. Uygulanan yaklaşımlar incelendiğinde; Avusturya, Danimarka, Finlandiya, Litvanya, Luxemburg, Malta ve Hollanda hem KASAD hem de Nitrat Direktifi'ne göre tüm ülkeyi hassas alan ilan etme yaklaşımını uygulamışlardır.

Tablo 17. Nitrat Direktifi'ne göre Üye Ülkeler ve NHB Belirleme Yaklaşımları

HASSAS ALAN BELİRLEME YAKLAŞIMI	ÜLKELER
Tüm ülkeyi Nitrata Hassas Bölge ilan ederek tek bir Eylem Planı uygulanması yaklaşımı	Avusturya, Danimarka, Finlandiya, Almanya, İrlanda, Litvanya, Luxemburg, Malta, Hollanda, Slovenya,
Spesifik NHB belirleyerek ayrı ayrı Eylem Planları uygulanması yaklaşımı	Güney Kıbrıs, Almanya, Macaristan, İspanya, Fransa, Yunanistan, İtalya, Portekiz, İngiltere, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Polonya, Slovakya, İsveç, Bulgaristan ve Romanya

3.3. Üye Ülke Uygulamaları Değerlendirmeleri ve Elde Edilen Çıkarımlar

Coğrafi özellikler ve iklim koşullarının hemen hemen her havzasında çeşitlilik gösterdiği, tarımsal faaliyetlerin oldukça yoğun olduğu ülkemizde hassas alanların belirlenmesi konusunda AB ülkeleri arasında özellikle yüzey alanı küçük olan veya denize kıyısı olmayan ülkelerin ve Türkiye'den çok farklı iklim ve coğrafya özelliklerine sahip olan Kuzey Avrupa ülkelerinin uygulamaları örnek teşkil etmeyecektir.

Hassas alanların belirlenmesi hususunda İspanya ve Portekiz, İtalya ve Yunanistan örnek olabilecek ülkelerdir. Nitrata hassas alanların belirlenmesi hususunda ise İspanya ve Portekiz, İtalya ve Polonya örnek olarak alınabilir. Polonya, özellikle tarımsal faaliyetlerinin yoğunluğu sebebiyle çevre konularında Avrupa Komisyonu ile diğer AB üyesi ülkelere nazaran farklı bir yaklaşım izlemektedir. Nitrata hassas alanların belirlenmesi hususunda diğer değerli bir kaynak İngiltere'dir. 1993 senesinden beri düzenli olarak bölgeleri belirleyen ve dört senede bir hem metodolojisini hem de bölgelerini güncelleyen İngiltere, bu hususta en detaylı çalışan ülke olarak tanınmaktadır [23].

IV. HASSAS ALANLAR KONUSUNDA ÜLKEMİZDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde anlatılacak olan çalışmalar; “Amaç, kapsam, uygulanan yöntem ve proje çıktıları” bazında ele alınacaktır.

4.1 Türkiye Kıyılarında Kentsel Atıksu Yönetimi: Sıcak Nokta ve Hassas Alanların Yeniden Tanımlanması: Atık Özümleme Kapasitelerinin İzleme Modelleme Yöntemleriyle Belirlenmesi ve Sürdürülebilir Kentsel Atıksu Yatırım Planlarının Geliştirilmesi Projesi (SINHA)

2008-2011 yılları arasında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı adına TÜBİTAK Kamu Kurumları Araştırma ve Geliştirme Projelerini Destekleme Programı (1007) desteğiyle, TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü yöneticiliğinde, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü ve DEÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojileri Enstitüleri ile birlikte yürütülmüştür.

SINHA Projesinin amacı ülkemiz kıyısal alanlarında sıcak nokta ve hassas alanların bilimsel veri değerlendirme yöntemleriyle güncellenmesi/belirlenmesi, ötrofikasyona duyarlılıkları açısından izleme ve model çalışmaları ışığında nicel olarak değerlendirilmeleri ve ulaşılan sonuçlara göre bu alanlardaki en uygun kentsel atıksu arıtım uygulamalarının ve yatırımlarının geliştirilmesidir.

SINHA projesi kapsamında ülkemiz kıyıları Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği'ne (KAAY) göre ötrofikasyon riski açısından değerlendirilerek hassas ve az hassas olarak sınıflandırılmıştır.

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. Bu kapsamda benimsenen “Gri Alan (I)” ve “Gri Alan (II)” tanımları aşağıdaki gibidir:

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 kıyısal 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 kıyısal alanlardır.

SINHA Projesi kapsamında belirlenen metodoloji içerisinde, kentsel atıksu deşarjlarının yapıldığı/yapılacağı Türkiye kıyısal deniz ortamını KAAY kriterlerine uygun şekilde sınıflandırmak için, alıcı ortamın aşağıda sorgulanan özellikleri ile birlikte deniz ortamına ulaşan karasal kaynaklı atıksu yükleri ve alıcı ortam su kalitesine etkileri birlikte değerlendirilmiştir:

- **Morfolojik ve coğrafik özellikler:** Kıyı alanı taban eğimi (kıyı sularının sığ/derin olma durumu) ve kıyısal özellikleri (koy, körfez varlığı ve bunların kapalılık durumu)
- **Hidro-dinamik ve biyo-optik özellikler:** Bölgenin akıntı rejimi (su sirkülasyonu) ve kıyı-açık deniz değişimi özellikleri (kıyı suların yenilenme hızı), su kolonunda mevsimsel yoğunluk tabakalaşması, Secchi diski derinliği (ışık geçirgenliği)

Su değişimi zayıf ve toplam hacmi küçük olan kapalı koylarda, lagünlerde ve göllerde, üst tabakada aşırı/yüksek üretim (ötrofik/mezotrafik özellik) olmasa dahi, mezotrofik duruma yakın (düşük besin elementleri ve klorofil a derişimi, yüksek Secchi diski 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. Yapılan çalışmada bunlar gibi özellikli durumlar da ele alınmıştır.

- **Kıyı suları biyo-kimyasal özellikleri:** Ötrofikasyon indikatörü parametrelerin değişimleri (klorofil a, besin elementleri (TP-toplam fosfor, ÇİN-çözünmüş inorganik azot), üst ve alt suda oksijen doygunluk değerleri, bölgenin ayrıcalıklı ekolojik özellikleri (balık üretim alanı, deniz çayırıları, koruma alanları, vs.)

KAAY kriterlerine göre hassas alanları belirlemeye temel oluşturması amacıyla, kıyı ve referans alanların 2007-2008 dönemi yıllık kirlilik değişim aralıkları dikkate alınarak, kıyı sularımız için ötrofik (kirliliği, 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) su kalitesi sınıflandırması yapmaya yönelik kriterler (ötrofikasyon indikatörü parametrelerin sınır değerleri) belirlenmeye çalışılmıştır. Kıyısal suların (koy, körfez, kıyısal alan) su kalitesi sınıfını belirlemede ötrofik su kalitesi kriterlerinin tümü dikkate alınmalıdır. Özellikle alt suda oksijen eksikliği koşulu (doygunluk <% 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.

SINHA Projesi kapsamında ötrofikasyon açısından kentsel atıksu deşarjlarının kıyı alanları üzerindeki etkisi tespit edilmiş ve tespit edilen etkilere bağlı olarak “hassas alan” değerlendirmesi yapılmıştır. Baskı-etki analizinin gerçekleştirilmesinde yoğunluklu olarak Akdeniz-Ege kıyısal alanları için MEDPOL Faz III, Faz IV, Karadeniz kıyısal alanları için Karadeniz Kirlilik İzleme Programı, Marmara Denizi için ise MEMPIS projesinin sonuçlarından yararlanılmıştır. Ayrıca İzmit Körfezi için ise ağırlıklı olarak TÜBİTAK-MAM tarafından Kocaeli Valiliği için 2000-2002 yılları arasında gerçekleştirilen izleme çalışmalarının sonuçları göz önüne alınmıştır. Baskıların değerlendirilmesinde, kıyısal suları besleyen nehir ve kentsel atıksu kaynaklı azot, fosfor ve organik madde yükleri, kıyı ve referans alanlardaki

dağılımları, noktasal değişimleri, ekolojik etkileri, atıksu ve nehirlerin hassas/ötrofik veya ötrofik hale gelebilecek kıyısal alanlara taşınma riski kriterleri ele alınmıştır.

Kıyılarda baskı-etki analizinin doğru olarak yapılabilmesi için kentsel ve endüstriyel kirlilik kaynaklı yüklerin ortaya konulması gerekmektedir. Söz konusu kirlilik yükleri SINHA Projesi kapsamında hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, kıyı yerleşim alanlarından kaynaklı atıksu kirlilik yüklerinin hesaplanmasında mevcut durumda (2010) oluşan ve nüfus projeksiyonlarına bağlı olarak 2020, 2030 ve 2040 yıllarında Kentsel Atıksu Arıtma Tesisine gelen yüklerin tahmin edilmesi ile bulunmuştur. Ayrıca Akdeniz - Ege kıyıları başta olmak üzere yoğun turizm faaliyetleri sonucu yaz ve kış nüfusları arasında oluşan büyük farklar hesaplamalarda dikkate alınmıştır. Endüstriyel tesislerin kirlilik yükleri hesaplanmasında kanalizasyona bağlı olan tesisler değerlendirilmiş ve yükleri hesaplanmıştır. Bunun nedeni projenin kentsel atıksu arıtma tesislerine gelecek olan kirliliklerin hesaplanmasının hedeflenmesidir. Buna göre kentsel ve endüstriyel tesisler eşdeğer nüfusları belirlenerek, baskı-etkiyi ifade eden parametreler (BOI-Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, KOI-Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Toplam Azot, Toplam Fosfat ve AKM-Askıda Katı Madde) hesaplanmıştır.

SINHA Projesi kapsamında, tüm kıyı alanlarımız için “Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi” ve söz konusu direktifin ülkemizdeki uygulaması olan KAAY’a uygun olarak hassas ve az hassas alanlar yukarıda sıralanan alıcı ortam kriterlerine göre belirlenmiştir.

Söz konusu çalışmaya göre, Ordu - Fatsa kıyılarından başlayarak Türkiye'nin Karadeniz kıyılarının doğu ucuna kadar uzanan kıyı şeridi; kıyıya yakın alanda mezotrofik durum oluşumu tespit edildiği için potansiyel hassas alan olarak kabul edilmiştir. Karadeniz'in batı ucundan (İğneada) Bafra'ya kadar olan kıyısal alan ise akıntısının/su yenilenmesinin daha iyi olması nedeniyle “İzlenmesi Gereken Alan” olarak belirlenmiştir.

Bu bilimsel çalışmalardaki kıyısal alan hassas/az hassas alanlar listesi de esas alınarak mülga Çevre ve Orman Bakanlığı 27 Haziran 2009'da söz konusu

yönetmeliğe bağlı olarak “Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği”ni çıkartmıştır. Bu Tebliğ’de “Gri Alan I” ve “Gri Alan II” tek bir tanım altında birleştirilerek “Gri Alan” olarak ifade edilmiştir. Aynı çalışmada, Akdeniz ve Ege kıyıları için “Potansiyel Hassas Alan” olarak belirlenen alanlar Tebliğ’de “Hassas Alan”; “İzlenmesi Gereken Alanlar” ise “Gri Alan” olarak tanımlanmıştır.



Şekil 7. SINHA Projesi kapsamında ülkemiz kıyısal alanların sınıflandırılması

Hassas Alanlar Tebliği’nde tek bir Gri Alan tanımlaması yapılmasına karşın, SINHA Projesi sürecinde hem “Gri Alan I” ve hem de “Gri Alan II” tanımlarının kullanılmasına devam edilmesinin nedeni ise; arıtma seviyelerinin daha doğru ve ötrofikasyon riskini gözetir şekilde belirlenmesi ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Hassas Alanlar Tebliği’nde “gri alanlar” için uygulanması gereken kentsel atıksu arıtma seviyeleri de tanımlanmamıştır. Bu nedenlerle, SINHA Projesi kapsamında iki grup Gri Alan için de farklı nüfus ve kıyı alanları ötrofikasyon risklerine göre arıtma seviyesi ihtiyaçları önerilmiştir.

Buna göre özellikle Karadeniz kıyılarında potansiyel hassas alanlar (Gri Alan I) KAAAY’a göre hassas alan; izlenmesi gereken alanlar (Gri Alan II) ise az hassas alan olarak kabul edilerek arıtma seviyeleri önerilmiştir. Bu doğrultuda, Karadeniz’in doğusu boyunca Gri Alan II olarak tanımlanmış olan ve nüfusu 10.000 - 150.000 arasında olan kıyı yerleşimleri için en az ikincil arıtma; batısında uzanan Gri Alan I için ise en az birincil arıtma + derin deniz deşarjı (DDD) önerilmiştir. Benzer şekilde

Akdeniz, Ege ve Marmara kıyılarında nüfusu 10.000 - 150.000 arasında olan ve gri alanda kalan yerleşimler için ise en az ikincil arıtma + DDD önerilmiştir.



Şekil 8. KAAY Hassas Alan Tebliği'ne göre kıyısız alanların sınıflandırılması

Türkiye kıyısız alanlarında bulunan belediyelerin atıksız arıtma durumları incelenmiştir. Buna göre kentsel atıksız arıtma tesisi (KAAT) olan yerleşim yerlerinin mevcut KAAT yeterlilik durumları; tasarım kapasitesi, tesise bağlı olan yerleşimler, nüfus aralıkları, Kentsel Atıksız Arıtımı Yönetmeliği (KAAY) ve Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği'ne (2009) 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 parametrelere göre, KAAT olmayan yerleşim yerleri ise belli esaslara göre (kıyının ötrofikasyona hassasiyet durumu, nüfusu vb.) değerlendirilerek atıksız arıtma tesisi prosesleri önerilmiştir.

SINHA Projesi kapsamında Türkiye kıyılarının evsel ve endüstriyel kirliliklerin etkilerine göre hassaslık durumları incelenmiştir. Proje kapsamı boyunca deniz ortamında ve belirlenen kentsel atıksız arıtma tesislerinde yıllık izleme yapılmıştır. Türkiye kıyılarında seçilen kentsel atıksız arıtma ve derin deniz deşarjı tesislerinde mevsimsel olarak izlenen parametreler; pH, iletkenlik, bulanıklık, askıda katı madde,

toplam çözünmüş madde, uçucu askıda katı madde, NH₄-N, Toplam Kjeldahl Azotu, NO₂-N, NO₃-N, Toplam Organik Azot, TN, TP, BOİ, KOİ, Deterjan, TOK, Yağ ve Gres, SAR, Sodyum Karbonat Kalıntısıdır. Tablo 18’de ise Türkiye kıyılarında izlenen parametreler ve izleme sıklıkları verilmektedir.

Tablo 18. Türkiye kıyılarında izlenen parametreler ve izleme sıklığı

KIYI ADI	İZLENEN PARAMETRELER	İZLEME SIKLIĞI
Karadeniz	Toplam fosfor, çözünmüş inorganik fosfor, NO ₃ + NO ₂ -N, NO ₂ , NH ₄ , çözünmüş inorganik azot, silikat, çözünmüş oksijen, toplam klorofil-a, Secchi diski derinliği, SBE	Yılda iki mevsim (yaz, sonbahar)
Marmara Denizi		Yılda iki mevsim (yaz, sonbahar)
Ege Denizi		Yılda üç mevsim (kış hariç)
Akdeniz		Yılda üç mevsim (kış hariç)

SINHA projesi kapsamında bölgenin Hassas Alan, Gri Alan ve Az Hassas Alan olma durumu yukarıda belirtilen parametrelerin dışında bölgenin morfolojisi (kapalı açık olma durumu, taban eğimi), hidrografisi (akıntı/su değişimi, tabakalaşma, kentsel atıksu yükleri ve yayılı kaynaklardan gelen yükler de değerlendirilerek belirlenmiştir. Morfolojik, hidrografik bilgiler bölgede daha önce yapılan çalışmalar incelenerek belirlenmiştir. Bunun yanı sıra bölgeyi bilen uzmanların görüşleri de kıyının hassaslık durumunun belirlenmesinde değerlendirilmiştir [22].

4.2 Nitrat Direktifi Kapsamında Gerçekleştirilen Projeler

4.2.1 Karadeniz’de Tarımsal Kirliliğin Kontrolü Projesi

Mülga Tarım ve Köyişleri Bakanlığı yürütücülüğünde, mülga Çevre ve Orman Bakanlığı ile birlikte 2005 yılında başlatılan, Global Environment Facility (GEF) ve Dünya Bankası tarafından desteklenmekte olan “Anadolu Su Havzası Rehabilitasyon Projesi” alt bileşeni olan Karadeniz’de Tarımsal Kirliliğin Kontrolü Projesi ile Karadeniz Bölgesinde tarımdan kaynaklanan kirleticilerin seviyesinin azaltılması amaçlanmıştır. Bu proje, Çorum, Amasya, Tokat ve Samsun illerinden

Karadeniz'e drene olan su havzalarında besin maddelerinin (azot ve fosfor) yüzey ve yeraltı sularına ulaşmasını azaltacak tarımsal uygulamaların ortaya konulması amaçlanmıştır. Projenin ana bileşenleri arasında

- Çevre dostu tarımsal uygulamalar altında: hayvansal gübre yönetimi, bitki besin maddesi yönetimi, organik çiftçiliğin desteklenmesi, su ve toprak kalitesi izlemesi çalışmaları,
- Politika ve Düzenleyici Kapasitenin Güçlendirilmesi
- Bilinçlendirme, Kapasite Oluşturma ve Tekrarlama Stratejisi

çalışılmıştır. Bu proje çalışmalarıyla; Karadeniz'deki kirlilik düzeyinin orta vadede 1990 yıllarındaki seviyeye, uzun vadede ise 1960 yıllarındaki seviyeye indirilmesi hedeflenmiştir [23].

4.2.2 AB Nitrat Direktifinin Türkiye'de Uygulanması Projesi (MATRA)

AB Nitrat Direktifi'nin Türkiye'de Uygulanması Projesi Hollanda İskan Bakanlığı, Çevre ve Uzamsal Planlama tarafından finanse edilerek Ocak 2005-Aralık 2006 tarihlerinde yürütülmüştür. Söz konusu proje ile tarımsal faaliyetlerin yapıldığı bölgelerde yer alan kuyularda ve yüzey sularındaki mevcut örnekleme noktaları tekrar gözden geçirilmiştir. Bu proje ile, Türkiye için çok genel bir değerlendirme, sadece nitrat parametresi üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Projede daha fazla karakterizasyon çalışması yapmak için mülga Tarım ve Köyişleri Bakanlığınca kurulan izleme ağı gözden geçirilmiştir. Yüzey suyu numune alma çalışmaları aylık aralıklarda, yeraltı suyu numune alma çalışmaları ise yılda en az iki defa olmak üzere yapılmıştır. Nitrat konsantrasyonu sınır değeri yüzey sularında 25 mg/L, yeraltı sularında ise 50 mg/L olarak alınmıştır.

Yapılan nitrat analizlerinin % 5'inin sınır değeri aşması durumunda, o bölge nitrat parametresi bakımından potansiyel bölge olarak tanımlanmıştır. Ayrıca kirlenmiş yeraltı ve/veya yüzey suyu kütlelerine drene olan karasal alan da nitratça kirlenmiş olarak nitelendirilmiştir. MATRA Projesi'nde NHB'lerin belirlenmesinde izlenen adımlar aşağıda özetlendiği gibidir;

- İzlemeye dayanarak ortalama yeraltı suyu konsantrasyon değerinin 40 mg/L NO₃'den fazla olduğu alanlara odaklanılmıştır.
- İzlemeye dayanarak ortalama yüzey suyu konsantrasyon değerinin 25 mg/L NO₃'den fazla olduğu alanlara odaklanılmıştır.
- Bölgede yeraltı sularında alınan örneklerin %20'sinden fazlasında nitrat konsantrasyonunun 40 mg/L değerini geçme durumu değerlendirilmiştir.
- Bölgede yüzey sularında alınan örneklerin %20'sinden fazlasında nitrat konsantrasyonunun 25 mg/L değerini geçme durumu değerlendirilmiştir.
- Her bölge için baskı-etki analizi gerçekleştirilmiştir. Gübrelenen bölgedeki tüm tarım arazilerinde kullanımı ile ilgili olarak 170 kg N/ha eşik değeri alınmıştır.
- Bölgedeki tüm suni gübre tüketimi ve hayvansal gübre üretiminin toplamı için 210 (veya 250) kg N/ha eşik değeri kullanılmıştır.
- Yeterli veri bulunmayan alanlarda ötrofikasyon değerlendirmesi için uydu görüntülerinden yararlanılması önerilmiştir.

Çalışma neticesinde birincil kaynak verilerin önemli ölçüde yetersiz olduğu tespit edilmiş ve bu eksikliği gidermek için alternatifler sunulmuştur. Araştırma ekibi tarafından NHB belirlemenin belirli bir bölge bazında yapılması ve tüm ülke yaklaşımına gidilmemesi açıkça tavsiye edilmiştir [23].

4.2.3 Türkiye’de Nitrat Direktifinin Uygulanması IPA Projesi

Türkiye’de Nitrat Direktifinin Uygulanması Projesi 2009-2012 yılları arasında “Katılım Öncesi Mali İşbirliği (IPA)” desteğiyle Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı koordinesinde yürütülmüştür. Proje; “Eşleştirme, Teknik Yardım ve Mal Alımı Bileşeni” olmak üzere 3 bileşenden oluşmaktadır.

Amaç:

Projenin genel hedefi, Türkiye’deki tarımsal aktivitelerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi ile su kaynakları, toprak ve atmosfere besin maddesi girdisi etkisinin azaltılmasıdır.

Bu hedef doğrultusunda AB Nitrat Direktifi uygulaması için Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın altyapısını güçlendirmek, ilgili paydaşlara bilgi aktarmak, yüzey ve yeraltı sularında, tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan besin maddesi kirliliğinin azaltılması amaçlanmaktadır.

Ayrıca Nitrat Direktifi için ikincil mevzuatın ve diğer ilgili dökümanların hazırlanması (iyi tarım uygulamaları, eylem planları, raporlama gibi) proje faaliyetlerinin önemli bir bölümünü oluşturacaktır. Bu çalışmalar ile tarımsal kaynakların sebep olduğu besi maddesi kirliliğinin kontrolü ve sürdürülebilirliği ile ilgili çalışmalara ve sonraki uygulamalara altlık oluşturulması hedeflenmiştir [21, 34].

Yöntem:

- Çalışma kapsamında yeraltı suları için kirlilik seviyesi, AB'de içme suyundaki nitrat için izin verilen azami konsantrasyon olan 50 mg/L olarak kabul edilmiş ve kirlenme için eşik değer azami konsantrasyonun %75'ine karşılık gelen 37 mg/L olarak belirlenmiştir.
- Yüzeysel su kütleleri için kirlilik seviyesi, nitrat konsantrasyonunun 25 mg/L ve üzerinde olduğu durumlar olarak kabul edilmiştir.. Kirlenme için eşik değer azami konsantrasyonun %75'ine karşılık gelen 15 mg/L olarak belirlenmiştir.
- Bölgedeki izlemelerin %25'inden fazlasında, ölçülen nitrat konsantrasyonları eşik değer üzerinde ise (37 mg/L yeraltı suyu için ve 15 mg/L yüzeysel sular için) bölge, NHB olarak karakterize edilmiştir. Benzer şekilde, bölgedeki izlemelerin % 5'ten fazlası eşik değer üzerinde ise (37 mg/L yeraltı suyu için ve 15 mg/L yüzeysel sular için) bölge, Potansiyel NHB (PNHB) olarak karakterize edilmiştir.
- Yeterli veri bulunmayan alanlarda ötrofikasyon değerlendirmesi için uydu görüntülerinden yararlanılması önerilmiştir.
- NHB'lerin ve yüzey sularında trofik seviyenin tespit edilmesi için yapılan baskı ve etki analizinde, CORINE arazi örtüsü, kimyasal gübre kullanımının

yoğunluğu, mevcut durumda sulanan ve gelecekte sulanacak arazilerin dağılımı kullanılmıştır.

- Nitrat Direktifinde yer aldığı şekilde baskılar tanımlanırken hayvansal gübre kullanımları için 170 kg N/ha eşik değeri dikkate alınmıştır.
- Projede tüm Türkiye için tarım alanları içerisinde kalan yüzey ve yeraltı sularında oluşturulan izleme ağı gözden geçirilmiştir. Yüzey ve yeraltı sularında 2008-2011 yılları arasında nitrat parametresi izlenmiş ve potansiyel NHB'ler belirlenmiştir. İzleme ağı kapsamında 612'si yeraltı suyunda ve 1042'si yüzeysel suda olmak üzere toplam 1654 istasyondan örnekleme yapılmıştır. Örneklemeler yüzeysel sularda aylık; yeraltı sularında ise yılda en az iki defa olmak üzere yapılmıştır. İzleme verileri kullanılarak ötrofik su kütleleri ve ötrofik olma riski taşıyan su kütleleri tanımlanmıştır. Uydu görüntüleri kullanılarak etkilenmiş ya da etkilenme riski taşıyan alanlar belirlenmiştir.

Proje Çıktıları:

Projenin “Eşleştirme Bileşeni”, Avusturya, Hollanda ve İngiltere konsorsiyum ortaklığı ile 2009 Ocak ayında başlamış, 2010 yılı Şubat ayında sona ermiştir. Bu bileşende; mevcut nitrat yönetmeliğinin uyumlaştırılması, izleme sisteminin değerlendirilmesi, eğitim ihtiyaçları ilgili kurumlarla bilgi paylaşımı çalışmaları yapılmıştır[48].

Proje “Teknik Asistanlık Bileşeni” kapsamında, “Veri Toplama ve İzleme Yazılımı Geliştirme, Nitrat Hassas Bölgelerin Belirlenmesi, İyi Tarımsal Uygulama Kodu ya da Kodlarının Oluşturulması, Yeryüzü ve Yer altı Suları İzleme Ağının Oluşturulması, Nitrat Direktifi için Eylem Planının Hazırlanması, Nitrat Direktifinin Uygulanması için Kapasite Artırma Programının Oluşturulması, Çiftçiler ve Halk için Bilinçlendirme Programının Uygulanmasının Hazırlanması ve Yönetilmesi” kapsamında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yüzeysel sularda trofik durumun belirlenmesi çalışmaları yapılmıştır. Türkiye'deki yüzey sularında ötrofik seviyenin belirlenmesi için kullanılan **Tablo 19**'da belirtilen kriterler

oluşturulmuştur. Tablodaki değerlerde yer alan geçici standartlar, AB ülkelerinde her bir su tipi için tespit edilen besin değerlerinin rastlanma sıklığına göre belirlenmiş ve Türkiye ile benzer özellik taşıyabilecek su tipleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmede ötrofikasyon seviyesi tanımlanırken “düşük, orta ve yüksek değişim” seviyelerine yönelik olarak, ”alt ve üst standartlar” verilmiştir [21, 48].

Mevcut nitrat konsantrasyonlarına ve geçici standartlara dayanarak, tüm akarsu havzaları değerlendirilmiştir. Şekil 9’da da görüldüğü üzere yapılan değerlendirmelere göre; mevcut 25 havzanın 12 tanesinde hem akarsular hem de göller için ötrofikasyon riskinin düşük olduğu; 9 adet havzada akarsuların orta seviyede ötrofikasyon riski taşıdığı; 4 havzada göllerin orta seviyede ötrofikasyon riskine maruz kaldığı tespit edilmiştir. Konya Kapalı Havzası’ndaki akarsularda ve Seyhan Havzası’ndaki göllerde diğer havzalara göre ötrofikasyon riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 19. Türkiye yüzey sularında ötrofikasyon için belirlenmiş geçici alt ve üst standartlar

Su tipi	Nehirler		Göller		Akdeniz		Karadeniz	
	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst
Nitrat (mg NO ₃ /L)	3	10	3	10				
Nitrat (mg N/L)	0,7	2,3	0,7	2,3				
Toplam Azot (mg N/L)	1	7,5	1	7,5	0,2	0,5	?	?
Toplam Fosfor (mg P/L)	0,01	0,2	0,01	0,2	0,01	0,02	?	?
Klorofil a (ug/L)			7,4	10,5	0,1	0,7	3	23

Nitrat konsantrasyonlarının dönüştürülmesi için, “1 mgNO₃/L=0,2258 mgN/L ve 1 mgN/L=4,429mgNO₃/L” eşitlikleri kullanılmıştır.

Geçiş ve kıyı sularında yapılan değerlendirmelere göre, yoğun nüfuslu sahil kesimlerinde veya (kirlenmiş) akarsuların denize döküldüğü yerlerde orta ile yüksek ötrofikasyon riski görülmüştür (Şekil 10). Akdeniz’in doğusunda ötrofikasyon

riskinin düşük olduğu belirlenmiştir. Karadeniz’de ise klorofil-a konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

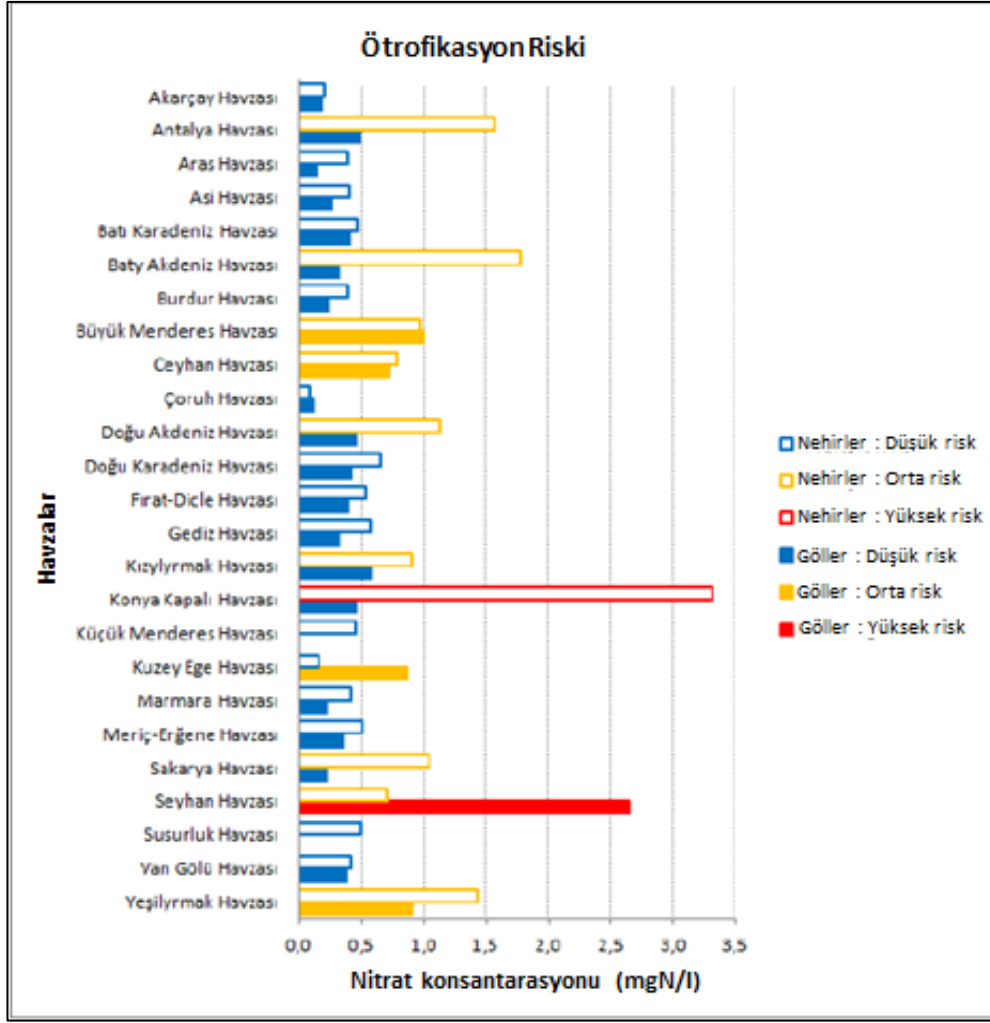
Yüzey ve yeraltı sularında hassas olarak tespit edilen bölgeler ve bölgelere drene olan alanlar NHB olarak belirlenmiştir. Nehir Havzası ölçeğinde NHB’lerin dağılımı Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13’de verilmektedir [21]. NHB olarak belirlenen yüzeysel su kütleleri ve bu su kütlelerine drene olan alanlar 20 nehir havzasına yayılmıştır ve ülkenin % 7,28’sine karşılık gelen 56,856 km²’lik bir alanını kapsamaktadır.

Tespit edilmiş NHB’ler, ülkenin 81 ilinin 53’üne ve 25 Nehir Havzası’nın 24’üne yayılarak ülkenin %19,02’sini temsil eden 148.670 km² bir alan kaplar. Belirlenen NHB’lere drene olan alanların ve aşırı N-girdisinin olduğu alanların gerçek yeraltı suları ve yüzeysel sulardan daha büyük olduğu dikkate alınmalıdır. Bu husus, NHB oluşumunda drene olan ve aşırı azot kullanılan arazinin önemini vurgulamaktadır [21, 48].

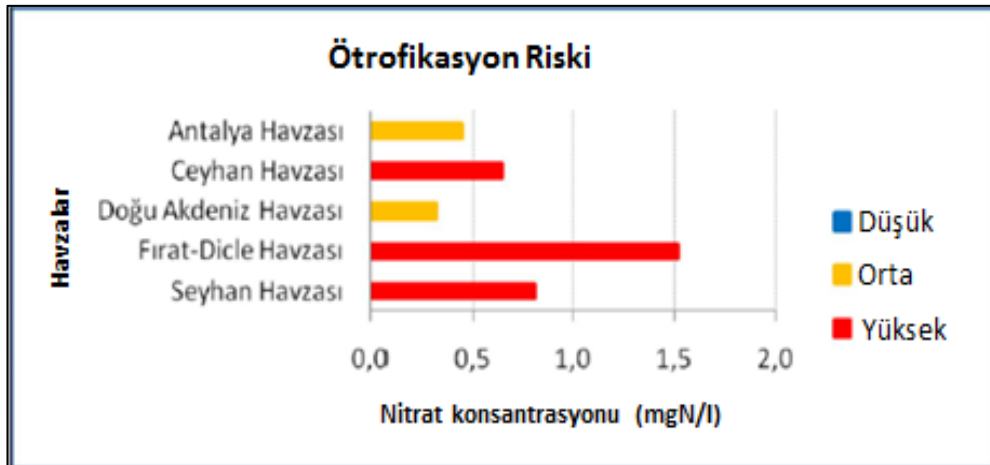
Proje “Teknik Yardım Bileşeni”nin diğeri bir çıktısı; İyi Tarım Uygulamaları Yönetmeliği’dir. Söz konusu yönetmelik 7 Aralık 2010 tarih ve 27778 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış, 28.05.2014 tarihinde revize edilmiştir. İyi Tarım Uygulamaları Yönetmeliği ile çevre, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen bir tarımsal üretimin yapılması, doğal kaynakların korunması, tarımda izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik ile güvenilir ürün arzının sağlanması için gerçekleştirilecek iyi tarım uygulamalarının usul ve esaslarını düzenlenmesi amaçlanmıştır.

Hassas Bölgelerde uygulanacak İyi Tarım Uygulamaları Kodu taslak olarak belirlenmiş olup Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde oluşturulan Komisyon tarafından İyi Tarım Uygulamaları Kodunun geliştirilmesi çalışmaları devam etmekte olup 2015 yılında yayınlanacaktır.

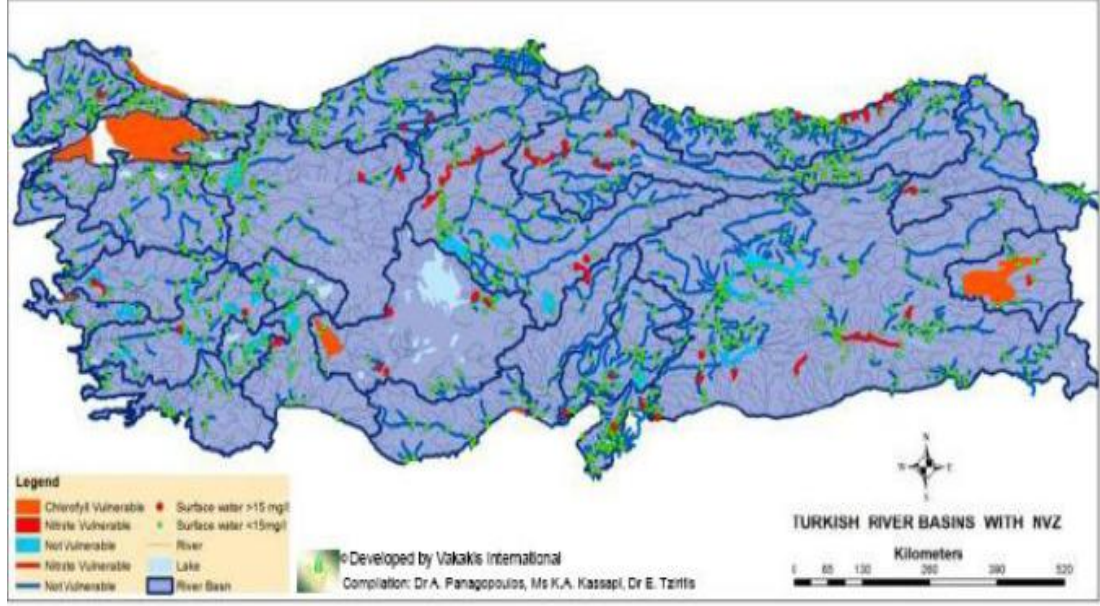
Tarımsal Eylem Planlarının oluşturulması İyi Tarım Uygulamaları Kodunun uygulanmasına başladıktan sonra her havzaya ait özel koşullar dikkate alınarak oluşturulacaktır [48].



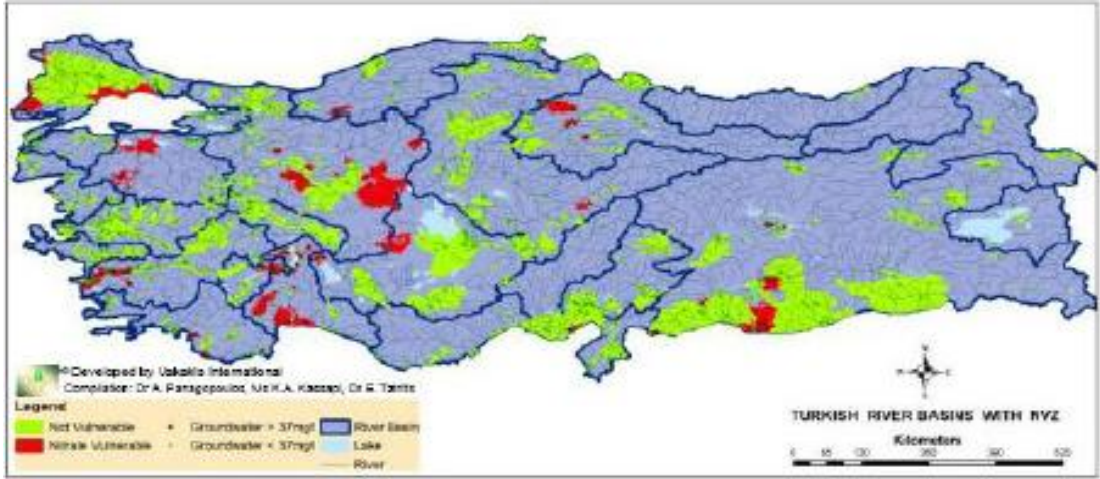
Şekil 9. Havzalarda Ötrofikasyon Riski



Şekil 10. Kıyı ve Geçiş sularında ötrofikasyon riski

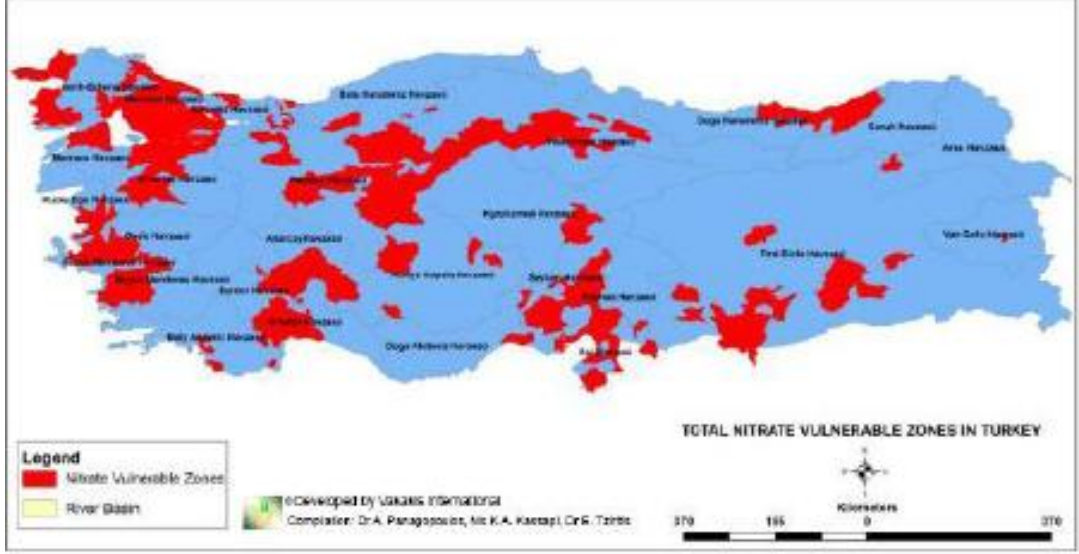


Şekil 11. Nehir Havzası ölçeğinde yüzeysel sularda belirlenen PNHB'lerin dağılımı



Şekil 12. Nehir Havzası ölçeğinde yeraltı sularında belirlenen PNHB'lerinin dağılımı

Projenin “Mal Alım Bileşeni” kapsamında ise 20 Adet Mobil Laboratuvar, 4 Gıda Kontrol laboratuvarına laboratuvar ekipmanı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bünyesinde merkez birimlerine IT ekipmanı ve CIS ekipmanı alımları yapılmıştır [48].



Şekil 13. Nehir Havzası ölçeğinde belirlenen PNHB'lerinin dağılımı

4.3. Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi (DeKoS)

DeKoS Projesi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı adına 2011-2013 yılları arasında TÜBİTAK MAM tarafından yürütülmüştür. Proje kapsamında, AB SÇD (2000/60/EC) ve 2008 yılında yürürlüğe giren AB Deniz Stratejisi Direktifi (DSÇD) (2008/56/EC) uygulamalarına yönelik olarak, geçiş-kıyı ve kıyı-deniz suları için “ekosistem yaklaşımli yönetim” prensibi uygulamalarını destekleyecek gerekli bilgi ve uygulama araçlarının oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca, kıyı ve deniz kaynaklarımızın sürdürülebilir kullanımına yönelik, iyi çevresel seviye hedeflerini temel alan bilgi ve önerilerin oluşturulup ortak planlama yapması gereken karar verici ve uygulayıcılara sunulması da DeKoS Projesi'nin stratejik bir hedefidir. Bu yolla, gerekli yönetim planlarının oluşturulması; kentleşme/sanayi gelişimi, balıkçılık, turizm, enerji elde edilmesi gibi kıyı ve deniz kullanımlarının düzenlenmesi, için gerekli bilimsel temel oluşturulacaktır.

Amaç:

Bu hedefler doğrultusunda DeKoS Projesi'nin amacı, tüm kıyı ve geçiş sularımızın, AB SÇD'ne göre tiplerine ayrılması ve sınıflandırılması, kirlilik ve ekolojik durum

haritalarının oluşturulması ve buna bağlı olarak deşarj kriterlerinin belirlenmesi ile denizlerimiz için iyi çevresel durumun tanımlanarak, buna yönelik çevresel hedeflerin AB DSÇD'ne göre belirlenmesidir.

DeKoS Projesi Karadeniz, Marmara Denizi, Akdeniz ve Ege Denizi olmak üzere tüm Türkiye denizlerini ve kıyılarını kapsamaktadır. Proje çalışmasının gerçekleştirilmesi için ilerleme metodolojisi 9 ana iş grubu altında toplanmıştır. Bu iş grupları; literatür değerlendirmesi, verilerin toplanması ve ek izleme çalışmalarının organizasyonu, kıyı ve geçiş sularında SÇD uygulaması, Türkiye denizleri kirlilik haritalarının oluşturulması, deşarj kriterleri ve önerilecek yönetim planları, deniz suları için iyi çevresel durum değerlendirmesi ve DSÇD'ne göre çevresel hedeflerin belirlenmesi, her iki direktife yönelik uygulama için gerekli yasal araçların belirlenmesi ve önerilmesi, uygulama için gerekli enstitüsel yapı için önerilerin getirilmesi ve gerekli eğitim/bilgilendirme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesidir.

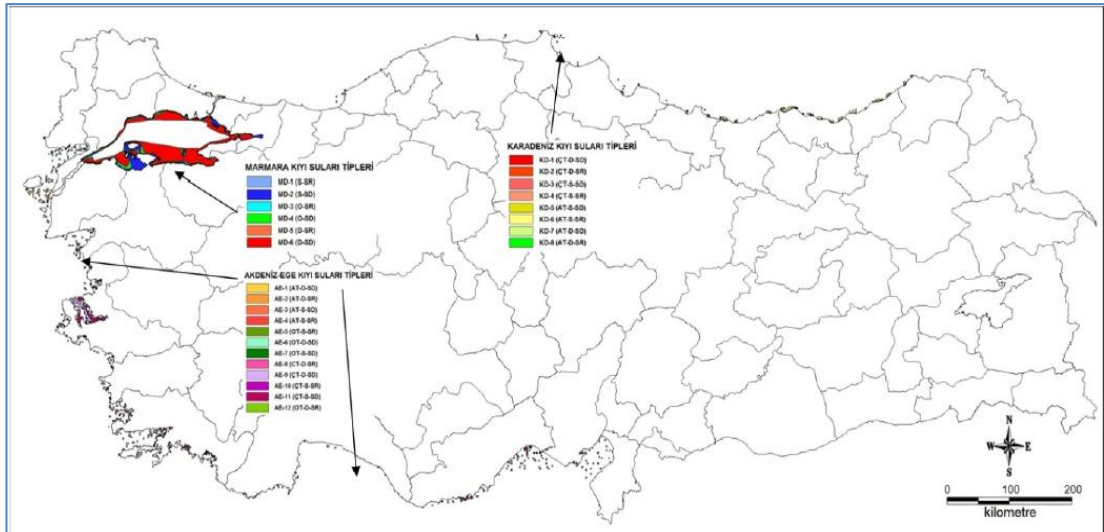
Her su kütlesi için kara ve deniz kökenli kirlilik kaynaklarından gelen baskılar analiz edilmiştir. Baskı-etki analizinin gerçekleştirilmesinde "Basitleştirilmiş Arazi Kullanım İndeksi (Land Uses Simplified Index (**LUSI**))" kullanılmıştır. Bu indeks su kütlesi üzerindeki baskıların, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamındaki arazi kullanım verilerinin alansal analizi ile oluşturulan bir indekstir. Söz konusu indeks; kentsel, endüstriyel, tarımsal (sadece sulanan araziler) ve nehirlerden kaynaklı (tuzluluk temel alınarak belirlenen tipler) baskıları dikkate almaktadır.

Kıyı ve geçiş sularının belirlenmesi:

Türkiye kıyı ve geçiş sularının tiplerinin belirlenmesi çalışmaları Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz olmak üzere 4 coğrafi alt bölgede yürütülmüştür. İlk aşamada, Türkiye kıyı çizgisinden 1 deniz mili açığa doğru tanımlanan kıyı suları, proje kapsamında gerçekleştirilen birinci çalıştay sonrası alınan kararlar doğrultusunda "Türkiye kıyılarının en dış uç noktalarından çizilen düz esas hattan itibaren deniz tarafına doğru bir deniz mili (1852 m) mesafeye kadar uzanan suları" kapsayacak şekilde yeniden tanımlanmıştır.

Proje kapsamında Türkiye “kıyı suları” tanımlanmış (Şekil 14), CBS’de haritalandırılmış ve “tipler” belirlenmiştir. Buna göre; Türkiye kıyı suları için 37 tip belirlenmiştir. Belirlenen 37 tipin 23 tanesi Akdeniz-Ege suları, 6 tanesi Marmara suları ve kalan 8 tanesi de Karadeniz suları için oluşturulmuştur.

Geçiş sularının belirlenmesi kapsamında ise nehirlerin üzerindeki baskı-etki durumları ve “Strahler Yöntemi” göz önüne alınmıştır. Strahler Yöntemi, matematiksel olarak nehirlerin oluşumunu ortaya koyan tipolojik bir sistemdir ve göreceli olarak nehrin büyüklüğünü göstermektedir. Ölçek skalası 0’dan 7’e kadar olup, ölçeğin büyümesi nehre birçok alt kol bağlamış olduğunun göstergesidir. Söz konusu çalışmada Strahler Yöntemine göre 4’ten büyük olan nehirler dikkate alınmıştır. Sonuç olarak elde edilen nehirlerin içerisinde buldukları bölgeyi temsil edici, civarda bulunan baskı-etkiler de göz önünde bulundurularak 23 adet nehir belirlenmiştir.



Şekil 14. Türkiye kıyı suları tipleri ve dağılımı

Ülkemiz kıyısız alanlarının su kütlelerinin bölümlenmesi çalışmasında SÇD Kılavuz Doküman No:2 takip edilerek uygulanmıştır. Su kütlesi belirleme yöntemine göre, Türkiye kıyılarında Akdeniz’de 22, Ege Denizi’nde 16, Marmara Denizi’nde 22 ve Karadeniz’de 16 olmak üzere toplam 76 tane su kütlesi belirlenmiştir.

Su kütlelerinin belirlenmesi çalışmalarında;

- Denizler'in su kütleleri bölümlenmesinde ötrofikasyon risk alanları,
- Kıyı tipi (derinlik ile zemin yapısı (sert – yumuşak)) özelliği,
- Kıyısal alanlardaki baskı unsurları (nehir etkisi, kentsel alanlar, nüfus yoğunluğu, düzensiz katı atık alanları, deniz trafiği yoğunluğu, endüstri tesisleri yoğunluğu; yayılı kaynaklar; liman; lagün; platform; tersane ve turizm yoğunluğu)
- Koruma alanları,
- Mevcut izleme sonuçları (Marmara Denizi 2009-2011 İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü -TÜBİTAK-MAM, Karadeniz 2006-2011 İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Akdeniz ve Ege Denizleri'nde Derinsu Sualtı Mühendislik ve Danışmanlık Ltd. Şti tarafından 2011 yılı'nda gerçekleştirilen Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi)

dikkate alınmıştır.

Kıyı ve Geçiş Sularının Ekolojik ve Kimyasal Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesinde fitoplakton, makroalg/çiçekli bitkiler ve bentik omurgasızlar olmak üzere 3 Biyolojik Kalite Elemanı dikkate alınmıştır. Aynı çerçevede fizikokimyasal kalite göstergeleri biyolojik değerlendirmeleri destekleyici olarak kullanılmıştır. Son olarak, spesifik kirleticiler belirlenme aşamasında olduğundan (KIYITEMA Projesi) Ekolojik Durum Değerlendirmeye bu çalışmada katılmamıştır. Kimyasal Durum Değerlendirme çalışması gerekli verinin (suda ölçülen kirleticiler) bulunmaması nedeni ile yapılmamış ancak izleme çalışmaları kapsamında sedimanda ölçülen kirleticilere ait kirlilik haritaları oluşturulmuş ve değerlendirme “zenginleşme faktörü“ ve ERL (Effects Range Low)'ye göre 2-sınıf olarak yapılmıştır. ERL (Kısa Etki Aralığı) deniz sedimanı için kalite standardı olarak kullanılmaktadır.

Bunların dışında proje çalışmaları kapsamında;

- Kıyı suları için 2011-2013 döneminde uygulanan bütünleşik izleme programı, Proje'nin SÇD odaklı çıktıları ile yenilenecek 2014-2016: Denizlerde Bütünleşik İzleme ve Değerlendirme Programı olarak sunulmuştur.
- Deniz suları için DSÇD'ye uyumlu izleme yaklaşım ve ölçütleri tanımlanmış, 2014-2016 programına her deniz alt değerlendirme alanı için pilot ölçekli çalışmalar eklenmiştir. 2014-2015 döneminde taraf olduğumuz Sözleşmeler kapsamında bölge denizlerimizde veya AB ülkelerince belirlenecek kılavuzların kullanımı ile 2014-2016 Programı revize edilebilecektir.
- Önerilen “Denizlerde Bütünleşik İzleme ve Değerlendirme Programı”nı destekler nitelikte taslak bir “Deniz Suları ve Tabanının İzlenmesi teknik Usuller Tebliği” hazırlanmıştır.
- Özellikle DSÇD'nin gerektirdiği karmaşık uygulama yapısını destekler nitelikte, İzleme Alt programları oluşturulmuş ve bunların ne şekilde uygulanabileceklerine dair enstitüsel yapıya ilişkin fizibilite yapılarak enstitüsel yapılanma, koordinasyon ve işbirlikleri konusunda öneriler sunulmuştur [23, 24].

V. HASSAS ALANLARIN BELİRLENMESİNE İLİŞKİN METODOLOJİ OLUŞTURULMASI

Ülkemizde hassas alanlar konusunda yapılmış mevcut çalışmalar değerlendirildiğinde; çalışmaların tüm su kütlelerini kapsamaması, hassasiyet durumunun tek bir parametre bazında ele alınması ve hassas alanların belirlenmesi ve yönetimine ilişkin uygulanan ortak bir yaklaşımın bulunmaması sebebiyle Bakanlığımız tarafından “Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi” başlatılmıştır. 2012 yılında çalışmalara başlanılan, TÜBİTAK-MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından yürütülmekte olan projenin 2015 yılı sonunda tamamlanması hedeflenmektedir.

Proje ile Türkiye’deki 25 su havzasında bulunan yüzeysel sularda su kirliliği açısından **hassas su alanlarının**, **nitrate hassas su alanlarının** ve bu alanları etkileyen **hassas bölgelerin** tespiti ve su kalitesi hedefleri ile su kalitesinin iyileştirilmesi için alınacak tedbirlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda öncelikle, 25 su havzasında mevcut yüzeysel su kütleleri tespit edilecek, su kütlelerindeki kentsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlere bağlı olarak oluşan baskılar ve su kütlesi bazında kirlilik yükleri belirlenecektir. Geliştirilen metodoloji kapsamında potansiyel hassas su kütleleri belirlenecektir. Bu su kütlelerinde yapılacak olan fizikokimyasal ve biyolojik izleme çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ve uzman görüşleri birlikte değerlendirilerek yüzey sularında (kıyı ve geçiş suları dahil) su kirliliği açısından hassas su alanları ve nitrate hassas su alanları ve bu alanları etkileyen nitrate hassas bölgeler belirlenecektir. Ayrıca belirlenen hassas su alanları için su kalitesi hedefleri ve su kalitesinin iyileştirilmesi için arıtma tipleri dahil olmak üzere alınacak tedbirler de belirlenecektir. Ülkemize has su kalitesi modelleri geliştirilip, tespit edilen hassas su kütleleri için su kalite hedefleri doğrultusunda belirlenen tedbirler, geliştirilen su kalite modelleri kullanılarak gözden geçirilecektir.

Tez çalışması kapsamında “hassas alanların belirlenmesi” konusunda ele alınacak olan metodoloji projede geliştirilen metodoloji olup uygulanan yöntem proje çalışmaları kapsamında aşağıda belirtilen ana başlıklar altında ayrıntılı bir şekilde verilmektedir.

HASSAS ALANLARIN BELİRLENMESİ ADIMLARI



Şekil 15. Hassas Alanların Belirlenmesi Adımları

5.1. Su Kütlelerinin ve Tiplerinin Belirlenmesi

Su kütlesi, bir su kaynağının yönetilebilen en küçük parçası demektir. Havzanın su kütlelerine ayrılmasının temel amacı, raporlama açısından kolaylık sağlanması ve havzanın yönetilebilir küçük birimlere bölünmesi gerekliliğidir. Böylelikle su durumunun doğru bir şekilde belirlenmesi ve çevresel hedeflerle kıyaslanması sağlanabilir.

SÇD’ye göre; su kütleleri belirlenirken öncelikle yüzey sularının nehir, göl, kıyı ve geçiş suyu olmak üzere 4 kategoriye ardından fizyolojik ve morfolojik özelliklerine göre ikinci bir sınıflandırmaya tabi tutularak doğal, yapay ve büyük ölçüde değiştirilmiş olmak üzere 3 sınıfa ayrılmalıdır [26].

Doğal Su Kütleleri: Eğer bir su üzerinde insani kaynaklı herhangi bir fizyolojik ve morfolojik değişiklik yapılmamışsa (kanal içine alınma, seddeleme, savaklama, dip düzenlemesi, akım düzenlemesi vb...) bu su için doğal su kütlesi denilmektedir.

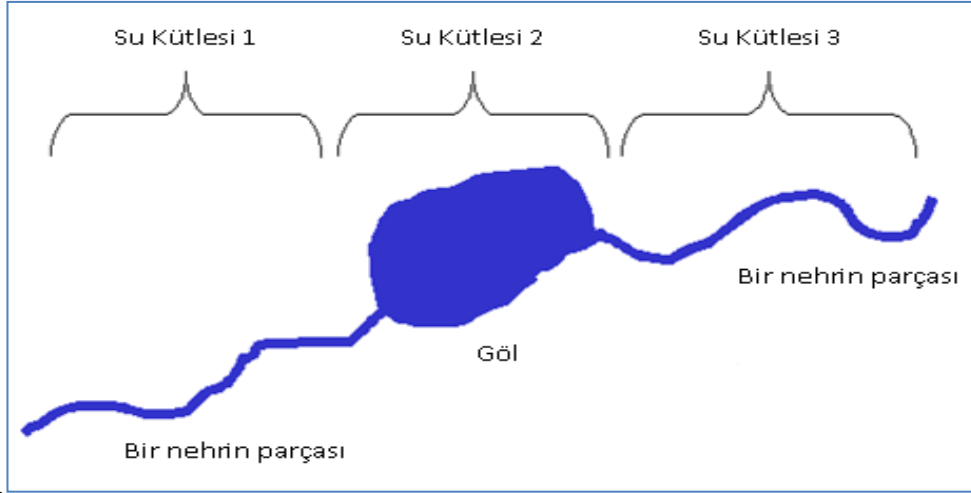
Büyük Ölçüde Değiştirilmiş Su Kütleleri: insan etkinliklerinden kaynaklanan fiziksel değişimler sonucunda karakteri somut şekilde değişen ve bu nedenle "iyi ekolojik durumu" sağlayamayan su kütleleridir. Bu bağlamda: fiziksel değişiklikler bir su kütesinin hidromorfolojik özelliklerindeki değişiklikler anlamına gelir ve bir su kütesinin özelliğinin somut şekilde değişmiş olması, bu su kütesinin uzun vadeli ciddi hidromorfolojik değişikliklere uğradığı anlamına gelir. Bu hidromorfolojik değişiklikler genellikle morfolojik ve hidrolojik özellikleri değiştirirler. Fiziksel ve morfolojik değişimlerin en sık görülenleri barajlar, nehir yataklarının değiştirilmeleri, yatakta düzenlemeler yapılması, kum çekimleri, savaklama olarak gözlemlenmektedir. Göllerde ise göl kıyılarının rekreasyonel düzenlemeleri, dipten çamur çekimi başlıca morfolojik değişimlerdir. Bu tip değişimler o su kütesinin ekolojik özelliklerini değiştirdiği için SÇD bakımından oldukça önemlidir.

Yapay Su Kütleleri: Önceden su kütlesi bulunmayan bir konumda oluşturulan ve mevcut bir su kütesinin fiziksel olarak değiştirilmesi, hareket ettirilmesi veya konumunun değiştirilmesi olmaksızın oluşturulan yüzey suyu kütleleridir Bu anlamda, kıyı sularında yapay su kütlesi bulunmamaktadır [28]. Sulama göletleri, sulama kanalları, içme suyu ulaştırmak amaçlı yapılmış kanallar bu tip su kütlelerine örnek olarak verilebilir.

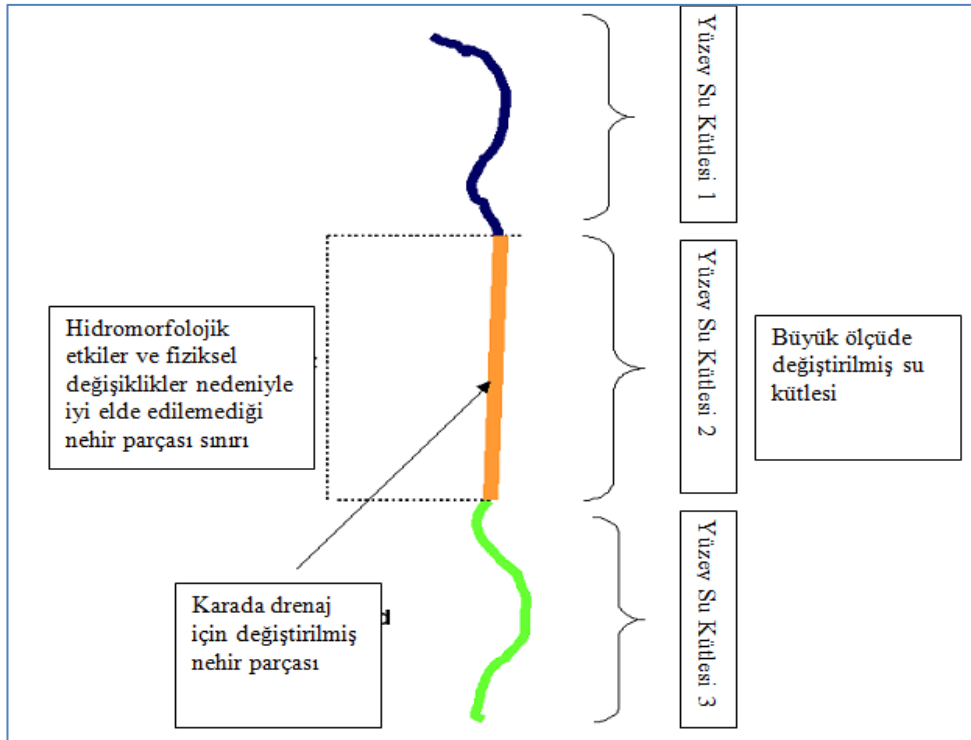
Su kütlelerinin bu tip sınıflandırılması ulaşılabilecek ekolojik hedeflerin tanımlanması açısından oldukça önemlidir. Doğal su kütleleri alınacak önlemlerle “**iyi ekolojik duruma**” ulaşabilecektir fakat büyük ölçüde değiştirilmiş ve yapay su kütlelerinde böyle bir ihtimal bulunmamaktadır. Bu su kütleleri için “**iyi ekolojik potansiyeller**” tanımlanarak su kütlelerinde bu amaca ulaşmak için önlemler alınması gerekmektedir.

a) Nehir Su Kütlelerinin Belirlenmesi

Su kütleleri Şekil 16’da görüldüğü gibi nehir, göl, geçiş veya kıyı suyu olarak kategorize edildikten sonra morfolojik olarak birimlere ayrılır (Şekil 17). Bir su kütlesi mutlaka bu kategorilerden yalnızca bir tanesine ait olmalıdır.

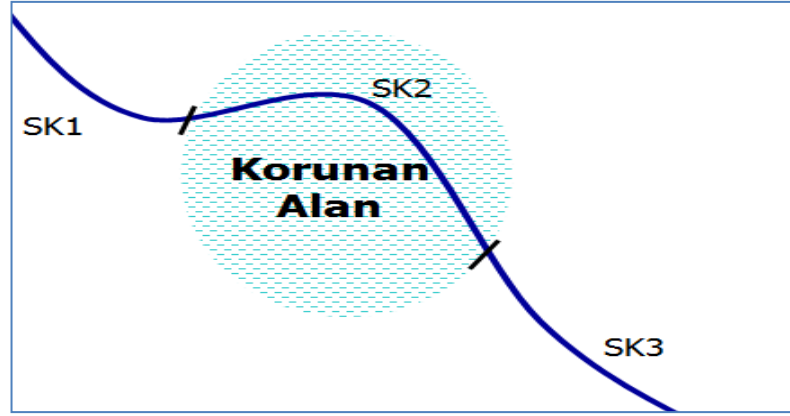


Şekil 16. Su Kütlesinin İlk Aşamada Ayrılması



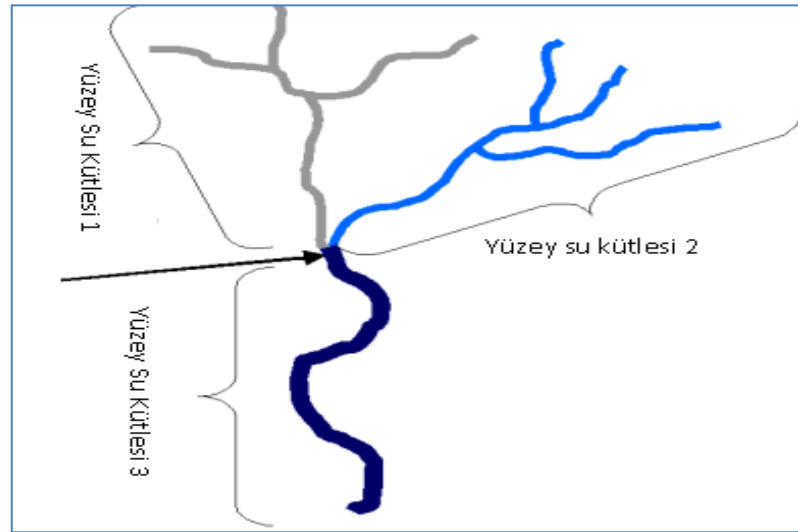
Şekil 17. Nehir Su Kütlesinin Morfolojik Olarak Ayrılması

Eğer su kütlelerinin bir kısmı korunan alan olarak tespit edilmişse bu kısım ayrı bir su kütlesi olarak değerlendirilmelidir (Şekil 18). Çünkü korunan alan statüsündeki su kütleleri için farklı koruma önlemlerinin alınması ve farklı izleme yükümlülüklerinin uygulanması gerekmektedir. Bilindiği üzere ülkemizde içme suyu sağlanan alanlar, RAMSAR, CİTES, kuş direktifi, habitat direktifi gibi uluslararası anlaşmalarla belirlenmiş korunan alanlar bulunmaktadır.



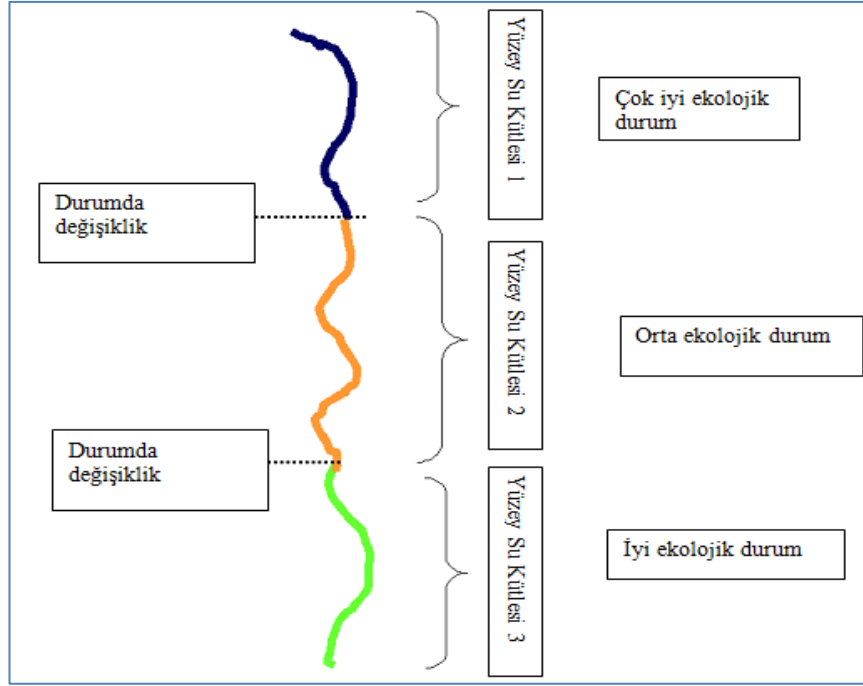
Şekil 18. Su Kütlesinin Korunan Alanlara Göre Ayrılması

Coğrafi ve hidromorfolojik özellikler de yüzey suyu ekosistemini ve bunların insani faaliyetlere duyarlılığını önemli oranda etkileyebilir. Bu özellikler su kütlelerinin belirlenmesinde gözönünde bulundurulması gereken önemli faktörlerdir. Örneğin bir nehir bölümünün diğeri ile birleşmesi coğrafi ve hidromorfolojik olarak farklı özellikleri olan bir su kütlesinin oluşmasına neden olabilir.



Şekil 19. Nehir Su Kütlelerinin Tip Öncesi Ayrımları

Bu temel ayrımların dışında su kütlelerinin belirlenmesi için farklı kıstaslar da belirtilmiştir. Su kütlelerine etki eden baskı ve etki unsurlarının değerlendirilmesi sonucu farklı ekolojik durumlara sahip su kütleleri de ayrı birer su kütlesi olarak değerlendirilmelidir (Şekil 20).



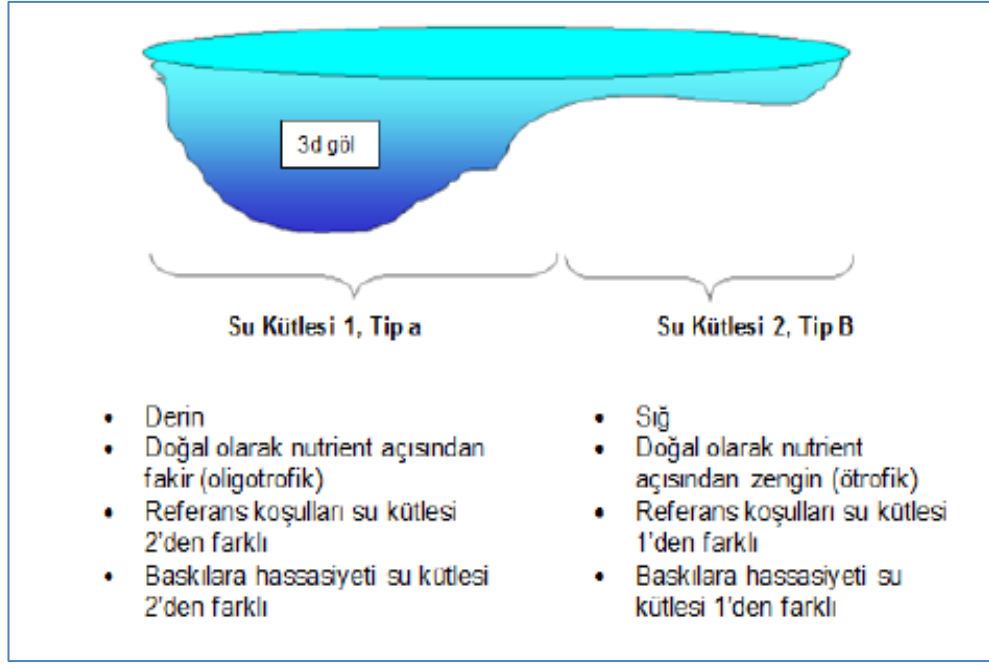
Şekil 20. Ekolojik Durumlarına Göre Su Kütlelerinin Ayrılması

b) Göl Su Kütlelerinin Belirlenmesi:

Göl su kütleleri belirlenirken durum nehirlerde belirleme açısından biraz daha farklıdır. Bir göl, gölet ya da baraj gölü tek başına bir su kütlesi olarak belirlenebileceği gibi, bir bölümünün diğer bölümlerden farklı özellikler göstermesi nedeniyle birden fazla su külesine de bölünebilir (Şekil 21). Göl su kütlelerinin belirlenmesinde batimetri ve tuzluluk da önemli faktörlerdir. Ülkemizde birçok tuzlu göl, acı göl ve tatlı göl bulunması ve bunların batimetre çalışmalarının yapılmamış olması karşılaşılan başlıca güçlüklerdir.

c) Geçiş Suyu Kütlelerinin Belirlenmesi:

Geçiş suları kıyı sularına yakınlığından dolayı kısmen tuzlu olan fakat büyük ölçüde tatlı su akıntılarının etkisinde bulunan nehir ağzı civarındaki yüzey suyu kütleleridir. Geçiş suları hem tatlı sulara hem de tuzlu sulara maruz kaldığı için buradaki ekolojik yaşam tamamen farklıdır. Deniz suyunun girişim miktarı ve nehrin debisine göre geçiş sularının sınırları değişebilmektedir (Şekil 22).

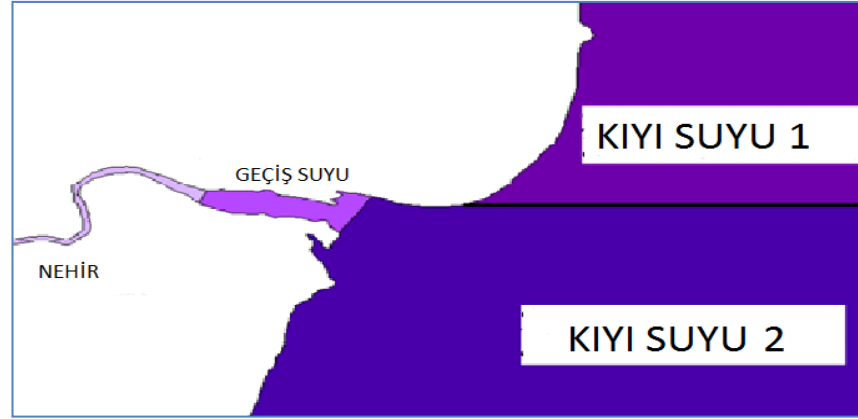


Şekil 21. Göl Su Kütlelerinin Tip Öncesi Ayrımları

Geçiş suları deniz sınırının belirlenmesinde üye devletlere yardımcı olmak amacıyla, 4 farklı yöntemin kullanılması önerilmektedir. Bu yöntemler; Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi Direktifi gibi Avrupa'ya ait ve ulusal yönetmelik altında belirlenen sınırların kullanılması, tuzluluk oranı değişimi, fiziksel özellikleri ve modellemedir [27]. Geçiş suyunu belirlemenin en kolay yolu ise tuzluluk ölçümüdür.

d) Kıyı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesi:

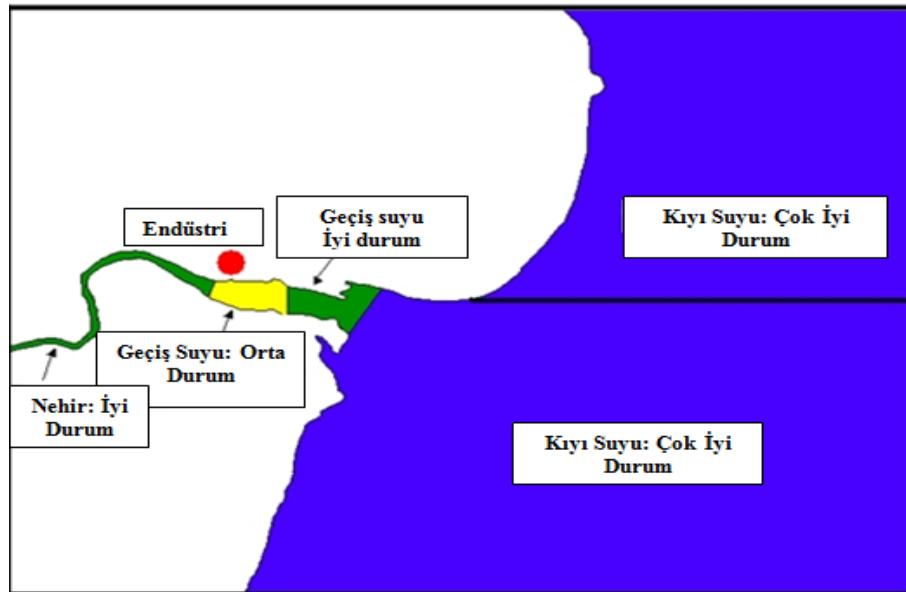
Kıyı hattının en dış uç noktalarından çizilen düz ana hattın itibaren deniz tarafına doğru birdeniz mili (1852 m) mesafeye kadar uzanan yüzey sularıdır. Oldukça girintili çıkıntılı olan kıyı hatları, körfezler, nehir ağızları ve ada kıyıları boyunca, ana hat düz bir çizgi olarak çekilebilir. Her bir Üye Devlet bu tanıma uygun olarak kendi yasal ana hattına sahiptir. Direktif, geçiş suları ya da kıyı sularının karaya doğru uzantılarına dair bir ölçü vermemektedir. Hem geçiş hem de kıyı suları için geçerli olan hidromorfolojik kalite elementlerinden biri de gelgitin gerçekleştiği bölgenin yapısıdır. Gelgitin gerçekleştiği bölge içerisinde bazı kalite elementlerinin izlenmesi olası olduğundan, geçiş ve kıyı su kütlelerinin içerisinde en yüksekte en düşüğe doğru astronomik gelgit bölgesini kapsamaları önerilmektedir [27].



Şekil 22. Geçiş ve Kıyı Su Kütlelerinin Tip Öncesi Ayrımları

Kıyı ve geçiş suyu kütlelerinde de ekolojik sınıflandırmaya göre tek bir su kütlesi çeşidine sahip olan bir alanın iki ya da daha fazla farklı su kütlelerine ayrılması gerekebilir. (Şekil 23) [27].

Su kütlelerinde fiziksel parametrelere bağlı olarak sınıflandırma işi tamamlandıktan sonra her bir su kütlesi üzerindeki baskı ve etkilere göre tekrar bir sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneğin fiziksel olarak ayrıştırılmış bir nehir su kütlesine belirli bir noktadan deşarj yapılıyorsa, su kütlesi deşarj yapılan noktadan yeni iki su kütlesine ayrıştırılmıştır.



Şekil 23. Kıyı ve geçiş sularının ekolojik duruma göre sınıflandırılması

Bundan sonraki adım **tiplerin** belirlenmesidir. Su kütlelerinin tiplere ayrılması çeşitli parametreler kullanılarak sınıflandırılmasını sağlayan bilimsel bir çalışmadır. Tipleri belirlemenin ana hedefi ekolojik sınıflandırmanın temel bileşeni olan tipe özgü referans koşulların belirlenmesini kolaylaştırmaktır. Her bir tip için bu tipi temsil edecek referans su kütlelerinin bulunması zorunludur [11]. Referans su kütlelerinde de izleme yapılarak her bir tipte ne gibi değişimlerin olduğu ve alınan önlemlerin iyileşmeye katkısı olup olmadığı görülmektedir.

Tiplerin belirlenmesinde Üye Devletler Sistem A ve Sistem B'yi kullanmaktadır. Sistem A'da temel ayırım eko bölge yaklaşımına göre yapılmakta olup, ayrıca rakım, büyüklük ve jeoloji gibi abiyotik tanımlayıcıların kullanılması da gerekmektedir. Sistem B eko bölge odaklı olmak zorunda olmayıp, ülkeler kullandıkları parametreler için kendi limitlerini belirleyebilmektedirler. Hangi sistem kullanılırsa kullanılсын tipe özgü referans koşulların uygulanmasını sağlayabilecek yeterli ayırımın elde edilmesi gerekir. Hangi sistemin kullanılacağı üye ülkelere bırakılmıştır [26].

Her ülkenin ekolojik ve coğrafi özelliklerine göre karar verebildiği bu parametrelerin seçiminde ülkemiz açısından durum daha zordur. Türkiye 25 nehir havzasından oluşmaktadır ve bu havzaların çoğu AB üye ülkelerinin bazılarının sınırlarından bile büyüktür. Bu durum da su kütlelerin gruplandırılmasını oldukça zorlaştırmaktadır. Bilindiği gibi ülkemiz çok farklı coğrafi ve ekolojik özelliklere sahiptir. Bu sebeple tip belirlenmesi amacıyla seçilen parametrelerin ve aralıkların tüm ülkeyi temsil edebilecek özellikte olması gerekmektedir. Bu sebeplerle ülkemizde de tiplerin belirlenmesinde Sistem B kullanılarak ülkemize özgü tip kriterleri belirlenmiş olup Şekil 24 ve Şekil 25'de görülmektedir.

Proje kapsamında su kütlelerinin belirlenmesi çalışması yukarıda belirtilen yöntemle göre yapılmış olup ayrıca bazı kabuller yapılmıştır. Su kütlelerinin belirlenmesi işi birçok adımdan oluşmakta ve birçok veri altlığı gerektirmektedir. Su kütlelerinin belirlenmesinde göller için ilk adım, belirli bir alandan büyük göllerin seçilmesidir. Eşleştirme Projesi çalışmaları doğrultusunda yüzey alanı 50 hektardan büyük göl ve baraj gölleri seçilmiştir.

KRİTER	SINIR DEĞERLER	KOD
Akış Rejimi	Mevsimsel	A1
	Sürekli	A2

Mevsimsel

KRİTER	SINIR DEĞERLER	KOD
Rakım	0-800 m	R1
	800-1600	R2
	>1600 m	R3
Eğim	< %2	E1
	> %2	E2
Jeoloji	Yüksek Mineralizasyonlu	J1
	Düşük Mineralizasyonlu	J2

Sürekli

KRİTER	SINIR DEĞERLER	KOD
Rakım	0-800 m	R1
	800-1600	R2
	>1600 m	R3
Eğim	< %2	E1
	> %2	E2
Jeoloji	Yüksek Mineralizasyonlu	J1
	Düşük Mineralizasyonlu	J2
Drenaj Alanı	< 1000 km ² / < 3000 km ²	D1
	> 1000 km ² / >3000 km ²	D2
Yağış	< 400 mm	Y1
	> 400 mm	Y2

Şekil 24. Ülkemiz Nehirleri İçin Tip Kriterleri ve Sınır Değerleri

KRİTER	SINIR DEĞERLER	KOD
Rakım	< 800 m	R1
	800-1600 m	R2
	> 1600 m	R3
Derinlik	< 5 m	D1
	> 5 m	D2
Alan	< 500 ha	A1
	> 500 ha	A2
Jeoloji	Yüksek Mineralizasyonlu	J1
	Düşük Mineralizasyonlu	J2

Şekil 25. Ülkemiz Gölleri İçin Tip Kriterleri ve Sınır Değerleri

Nehirlerde ise ilk adım **Strahler** Yöntemine (nehirlerin dallanmalarına göre küçükten büyüğe 0 ile 7 arasında sıralandığı bir sistem) göre belirli bir sıradan büyük kolların seçilmesidir. Proje kapsamında nehirler için Strahler sıralamasında 3 ve

üzeri numaralamaya ait nehirler seçilmiştir. Ancak bu sınırlar havzaya ve bölgeye özgü olarak değişikliğe uğrayabilmektedir. Örneğin üzerinde ciddi bir baskı olduğu bilinen ya da içme suyu sağlanmakta olan ancak Strahler Yöntemine göre 2 ve 1 değerine sahip olan nehir kolları da ayrı birer su kütlesi olarak tanımlanmaktadır.

Su kütleleri öncelikle yukarıdaki bilgiler doğrultusunda oluşturulduktan sonra CBS üzerinde tip katmanları (jeoloji, yağış, rakım) ve havzadaki baskı ve etkiler, su kalitesi dikkate alınarak sınıflandırılmakta ve fiziksel olarak son halleri verilmektedir. Belirlemeler yapılırken noktasal ve yayılı baskı unsurlarının belirlenebilmesi için aşağıdaki kriterler Bakanlığımız uygun görüşleri de alınarak kullanılmıştır;

- Noktasal baskı; Eşdeğer nüfus>10.000 kişi
- Yayılı baskı; Tarım ve hayvancılık, CORINE tarım alanı >% 60

Nehir tipi kriterleri ; “İlk Yaklaşım” kriteri olan Akış Rejimi kriterine göre şekillenmektedir. Örneğin, Akış Rejimi kriteri Mevsimsel (A1) olarak belirlenmiş olan bir nehir için Drenaj Alanını ya da bu nehre ait yağış miktarlarını da göz önüne almanın bir etkisi olmayacağı görülmektedir. Dolayısı ile Akış Rejimi tipine göre NA2DxYxExRxJx (Sürekli Akış durumunda), ya da NA1ExExJx (Mevsimsel Akış durumunda) bir tip kodlaması ve sınıflandırması ortaya çıkacaktır. Göl tiplerinde ise benzer bir kısıtlamaya seçilen parametreler itibariyle ihtiyaç bulunmamaktadır. Belirtilen yöntemlere göre 25 havzada toplam 1814 nehir suyu kütlesi 656 göl suyu kütlesi olmak üzere 2470 adet su kütlesi belirlenmiştir. Havzalardaki su kütleleri ve tip sayıları Tablo 20 ve Tablo 21’de görülmektedir.

5.2 Baskı-Etkilerin Belirlenmesi

Baskı ve etki analizi, sucul ortamlar için amaca yönelik istenilen su kalitesi hedeflerinin gerçekleştirilme durumuyla ilgili riskleri değerlendirmek amacıyla kullanılan bir risk analiz yöntemidir. Bu nedenle söz konusu analizin temel amacı potansiyel risk/risk altında bulunan su kütlelerinin belirlenmesidir [11]. Baskı-Etki analizi, baskılara karşı önlem programlarının hazırlanması sürecinin bir parçası olup, izleme programlarının hazırlanması için de oldukça önemlidir. Bu kapsamlı sürecin

en temel parçalarından biri, hedeflerin belirlenmesidir. Çünkü baskılar ve etkilerin incelenmesi işleminde, belirlenen hedefe ulaşamayacak veya ulaşamama riski bulunan su kütlelerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Hedefler, ulusal mevzuata uygun olarak tanımlanmalıdır.

Tablo 20. 25 Havza Su Kütleleri Sayısı

Havza Adı	Akarsu	Göl	Toplam	Havza Adı	Akarsu	Göl	Toplam
Akarçay	29	11	40	Gediz	85	11	96
Antalya	54	20	74	Kızılırmak	109	71	180
Aras	48	16	64	Konya	57	34	91
Asi	33	7	40	Kuzey Ege	34	11	45
Batı Akdeniz	53	23	76	K.Menderes	36	10	46
B.Karadeniz	67	22	89	Marmara	166	40	206
Burdur	15	11	26	Meriç-Ergene	78	37	115
B.Menderes	78	48	126	Sakarya	155	58	213
Ceyhan	80	22	102	Seyhan	61	18	79
Çoruh	32	13	45	Susurluk	107	37	144
D.Akdeniz	67	11	78	Van	21	17	38
D.Karadeniz	52	6	58	Yeşilirmak	69	40	109
Fırat-Dicle	228	62	290	TOPLAM	1814	656	2470

Tablo 21. 25 Havza Tip Sayıları

Havza Adı	Akarsu	Göl	Toplam	Havza Adı	Akarsu	Göl	Toplam
Akarçay	11	6	17	Gediz	9	4	13
Antalya	21	6	27	Kızılırmak	15	13	28
Aras	10	3	13	Konya	22	11	33
Asi	14	5	19	Kuzey Ege	8	3	11
Batı Akdeniz	19	10	29	K.Menderes	9	4	13
B.Karadeniz	13	8	21	Marmara	6	5	11
Burdur	7	4	11	Meriç-Ergene	4	3	7
B.Menderes	17	10	27	Sakarya	24	11	35
Ceyhan	22	12	34	Seyhan	22	8	30
Çoruh	8	5	13	Susurluk	16	8	25
D.Akdeniz	22	8	30	Van	4	4	8
D.Karadeniz	12	4	16	Yeşilirmak	14	8	22
Fırat-Dicle	30	13	43	TOPLAM	359	176	535

Su Çerçeve Direktifi Rehber Doküman-3 de DPSIR yöntemine değinilmiştir. DPSIR sözcüğü, etkin faktör (D-driving forces), baskı (P-pressure), durum (S-state), etki (I-impact) ve tepki (R-response) faktörlerinin baş harflerinden oluşmaktadır. DPSIR yönteminde, bir havza veya çevresel sistem üzerindeki etkiler, sistemin tepkileri ve bunlar arasındaki ilişkiler bir iş zinciri şeklinde incelenmektedir (Tablo 22). Yöntemde, bir veya daha fazla etkin faktörün, bir sistem üzerinde bir veya daha fazla baskı yarattığı kabul edilmektedir. Baskılar, sistemin durumunu belirlemekte ve sistem durumunun değişimi hesaplanarak nihai etki belirlenmektedir.

Tablo 22. Baskı ve etki analizinde kullanılan DPSIR tanımı

TERİM	TANIM
ETKİN FAKTÖR	Çevresel bir etkisi olabilen antropojenik bir eylem (örneğin; tarım, evsel atıksu deşarjları)
BASKI	Faktörün doğrudan bir şekilde etkisi (örneğin; suyun akışında veya kimyasında bir değişikliğe sebep olan bir etken)
DURUM	Hem doğal hem de antropojenik etkenlerin sonucu olarak oluşan su kütlesinin durumu (örneğin; fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri)
ETKI	Baskının çevresel etkisi (örneğin; balıkların ölümü, ekosistemin değişime uğraması)
TEPKİ	Su kütlesinin durumunu iyileştirmek için alınan önlemler (örneğin; su çekiminin kısıtlanması, noktasal kaynak boşaltımlarının sınırlanması, tarım için uygulama anlamında en iyi rehberin geliştirilmesi)

Etkin faktörler (D), sistemin nitelik ve niceliğinin değişmesine katkıda bulunan tarım, hayvancılık, evsel atıksu deşarjları gibi faaliyet türlerinin sistem üzerinde oluşturduğu etkilerdir. Baskı (P) elemanları ise, etkin faktörlerin sistemi “nasıl” etkilediklerini belirleyen, bir ölçüde etkin faktörleri nicelik olarak tanımlayan göstergelerin büyüklükleridir. Durum (S) ise, baskı altındaki sistemin durumunu tanımlayan, ölçülebilir göstergelere işaret eder. Etki (I), yukarıda tanımlanan baskıların sonucunda sistemin durumunun değişmesi ile ortaya çıkan sonuçları tanımlar. DPSIR zincirindeki son eleman tepki (R) olup, durum ve etki elemanlarının değerlendirilmesi sonucunda sistemin istenen duruma getirilebilmesi için alınması

gereken önlemleri tanımlar [25]. Su kaynaklarına etki eden başlıca baskı unsurları ve etki faktörleri Tablo 23’de görülmektedir [23].

Tablo 23. Su Kütlelerine etki eden baskı unsurları ve etki faktörleri

Baskı		Etki Faktörleri
Noktasal Kaynaklar	Kentsel aktiviteler	Kentsel atıksu deşarjı
	Endüstriyel faaliyetler	Endüstriyel atıksu deşarjı
	Madencilik faaliyetler	Kontrolsüz deşarjlar ve atıklar
	Düzenli katı atık depolama	Sızıntı suyu
Yayıllı Kaynaklar	Kentsel aktiviteler-Foseptikler	Organik, azot, fosfor deşarjları
	Tarımsal faaliyetler	Azot, fosfor, pestisit, sediment kayıpları -Yüzeysel akış -Erozyon -Yapay akışlar
	Arazi kullanımı-Ormancılık Faaliyetleri	Yüzeysel akış ve erozyon ile azot, fosfor kayıpları
	Hayvancılık faaliyetleri	Azot, fosfor, pestisit, sediment kayıpları -Yüzeysel akış -Erozyon -Yapay akışlar
	Atmosferik taşınım	Azotlu ve kükürtlü bileşiklerin birikimi
	Taşımacılık-Karayolu	Egzoz gazları, kazalar sonucu kirleticilerin dökülmesi
	Düzensiz katı atık depolama sahalar	Sızıntı suyu
Su Çekimi	Sektörel su kullanımı (Sulama, endüstri vb. sebeplerle su çekimi)	Debinin azalması
	Yeraltı suyu	Kapasitenin azalması, tuzlanma
Morfolojik	Debi düzenleme	Debinin azalması
	Fiziksel bariyerler (Baraj, bent, set vb.)	Memba ve mansapta akış özelliklerinin değişmesi (hacim, hız,derinlik vb.)
	Yatak düzenlemeleri	Akış özelliklerinin değişmesi
Diğer	Erozyon	Sediment taşınımı, arazi kullanımının değişmesi, toprak kayıpları
	Balıkçılık faaliyetleri	Balıkçılık, balık kapasitesi
	İstilacı türler	Yerli türler ile rekabet

5.2.1 Baskı Etki Analizi için Kullanılabilecek Araçlar

Tüm su kütlesi türleri için tam bir baskı ve etki analizi gerçekleştirme kapasitesine sahip bir araç mevcut değildir. Bu nedenle, sürecin belirli bir içeriğini (baskı değerlendirmesi, yüzey suyu, yeraltı suyu, biyoloji) ele alan spesifik araçlar bulunmaktadır. Su kütlesi için tam bir baskı ve etki analizi yapmak üzere birden fazla araçtan elde edilecek sonuçların bir araya getirilmesi gerekebilir. Temel olarak kullanılabilecek üç farklı araç mevcuttur;

- Baskı Kontrol Listesi
- Genel Tarama Yaklaşımı
- Sayısal Model

Baskı Kontrol Listesi; Bu kontrol listesi, baskı ve etkileri değerlendirirken temel etki faktörlerini ve baskıları hatırlatma amacı taşımaktadır ve nihai baskı etki analizinin bir ön tanımlayıcısıdır. Bu listeye, farklı su kütlelerini etkileyebilecek kirlilik, hidrolojik akışın değiştirilmesi, morfolojik ve biyolojik parametreler şeklinde 4 ana faktörü tanımlayarak başlanabilir, sonrasında yayılı ve noktasal kirleticiler, su çekimleri, morfolojik ve diğer faktörler olarak detaylandırılabilir.

Genel Tarama Yaklaşımı; Tarama yaklaşımının amacı, risk altında olan veya risk altında olmayan su kütlelerini basit değerlendirmeler ile ortaya koymaktır. Bu yaklaşım, mevcut durum yeterli düzeyde iyiye veya çok kötüye, ya da baskılarda herhangi bir değişiklik beklenmiyorsa gerçekleştirilebilir. Tarama yaklaşımı modellemeye değil, öncelikle mevcut verilere dayanmaktadır.

LAWA Baskı Tarama Yöntemi: Durum verilerinin güncel etkiyi değerlendirmek için yeterli olmadığı bir durumda, sadece baskı verilerini kullanan tekniklerden faydalanabilir. Bu yöntem, hangi su kütlelerinin risk altında olduğunu ve hangi durum elementlerinin (biyolojik, kimyasal, fizikokimyasal maddeler) izleme programında ele alınacağını gösteren önemli baskıları toplayıp bir araya getirmesi amacıyla geliştirilmiştir. Hangi baskıların etki yapabileceğini kontrol etmek için faydalı bir kontrol listesidir.

OECD-Vollenwider yaklaşımı; göl sınıflandırmasında nutrient girişleri sonrasında (özellikle fosfor) bir gölün belirli bir trofik duruma ulaşma ihtimalini değerlendirmek için geliştirilmiştir. Özellikle güncel durumun, muhtemel doğal durumla karşılaştırılabildiği zamanlarda bu yaklaşım bir tarama aracı olarak kullanılabilir.

İzleme: Sadece izleme verilerinin olduğu bir durumda, su kalite sınıflandırması sonuçları tarama araçları olarak kullanılabilir.

Sayısal Model Kullanılması; Ekolojik, hidrojeolojik ve jeokimyasal sistemlerin matematiksel modelleri, su kütlelerindeki suyun hidrolojisini ve kirleticilerin taşınımını örneklendirmek için kullanılabilir. Kullanılacak modelin kapsamının ve seviyesinin seçiminde eldeki mevcut veriler, zaman ve bütçe göz önünde bulundurulması gereken hususlardır. Model karmaşıklıkça genellikle veri gereklilikleri, harcanacak zaman ve maliyet artacaktır. Bununla birlikte ileri seviye bir sayısal modelin kesinliği, basit bir model kullanılarak elde edilecek sonuçlardan daha güvenilir ve detaylı olacaktır. Ancak, SÇD kapsamındaki su kütlesi karakterizasyonu için gerekli bilgiler, basit bir model kullanılarak da edinilebilmektedir.

Proje kapsamında yukarıda açıklanan baskı-etki analiz yöntemlerinden yalnızca biri değil, bir kaç bir arada kullanılmıştır. Göl ve nehir su kütleleri için baskı-etki analizi değerlendirmeleri farklı yaklaşımlar üzerinden yapılmıştır.

Göl su kütleleri için baskı-etki analizi yapılırken, Soil Water Assesment Tool (SWAT) Modeli kullanılmış ve göl su kütlesine ulaşan toplam kirlilik yükleri (TN ve TP besi maddeleri) üzerinden ötrofikasyon değerlendirmesi yapılmıştır. Modele girdi olan noktasal kirlilik yükü verileri Havza Koruma Eylem Planları (HKEP), 2013'den alınmış, yayılı kirlilik yükü verileri ise proje kapsamında hesaplanmıştır. Model sonunda, elde edilen Carlson İndeks değerlerine göre kriter belirlenmiş ve göreceli olarak göl su kütlelerinin ötrofikasyon durumu tanımlanmıştır.

Nehir su kütelleri için baskı-etki analizi yapılırken risk değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmede elde mevcut olan noktasal kirlilik yükleri (HKEP, 2013) ve Model ile bu proje kapsamında hesaplanan yayılı kirlilik yükleri ve edinilen morfolojik baskı bilgileri (baraj ıkışları, HES, su çekimi vb.) göz önüne alınmıştır. Risk değerlendirmesi yapılırken baskının, belirlenen kriterlere göre sayısallaştırılması ile birlikte su kütelleri kendi aralarında yüksek riskliden düşük riskliye doğru bir sıralamaya tabi tutulmuştur. Bununla birlikte nehir su kütelleri bazında DSİ su kalitesi izleme verileri ve GTHB, NİBİS izleme verileri de kullanılmıştır.

Sonuç olarak, her bir gül ve nehir su kteline etki eden baskı unsurları, noktasal kirlilik yükü (kentsel ve endüstriyel) ve yayılı kirlilik yükü değerleri hesaplanmıştır [23].

5.2.2 Havza Modellemesi

Bu kısımda anlatılmakta olan model; “konuma ve zamana göre önemli değişkenlikler gösterebilen Türkiye koşullarında; ötrofikasyonla ilgili iklim, akarsu debileri, yayılı besin elementi girişleri gibi etkenlerin ve su ekosistemlerinin dinamiklerinin mümkün olduğunca ele alınarak, su ktellerinin ötrofikasyona karşı duyarlılıklarının ve altında oldukları ötrofikasyon risklerinin birbirleri ile karşılaştırılmaları” amacıyla uygulanmıştır. Dolayısıyla, su ktellerinin mevcut durum ya da ötrofikasyona karşı hassasiyetlerinin mutlak olarak belirlenmesi değil, birbirleri ile karşılaştırdıklarında hangilerinin diğerlerine göre daha hassas olduklarının ortaya konulmasıdır. Bu kapsamda;

- noktasal yüklerin daha önce yürütülmüş/yürütülmekte olan Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması 1 ve 2. Aşama projelerinden alındığı
- yayılı yüklerin, konuma ve zamana göre değişimleri ile ilgili girdilerinin mümkün olduğunca doğru sağlandığı
- bir havza modeli ve havza modelinin bir alt bileşeni olarak su ktellerinin besin elementi ve birincil üretim ile ilgili süreçler üzerinde odaklanmış su ekolojisi modellerinin yapılandırılmaları ve bu modellerinin sonuçlarının

kontrol edildikten sonra, bu sonuçlardan ötrofikasyon için önemli olacak sayısal ölçütlerden (örneğin Carlson İndeksi) faydalanılarak su kütlelerinin durum ve hassasiyetlerinin birbirleri ile karşılaştırılmaları için bir altyapı geliştirilmiştir.

Araçlar ve Yöntemler: Bu çalışmada, aslında özellikle batılı ülkelerde alışlagelmiş ve bilindik olan birçok araç ve yöntem bir arada kullanılmaktadır. Amacı ne olursa olsun verimli bir modelleme süreci için, düzgün ve uygun biçimde hazırlanmış konumsal veriler ve zaman serileri gerekmektedir. Modelleme araçlarının geliştirildiği çoğu ülkede bu verilere ulaşmak mümkündür, hatta bazı durumlarda modeller baştan bu verileri doğrudan işleyecek şekilde tasarlanmıştır. Türkiye’de ise veriler havzalara göre değil, idari birimlere göre düzenlenmiştir. Bu çalışma, Türkiye için özgün olarak geliştirilen ön işlem ve son işlem yazılımlarının mevcut bir havza modeli ile birlikte kullanılması açısından bakıldığında özgündür.

Özellikle yayılı besin elementi yüklerinin modellenmesi açısından çok kritik olan ürün deseni gibi bazı konumsal verilere erişmek mümkün olmayabilmektedir. Bu nedenle, çalışma süresinin de kısa olduğu düşünülerek değişik kamu kuruluşları ve enstitülerdeki veriler yerine aşağıda sıralanmış global veri setleri kullanılmıştır:

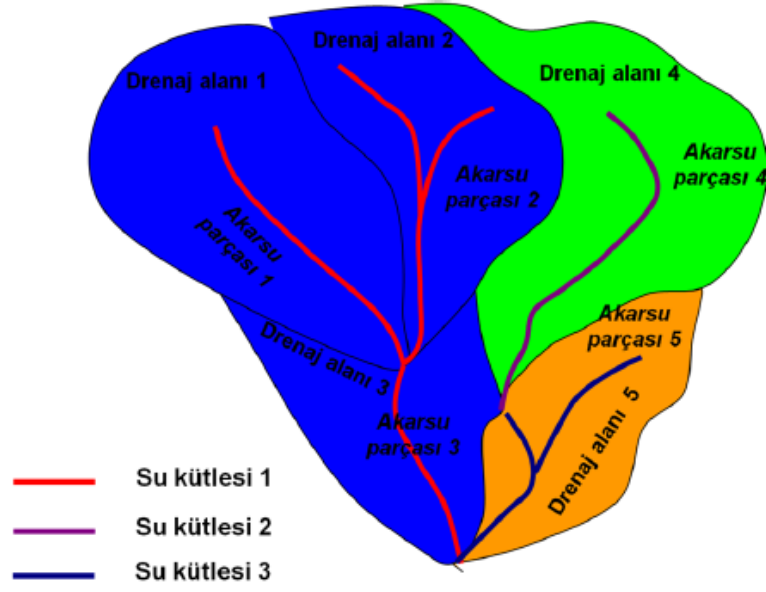
- **Topografya verileri:** SRTM 500 x 500 m (ekvatorda) konumsal çözünürlüklü verilerdir. Bu veriler, Türkiye enlemlerinde 170 x 170 m civarında bir çözünürlüğe denk gelmektedir. Daha yüksek çözünürlüklü global veriler (örneğin SRTM 90 m x 90 m, ASTER GDEM 30 m x 30 m ya da HGK altlıkları) mevcut olmakla birlikte Türkiye’nin tüm alanının seçilen hidrolojik modele uygun olarak ele işlenebilmesi açısından da düşünülerek, drenaj alanlarının otomatik olarak oluşturulabilmesi için nispeten daha kaba topografik veriler kullanılmıştır.
- **Arazi kullanımı verileri:** waterbase kuruluşu tarafından (www.waterbase.org) global arazi kullanımı veri seti kullanılmıştır. Uzaktan algılama tabanlı bu veriler, 400 m x 400 m çözünürlüğündedir.

- **Toprak verileri:** FAO tarafından derlenmiş toprak verileri kullanılmıştır. Bu veriler 6 km x 6 km çözünürlüğündedir. Topraklar değişik özelliklerine göre 5000 farklı kimlik numarası altında sınıflandırılmışlardır.
- **Meteorolojik veriler:** Bu veriler, 1979-2010 yılları arasında dünyanın 40000'den fazla meteoroloji istasyonundan toplanmış günlük verilerin bir veritabanı olarak sunulması ile elde edilmiştir.

Aşağıda sıralanan nedenlerle, havzadan su kütlelerine gelen yayılı yüklerin, SWAT modeli kullanılarak tahmin edilmesine karar verilmiştir:

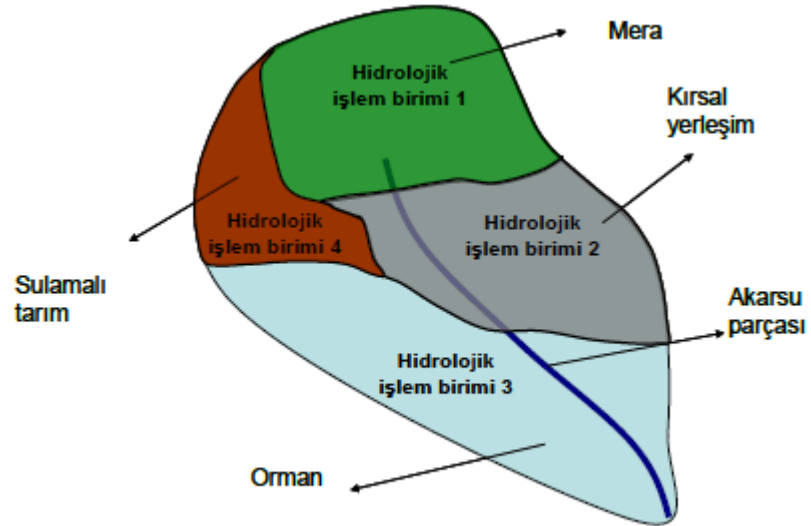
- SWAT, ücretsiz ve açık kaynak kodlu modeldir.
- Girdi ve çıktı düzeni metin dosyalarına dayanmaktadır ve girdi dosyalarının otomatik olarak oluşturulmaları ve de çıktı dosyalarının işlenerek zaman serilerinin ve haritaların otomatik olarak üretilmeleri nispeten kolaydır.
- SWAT modeli kısıtlı verilerle nispeten güvenilir sonuçlar üretebilmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi büyük havzalar söz konusu olduğunda, sonuçlar daha da güvenilir olabilmektedir. SWAT modeli; tüm Afrika kıtasına, İran'a ve Tuna Havzası'na uygulanmıştır.

SWAT modelinde, bir havza öncelikle her birisinin içinden bir akarsu parçasının (SWAT terminolojisinde "reach") geçtiği varsayılan drenaj alanlarına (SWAT terminolojisinde "subbasin") ayrılmaktadır (Şekil 26). Her drenaj alanının yüzeysel akışı, yüzey altı akışı ve yeraltı suyu akışının bir kısmı kendi içindeki akarsu parçasına ulaşmaktadır. Düşeyde ise sızma ile zemin suyu beslenmekte, tarla kapasitesini aşan zemin suyu ile yeraltına ulaşmaktadır. Yeraltı suyu kavramsal olarak üst üste buldukları varsayılan sığ akifer ve derin akifere geçmektedir. Sığ akiferdeki su, drenaj alanı içinden geçen akarsuya ulaşabilmektedir. Derin akiferdeki suyun ise, pompalanma dışında sığ akifere ya da akarsuya ulaşmadığı varsayılmaktadır.



Şekil 26. SWAT Modelinde drenaj alanları

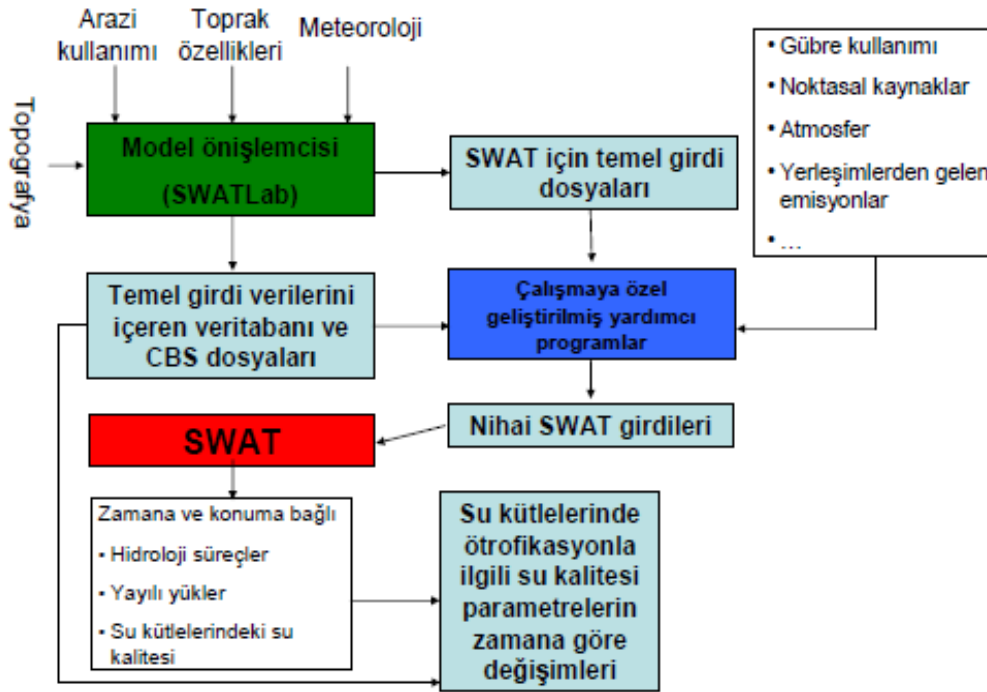
Drenaj alanları, akışları akarsu parçalarına yönlendirmekle birlikte alansal olarak homojen olmaları gerekmemektedir. Herhangi bir drenaj alanı içinde farklı arazi kullanımları ya da toprak yapıları olabilmektedir (Şekil 27).



Şekil 27. SWAT Modelinde drenaj alanının bileşenleri

SWAT modeli için; ArcSWAT, AVSWAT ve MWSWAT gibi birçok coğrafi bilgi sistemi tabanlı arayüz geliştirilmiştir. Ancak bu ara yüzlerden hiç biri, ülkemiz koşullarında elde edilen veriler ve bu verilerden türetilebilecek model girdilerini doğrudan desteklememektedir. Örneğin ülkemizde gübre uygulamaları ve katı atık, foseptik hayvancılıktan gelen yayılı besin elementi emisyonları, ancak idari birimler üzerinden belirlenebilmektedir. Bu durumda, hidrolojik işlem birimleri belirlenirken idari birimler de dikkate alınabilmelidir. Bu nedenle, drenaj alanları belirlendikten sonra, ilgili raster veri katmanlarını karşılaştırarak hidrolojik işlem birimlerini oluşturabilen ve daha sonra ülke ölçeğindeki verileri, bu hidrolojik işlem birimleri üzerinden model girdileri haline getirebilen hizmete özel bir bilgisayar yazılımı geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin her su külesine doğrudan drene olan alan (membra tarafındaki su külelerinin drenaj alanları hariç) belirlenmiş ve model drenaj alanları baştan su külelerine göre tanımlanmıştır.



Şekil 28. Model Yapılandırma Süreci

SWAT modelinin hidrolojik simülasyonlar için yapılandırılması nispeten kolay olsa da, yayılı besin elementi yükü simülasyonları daha karmaşıktır. Başarılı bir yayılı

yük hesabı için, Türkiye’de günümüze kadar yapılan havza çalışmalarında, dikkate alınan yayılı besin elementi yüklerinin kaynakları aşağıda sıralanmıştır:

- Tarım alanları
- Katı atık döküm alanları
- Foseptikler
- Kanalizasyonsuz meskûn bölgelerden gelen yüzeysel akışlar
- Kırsal alanlardan gelen yüzeysel akışlar
- Atmosfer

Bu kaynaklardan; tarım alanları, atmosfer, meskûn bölgelerden gelen yüzeysel akışlar ve kırsal alanlardan gelen yüzeysel akışlar SWAT tarafından doğrudan ele alınabilmektedir. SWAT modelinde, tarım alanları ve otlaklarda birçok operasyon tanımlanmıştır. Temel operasyonlardan bazıları aşağıda sıralanmaktadır.

- Sulama
- Gübre uygulaması
- Ekim/dikim
- Hasat
- Tarla sürme

Buradaki temel zorluk, Türkiye’deki çalışmalarda havza, alt havza ve mikro havzalara yönelik gübre uygulama verisi bulunmamasıdır. Bu nedenle, idari sınırlar (il, ilçe, vb) üzerinden elde edilen gübre uygulama verilerinin arazi kullanımı ve drenaj alanı sınırları ile çalıştırılarak drenaj alanı içindeki hidrolojik işlem birimlerinden hangilerine, hangi ayda, hangi gübrelerden ne kadar uygulandığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra ise tahmin edilen gübre uygulamalarının ve diğer zirai operasyonlarla ilgili (sulama, hasat, vb) diğer verilerin, SWAT’ın kabul edeceği biçimde (formatta) tarım yapılan her hidrolojik işlem birimi için hazırlanması gerekmektedir.

Su kütlelerindeki su kalitesi simülasyonları için, SWAT tarafından sunulan akarsu öteleme ve rezervuar öteleme modülleri kullanılmıştır. Su ekolojisi modelinde, aşağıdaki ekolojik değişkenlerin simülasyonu yapılmaktadır:

- Fitoplankton karbonu (klorofil-a olarak da çıktı mümkün)
- Organik azot

Modelden elde edilen sonuçlara göre her su kütesine giren yükler, giriş mekanizmalarına göre ayrılabilir (Şekil 30). Burada, bir su kütesine memba tarafından yükün bileşenlerine ayrılması (ne kadarının noktasal ya da ne kadarının yayılı olarak başlamış olduğunun belirlenmesi) mümkün değildir, çünkü herhangi bir memba girişine neden olan memba su kütesinin kendi membaları da olabilmektedir. Bu durumda, yükler akarsulara girdikten sonra karışmakta ve doğrusal olmayan denklemlerle simülasyonları yapılmaktadır. Bu nedenle ters işlemde geçirilmeleri mümkün değildir.



Şekil 30. Herhangi bir su kütesine giren yükler

SWAT ile rezervuar olarak ele alınan göl su kütlelerinin simülasyonlarından elde edilen besin elementi konsantrasyonlarından, bu göllerin Carlson indeksleri hesaplanmıştır. Carlson indekslerinin nasıl hesaplandıkları ve değişik değerlerin ne anlama geldiği Şekil 31’de verilmektedir. Ancak burada önemli olan, daha önceden de açıklandığı gibi, tüm modelin su kütlelerini birbirleri ile karşılaştırılması amaçlı yapılandırıldığıdır. Dolayısıyla Carlson İndeksi de bir karşılaştırma indeksi olarak kullanılmıştır.

TSI	ChI (ug/L)	SD (m)	TP (ug/L)	Özellikleri
<30	< 0.95	>8	<6	Oligotrofik durum: Berrak su, hipolimnion hep oksijenli
30 - 40	0.95 – 2.6	4 – 8	6 - 12	Sığ göllerin hipolimnionları bazen anoksik olabilir
40 - 50	2.6 – 7.3	2 – 4	12 – 24	Mezotrofik durum: Su orta berraklıkta, yazın hipolimnionun anoksik olma olasılığı yükselir.
50 - 60	7.3 – 20	1 – 2	24 – 48	Ötrofik durum: Anoksik hipolimnion beklenir, makrofitler sorun olabilir.
60 - 70	20 - 56	0.5 – 1	48 – 96	Cyanobacteria baskın, alg kökenli köpürme ve makrofit sorunlar
70 - 80	56 – 155	0.25 – 0.5	96 – 192	Hipertrofik durum: Işık sınırlayıcı birincil üretim
>80	> 155	< 0.25	192 - 384	Alg köpükleri, çok az makrofit

Şekil 31. Göller ve Baraj Gölleri için Carlson İndeksi

Carlson İndeksi, Carlson (1977)'deki orijinal yayında anlatıldığı kadarıyla yalnızca Toplam fosfor, Klorofil a ve Secchi Diski Derinliği için tanımlanmıştır. Ancak, Carlson ve Simpson (1996)'da toplam azot için toplam fosfor, Klorofil a ve Secchi Diski Derinliği'ne ek olarak kullanılabilen trofik durum indeksi örnek verilmiştir. Toplam azot indeksi, aslında Kratzer and Brezonik (1981) tarafından verilen Carlson tipinde bir indeks olarak tanımlanmıştır. Bu trofik durum indeksinin aşağıdaki formül ile hesaplandığı rapor edilmiştir.

- $TSI(TN) = 54,45 + 14,43 \cdot \ln(TN)$

Bu formülde; TN, mg/L biriminde toplam azot, TSI(TN) ise toplam azot için trofik durum indeksi anlamındadır. İndeksin formülü bilindiği için, model tarafından göller için üretilen TN konsantrasyonları kullanılarak ilgili indeksin hesaplanması mümkün olmuştur. Bununla (ya da diğer indekslerle) ilgili tabloda aralık verilip verilmemesinin bir önemi yoktur, çünkü çalışmamız sırasında tablo değil indeksler ile ilgili formüller doğrudan kullanılmış, tablo bir özet olması için verilmiştir. Diğer indeksler ile ilgili formüller aşağıda verilmektedir.

- $TSI(SD) = 60 - 14,41 \cdot \ln(SD)$

- $TSI(CHL) = 9,81 \cdot \ln(CHL) + 30,6$

- $TSI(TP) = 14.42 \cdot \ln(TP) + 4.15$

Formüllerde SD Secchi diski derinliği (m); TP toplam fosfor (mikrogram/L) ve CHL Klorofil a (mikrogram/L) anlamındadır. Şekil 31’de verilmiş olan değer aralıkları ise, bu formüllerin Carlson ve Simpson (1996) tarafından tersten kullanılarak türetilmesinden oluşmaktadır.

SWAT modelinde birim fitoplankton biyokütlesi başına ne kadar klorofil a, azot ve fosfor içeriği olduğu zamana (tüm mevsimlere ve yıllar) ve konuma (tüm Türkiye için) göre sabit alınmıştır. Göllerin çoğu için veri bulunmadığı da göz önünde bulundurularak bu katsayılara SWAT tarafından önerilen genel sayısal değerler atanmıştır (mikrogram Chl-a/mg alg = 50; mg N/mg alg = 0.08; mg P/mg alg = 0.016). Dünyanın çeşitli bölgelerinde yapılan araştırmaları raporlayan birçok kaynağa göre, Carlson indeksi, 50-70 arasında ise sistem ötrofik kabul edilmiştir. 50-60 arası nispeten daha hafif ötrofik, 60-70 arası ise ileri derecede ötrofik olarak ele alınmaktadır [23].

5.3 Potansiyel Hassas Su Alanlarının Belirlenmesi

Potansiyel hassas su alanlarının ve nihai hassas su alanlarının belirlenmesi işi dinamik bir süreçtir (Proje 2.İlerleme Raporu, Ekim 2013). Projenin bu aşamasında ülkemizin 25 havzasında bulunan Potansiyel Hassas Alanlarının belirlenmesi için bir dizi yöntem aşamalı olarak bir arada kullanılmıştır. Bu yöntemler sırasıyla şu şekildedir;

- 1. AŞAMA: Modelleme
- 2. AŞAMA: Genel tarama yaklaşımı (DSİ su kalitesi izleme sonuçları, su kütlelerinin özel statüleri, baskı-etki analizi (noktasal, yayılı ve morfolojik baskılar)
- 3. AŞAMA: Uzman görüşleri

Şekil 33’de bu aşamalar özet olarak verilmekle birlikte aşağıda daha detaylı olarak anlatılmaktadır.

1. AŞAMA: Modelleme

Bölüm 5.2.1’de verilen yönteme göre, tüm Türkiye için uygulanan model yardımıyla her bir su kütlelerinin drenaj alanından kaynaklanan yayılı ve toplam kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Noktasal kaynaklı kirlilik yükleri (kentsel ve endüstriyel) ise HKEP (2010) ve HKEP (2013) projelerinden temin edilmiş, su kütleleri drenaj alanlarındaki değerleri belirlenerek, modele entegre edilmiştir. Modelleme aşamasında tam bir veri setine sahip olunmayan bilgiler için varsayımlarda bulunulmuştur. Bunlardan en önemli ve kritik olanları tüm nehir su kütleleri için genişlik ve derinlik bilgisi ile göl su kütleleri için derinlik bilgisidir. Modelden elde edilen toplam kirlilik yükleri, bir sonraki aşama olan, su kalitesi modellemesinde kullanılmıştır. Nehir su kütlelerine ulaşan TN ve TP konsantrasyon değerleri, YSKYY Tablo-5’e göre B parametreleri üzerinden kalite sınıflandırmasına tabi tutulmuştur. Bu kapsamda, 3. ve 4. sınıf nehir su kütlelerinin model yoluyla tespit edilmesi hedeflenmiştir. Göller için modelden elde edilen kirlilik yüklerine göre su kalitesi belirlenmiş, Carlson İndeksine göre göllerin ötrofikasyon durumu tespit edilmiştir. Ancak nehirler için, özellikle doğru topografya ve en kesit bilgilerine sahip olunmaması sebebiyle, model ile elde edilen su kalitesi sınıflarının güvenilir olmadığı sonucuna varılmıştır.

2. AŞAMA: Genel Tarama Yaklaşımı

Model ile trofik durum ve su kalitesi sınıfları elde edilmiş, ardından 2. Aşama’ya geçilmiştir. Bu aşamada, SÇD Rehber Doküman-3’te yer alan “genel tarama yaklaşımı” kullanılmıştır. Bakanlığımız’dan alınan veriler doğrultusunda, aşağıdaki statülere giren tüm göl/baraj su kütleleri ile bu göl/baraj su kütlelerine drene olan nehir su kütleleri tespit edilmiştir. Bu göl/baraj ve nehir su kütleleri hiçbir başka değerlendirmeye tabi tutulmaksızın “**Hassas Alan**” olarak kabul edilmiştir.

- İçme suyu barajları/göletleri/gölleri
- Sulak alanlar
- RAMSAR alanları
- Özel çevre koruma alanları (ÖÇK)

- Tebliğde belirlenmiş olan kıyı bölgelerindeki hassas alanlara drene olan su kütlesi

Göl su kütleleri için içme suyu barajı/göleti/gölü, sulak alan, RAMSAR ve ÖÇK alanı olan su kütleleri **Hassas Alan** olarak belirlenmiştir. Potansiyel hassas göl su kütlelerinin belirlenirken, doğal göl ile baraj gölleri arasındaki yapısal farklılıklar dikkate alınarak, farklı yöntemler kullanılmıştır. Doğal göl ve baraj gölleri arasındaki yapısal farklılıklar **Tablo 24**'de verilmektedir.

Tablo 24. Doğal göller ve baraj gölleri arasındaki yapısal farklılıklar

ÖZELLİK	DOĞAL GÖL	BARAJ GÖLÜ
Suyun kalış süresi	Uzun	Kısa
Su seviyesinde değişimler	Oransal olarak daha az	Fazla
Derinliğin maksimum olduğu nokta	Genellikle orta/merkezde	Kret yakınında
Yaşlanma	Oransal olarak yavaş	Hızlı
Askıda katı madde	Oransal olarak daha az	Akarsuyun taşıdığı askıda madde yükü daha fazla
Su toplama havzası	Oransal olarak daha dar	Daha geniş
Besin maddesi yükü	Oransal olarak daha az	Daha fazla
Su akış hızı	Oransal olarak yavaş	Hızlı

Doğal göller değerlendirilirken, özel statüsü olmayan tüm doğal göller, Carlson İndeksine bakılmaksızın Potansiyel Hassas Alan olarak alınmıştır.

Baraj gölleri değerlendirilirken, Carlson İndeksi kullanılmıştır. Baraj göllerinde su değişim süresinin göllere göre daha kısa olması sebebiyle, besin maddelerinin klorofile dönüşmesi göllere göre daha sınırlı olabilmektedir. Askıda katı madde miktarının fazlalığı klorofil a'yı sınırlayabilmektedir. Bu nedenle baraj göllerinde TN, TP, Klorofil a indekslerinden yüksek olan seçilerek, trofik durum değerlendirmesi için kullanılmıştır. TSI(TN), TSI(TP) ve TSI(Klorofil a) değerlerinden maksimum olan indeks değerleri alınarak, Tablo 25'de verilen kriterlere göre baraj su kütlelerinin durumu tespit edilmiştir.

Buna göre; baraj gölleri için Carlson İndeksi 55'in üzerinde olan baraj gölleri, ötrofik ve hipertrofik olarak tanımlanmış ve Hassas Alan olarak alınmıştır. Carlson İndeksi 40-55 arasında olan baraj göllerinin ise Potansiyel Hassas Alan oldukları kabulü yapılmıştır.

Tablo 25. Carlson İndeksine göre potansiyel hassas su kütlesi belirleme kriterleri

Göl Su Kütlesi (Özel Statüsü Olmayan)	Carlson İndeks Değerleri	Göl Su Kütlesi Durumu
Doğal Göller	-	Potansiyel Hassas Su Kütlesi
Baraj Gölleri (TSI) Maksimum	> 55	Hassas Su Kütlesi
	55-40	Potansiyel Hassas Su Kütlesi
	40-30	-
	<30	-

Nehir su kütleleri için içme suyu barajı/göleti/gölü, sulak alan, RAMSAR, ÖÇK alanı ve Tebliğde belirlenmiş olan kıyı bölgelerindeki hassas alanlara drene olan su kütleleri Hassas Alan olarak belirlenmiştir.

Diğer taraftan, Bakanlığımızdan temin edilen DSİ su kalitesi sonuçları değerlendirilmiş, NO₃-N, NH₄-N ve TP parametrelerinden, YSKYY Tablo 5'e göre 3. ve 4. sınıf su kalitesinde olanları ve GTHB NİBİS izleme verilerine göre 2008-2012 yılları arası NO₃ parametresi ortalama değeri 10 mg/L'nin üstünde olan su kütleleri belirlenmiştir. Bu su kütleleri Potansiyel Hassas Alan olarak kabul edilmiştir. Eldeki DSİ ve GTHB su kalitesi izlemelerinin tüm havzadaki su kütlelerini temsil edecek nitelikte olmaması sebebiyle bu çalışmanın akabinde, su kütlelerinde baskı-etki taramasına dayanan, "indeksleme yöntemi" kullanılmıştır. Eldeki güvenilir ve standart verilerin yetkinliği göz önüne alınarak ve başka amaçlar için geliştirilmiş indeksleme yöntemleri (UNEP-MAP, LUSI, LAWA) incelenerek proje amacına uygun olacak şekilde bir indeksleme yöntemi geliştirilmiştir. Örnek olarak LUSI (Basitleştirilmiş Arazi Kullanım İndeksi) İspanya tarafından insan kaynaklı baskıların kıyusal alanlardaki ötrofikasyona olan etkisini belirlemek amacıyla geliştirilen bir metottur. Temel veri olarak CORINE arazi kullanım verisini

kullanılmaktadır. ÇŞB tarafından desteklenmekte olan ve TÜBİTAK MAM tarafından gerçekleştirilmekte olan DeKoS projesi kapsamında kıyılardaki baskı-etkiyi belirlemek amacıyla da kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmada LUSI metodundan esinlenilerek, iç suların (nehirlerin) ötrofikasyona duyarlılıklarını karşılaştırmak amacıyla bir yöntem geliştirme çalışması yapılmıştır. Bu yöntemle göre indeks değeri şöyle hesaplanmaktadır:



Noktasal ve yayılı kirlilik yükleri açısından su kütleleri bir puanlama sistemine tabi tutulmuştur. Bu yöntemle göre, ton/yıl cinsinden her bir su kütlesi için belirlenen noktasal ve yayılı TN ve TP yüklerinin istatistik dağılımlarına bakılmıştır. Veri setlerinin tümünün dağılımlarının pozitif çarpıklığa sahip olduğu, ortalama etrafında simetrik bir dağılım göstermediği anlaşılmıştır. Her dört veri dağılımı da sağdan çarpık bir biçimde dağılımların kütlesi sol tarafta konsantre olmuştur. Aritmetik ortalama değerlerden ziyade medyan değerlerinin dağılımın orta noktasını daha iyi yansıttığı belirlenmiştir. Her bir veri dağılımı için frekans dağılımı histogramları çizildiğinde, puan aralıkları ilk dört beştebirliğe (%20, %40, %60, %80) karşılık gelen konsantrasyon ile, ekstrem değerlerin ayrı bir sınıfta toplanması açısından yüzde doksanlık veya doksanbeşlik konsantrasyonda kesilmiştir. Sonuç olarak ortaya çıkan puan aralıkları Tablo 26'da ve Tablo 27'de verilmektedir.

Noktasal baskı puanı, kentsel kirlilik yükleri ile endüstriyel kirlilik yüklerinin TN ve TP (ton/yıl) yük toplamalarının aşağıda verilen skalaya tabi tutulması sonucu TN'ye göre ve TP'ye göre aldığı puanlardan daha yüksek olan puanın seçilmesiyle oluşmaktadır. Tablo 26'da verilen sınıflandırma istatistiksel değerlere göre oluşturulurken aynı zamanda Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'nde verilen "Nüfusa bağlı olarak atıksu oluşumu ve kirlilik yüklerinin değişimi" değerleri baskı unsuru olma kriteriyle birlikte düşünülerek dikkate alınmıştır.

Tablo 26. Noktasal baskı puanını belirlemek için oluşturulan TN ve TP kriterleri

TP YÜKÜ (ton/yıl)	PUAN	TN YÜKÜ (ton/yıl)	PUAN
< 0,5	0	< 3	0
0.5-1.5	1	3 - 8	1
1.5 – 3.5	2	8 - 20	2
3.5 - 12	3	20 - 75	3
12 - 40	4	75 - 250	4
> 40	5	> 250	5

Tablo 27. Yayılı baskı puanını belirlemek için oluşturulan TN ve TP kriterleri

TP YÜKÜ (ton/yıl)	PUAN	TN YÜKÜ (ton/yıl)	PUAN
< 1	0	< 8	0
1 - 5	1	8 - 35	1
5 - 15	2	35 - 110	2
15 - 40	3	110 - 350	3
40 - 140	4	350 - 1250	4
> 140	5	> 1250	5

Yayılı baskı puanı, modelleme sonucu elde edilen toplam yayılı TN ve TP yük toplamaları Tablo 27'de verilen skalaya tabi tutulması sonucu TN'ye göre ve TP'ye göre aldığı puanlardan daha yüksek olan puanın seçilmesiyle oluşmaktadır. İç suların

(nehirlerin) besi maddelerine duyarlılıklarını karşılaştırmak amacıyla bir yöntem geliştirme çalışması için incelenen yöntemlerden biri olan UNEP MAP (1999)'da etkinin önemine göre 1,0-0,8 değerleri arasında değişen ağırlık çarpanları kullanılmıştır.

Daha önce havzalarda yapılan çalışmalardan (HKEP 2010 ve HKEP 2013) bilindiği üzere yayılı kaynaklı kirlilik yükleri, su kütleleri üstünde çok daha büyük baskı oluşturmakta olup kontrol edilmeleri de oldukça zordur. Noktasal ve yayılı kaynaklı baskı arasındaki bu farkı ortaya koyabilmek üzere UNEP MAP (1999) yönteminde olduğu gibi ağırlık katsayıları kullanılmaya karar verilmiştir. Dolayısıyla, noktasal baskı puanı ve yayılı baskı puanı belirlendikten sonra bu puanlar belirlenmiş olan ağırlık katsayıları ile çarpılmaktadır. Uzman görüşlerine dayanılarak belirlenmiş olan noktasal ağırlık baskı katsayısı **0,7** ve yayılı baskı ağırlık katsayısı **1**'dir.

Bu toplamdan elde edilen değer su kütesinin besi maddelerine karşı duyarlılığının meydana gelmesine sebep olduğu düşünülen bir düzeltme faktörü ile çarpılmaktadır. Uzman görüşlerine dayanılarak nehirler için bu faktör eğim üstünden belirlenmiştir. Eğimler hesaplanırken aşağıdaki yöntem kullanılmıştır:

- Birden fazla kolu olan su kütlelerinin her bir kolunun başlangıç ve son noktalarının kotunun farkı kuşbakışı uzunluğuna bölünerek eğimler hesaplanmıştır,
- Her bir kolun eğimi uzunluğu ile ağırlıklandırılmıştır (uzunluk*eğim),
- Her bir su kütesinin eğimi tüm kolların ağırlıklı eğimlerinin ortalaması alınarak bulunmuştur:
$$[(uzunluk1*eğim1)+(uzunluk2*egim2)+....]/[uzunluk1+uzunluk2+....]$$

Tablo 28. Düzeltme faktörü olarak belirlenen eğim için kriterler

EĞİM	PUAN
< 0.003	1
0.003 - 0.02	0,75
0.02 - 0.04	0,5
0.04 - 0.1	0,2
> 0.1	0,05

Bir sonraki aşamada elde edilen değere, “diğer baskılar” olarak belirlenen kriterler her biri +1’er puan olarak eklenmektedir. Uzman görüşleri doğrultusunda nehirlerin besi maddesine duyarlılığı belirlenirken dikkat edilmesi gereken diğer baskılar; debinin mevsimsel oluşu (+1), su çekimi (+1), morfolojik baskı (HES veya baraj çıkışı)(+1) olarak değerlendirmeye alınmıştır.

Sonuçta elde edilen değer, su kütlesinin ötrofikasyona karşı duyarlılığını değerlendirmede kullanılacak olan skoru vermektedir. Tüm su kütleleri için elde edilen skorlar, uzman görüşü ile birlikte değerlendirilerek, her bir havza özelinde potansiyel hassas alanı belirlemek için kullanılmıştır. Havza için kullanılacak baz Duyarlılık Skoru belirlenirken su kalitesi sınıfı NH_4^+ , NO_3^- ve TP parametrelerine göre 3. ve 4. Sınıf olan su kütlelerinin yöntemine göre aldığı puan değerlerinin ortalama ve medyan değerleri incelenmiştir. Bu değerlerin su kalitesi sınıfı belli olmayan diğer su kütlelerinin besi maddesine karşı duyarlılığı için baz alınabileceği düşünülmüştür.

Ortaya çıkan sonuçlar, son basamak olarak uzman görüşleri ile tekrar değerlendirilmekte ve havzanın hassas alan ve potansiyel hassas alan olabilecek su kütleleri belirlenmiş olmaktadır. **Göl su kütleleri için;** esas alınan uzman görüşleri aşağıda açıklanmaktadır.

UZMAN GÖRÜŞÜ 1: Yukarıdaki bölümlerde açıklanan birinci ve ikinci adımda belirtilen yöntemlere göre PHA olarak belirlenen baraj/gölet su kütlelerinden

Planlama/İhale/İnşaat aşamasında olanlar gelecekte değerlendirilmek üzere GRİ ALAN-1 (GA-1) olarak belirlenmiştir.

UZMAN GÖRÜŞÜ 2: Yukarıdaki bölümlerde açıklanan birinci ve ikinci adımda belirtilen yöntemlere göre PHA olarak belirlenen baraj/gölet su kütlelerinden yaşı 6 ve 6'dan küçük olanlar (2008 yılı ve sonrasında işletmeye alınan baraj ve göletler) gelecekte değerlendirilmek üzere GA-1 olarak belirlenmiştir. Çünkü; bu su kütleleri akarsu kaynağı üzerine inşa edilen bir set arkasında oluşan su kütleleridir. Normalde su kaynağı kirli değil ise, yeni inşa edilen baraj/göletin oligotrofik olması beklenir. Ancak baraj/göletin su toplama alanı mera, ekili alan vs. ise, bu alanlardan kaynaklanan organik maddenin parçalanması sonucunda hızlı bir ötrofikasyon süreci görülebilir. Baraj/göletin genç döneminde trofik durumu değişken olarak gözlenir. Yaşlandıkça besin maddelerince zenginleşir ve ötrofik göl özellikleri göstermeye başlar. Baraj/gölet su kütlelerinde yaşlanma süreci doğal göllere göre çok daha kısa sürelerde gerçekleşir. Bu su kütleleri yaşlandıkça dipte sediment biriktirmeye başlar ve iç kaynaklı fosfor yükü de ötrofikasyonun oluşmasında etkili olur. Yukarıda belirtilen sebepler nedeniyle GA-1 olarak belirlenen baraj/gölet su kütleleri proje kapsamındaki izleme programına dahil edilmemiştir.

UZMAN GÖRÜŞÜ 3: Yukarıdaki bölümlerde açıklanan birinci ve ikinci adımda belirtilen yöntemlere göre PHA olarak belirlenen ve GRİ ALAN-1 tanımı dışında kalan gölet su kütleleri GRİ ALAN-2 (GA-2) olarak tanımlanmıştır. Hassasiyet değerlendirmesinin mevcut DSİ izleme sonuçları ve baskı unsurları göz önüne alınarak uzman görüşü ile yapılması hedeflenmektedir. Konu ile ilgili detaylı açıklamalar aşağıda verilmektedir;

[1] Göletler, DSİ tarafından “Küçük Su İşleri” kapsamında ele alınmaktadır. İçme suyu amacı dışında kullanılan göletler sulama amaçlı kullanılmaktadır. Sulama amacıyla kullanılan göletler, genellikle tarımsal alanlara inşa edilmekte ve bu sebeple yayılı kirlilik kaynaklarından gelen yüklerden etkilenmektedir. Proje kapsamında su kütlesi olarak alınan ve alanı 50 ha ve üzerinde olan 138 adet gölet niteliğinde su kütlesi sulama amacıyla kullanılmaktadır.

[2] Göletler küçük su depolama yapılarıdır ve su değişim süresi ve/veya suyun kalış süresi oldukça kısadır. Özellikle kurak dönemlerde su değişim süresinin çok kısa olması nedeniyle suyun sürekli değişmesi, su kütesine gelen besin maddelerinin birincil üretime veya ürüne dönüşmeden su kütesinden akış yolu ile uzaklaşmasına neden olabilir. Suda ötrofikasyon nedeniyle alg artışları veya alg kompozisyonunda değişimler görülse bile bir sonraki yıl belki de suyun tamamı değişeceğinden tamamen farklı bir durum gözlenecektir. Göletler gibi tarımsal alana su depolama amacıyla inşa edilen su kütlelerinde su değişim süresi birkaç ay olabilir. Baraj göllerinde su değişim süresi nispeten daha uzundur. Doğal göllerde ise su göl içerisinde yıllarca kalabilir. Suyun toplama alanında kalış süresi, su bütçesinden hesaplanır ve ötrofikasyonun değerlendirilmesinde önemli bir parametredir. Sonuç olarak göletler stabil olmayan sistemler olarak dikkate alınmaktadır.

[3] Bu değerlendirmeler ışığında, projenin bu aşamasında göletlerin hassasiyet durumları izleme yapılmaksızın mevcut DSİ izleme verileri ve baskı unsurları değerlendirilerek uzman görüşü ile belirlenmesi hedeflenmektedir.

Nehir Su Kütleleri için; Tüm nehir su kütleleri gözden geçirilerek uzman görüşü ile, PHA olması muhtemel su kütleleri PHA listesine dahil edilmektedir. Uzman görüşleri iki şekilde uygulanmıştır:

1- Organik kirleticiler ve besin maddeleri açısından kirli olduğu literatürden ve arazi çalışmalarından bilinen havzalar için nehir su kütlelerinin noktasal ve yayılı yükleri kümülatif olarak değerlendirilmiştir. Bir diğer ifadeyle eğer ana kol üzerinde birleşen yan kollar varsa ana kol için yük değerlendirmesi kümülatif olarak yapılmıştır. Bu yaklaşım havza için olabilecek en kötü senaryoyu ortaya koymuştur. Çünkü her bir kol üzerinde oluşan yük değerlerine etki eden birçok unsur vardır ve kümülatif değerlendirmede yüklerin hiçbir değişikliğe uğramadan aynı kaldığı kabulü yapılmıştır. Bu yaklaşım ile değerlendirilen havzalar; Sakarya, Ergene, Gediz, Küçük Menderes, Yeşilirmak, Doğu Karadeniz, Burdur ve Van Gölü havzalarıdır.

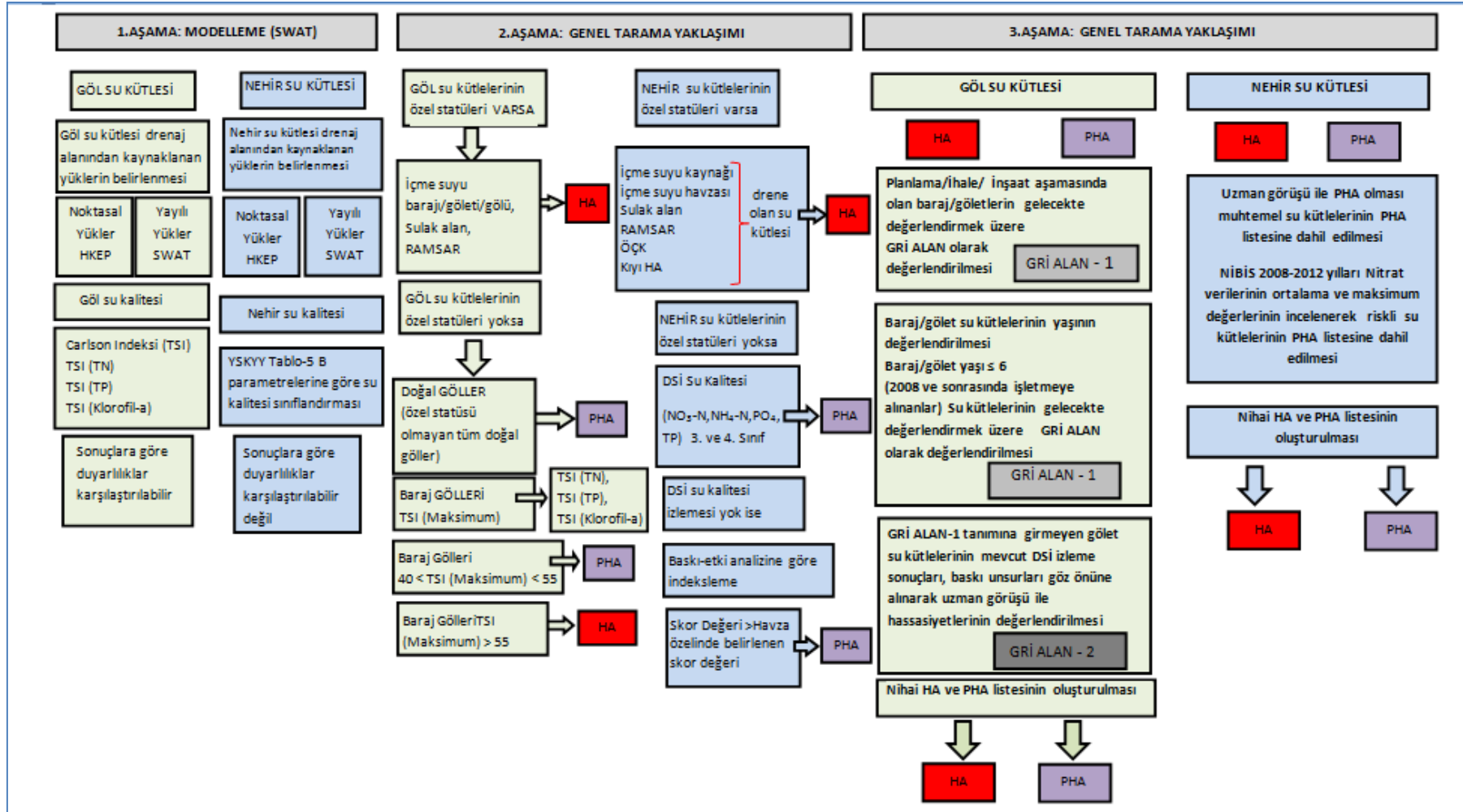
2- Duyarlık skoru değerlendirilmesine ek olarak, memba ve mansabı PHA olan su kütleleri duyarlılık skorları havzanın baz alınan duyarlılık skorundan düşük olması durumunda süreklilik prensibi göz önüne alınmak suretiyle PHA kabul edilmiştir. Bu şekilde uygulanan yaklaşımda da en kötü senaryo ortaya konmuştur. Ayrıca duyarlılık skoru havzanın baz alınan duyarlılık skorundan düşük olsa bile saha çalışmalarından kirli olabileceği bilinen su kütleleri de uzman görüşü doğrultusunda PHA olarak alınmıştır. Bu yaklaşım ile değerlendirilen havzalar; Marmara, B.Menderes, Akarçay, Batı Akdeniz, D.Akdeniz, Ceyhan, Seyhan, Asi, K.Ege, Antalya, Fırat-Dicle, Susurluk, Çoruh, Aras, Konya, Batı Karadeniz ve Kızılırmak havzalarıdır.

Yukarıda bahsedilen farklı iki uygulama farklı iki yaklaşım olup sonuçta her iki yöntemde de amaç potansiyel hassas olabilecek nehir su kütlelerinin belirlenmesidir. İki uygulamanın sonucunda da havzada olabilecek en kötü senaryoya göre potansiyel hassas alanlar belirlenmiştir.

5.4 Potansiyel Hassas Alanlarda İzleme Çalışmaları

Potansiyel hassas alanların izlenmesi için AB Su Çerçeve Direktifi, Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi ve Nitrat Direktifinin gerekliliklerini karşılayacak şekilde ulusal mevzuata uygun bir izleme stratejisi belirlenmiştir. İzleme stratejisi; izleme metodolojisi, izleme parametreleri, izleme sıklığı ve izleme noktaları hususlarını içermektedir. İzleme çalışmaları, seçilmiş noktalarda, seçilmiş parametrelerin mevsimsel olarak ölçümünü kapsamaktadır.

Potansiyel hassas alanlarda yapılan izleme çalışmasının hedefi, her nehir havzası bölgesi içerisindeki su durumu hakkında tutarlı ve kapsamlı bir bakış oluşturulması, mevcut veri ile belirlenmiş potansiyel hassas alanların izlenmesi ve elde edilen verinin hassas alanların belirlenmesinde kullanılmasıdır.



Şekil 33. Hassas Alan Belirleme Aşamaları

Hassas alanlarda SÇD'ye göre izleme gereklilikleri Bölüm 2.3'de belirtilmiştir. Bu bölümde ülkemizde uygulanan proje kapsamında geliştirilen izleme metodolojisi anlatılacaktır.

5.4.1 İzleme Parametreleri ve İzleme Sıklıkları

İzleme çalışmalarında ötrofikasyona etkisi olan ve ötrofikasyon göstergesi olan parametrelerin değerlendirilmesi gerekmektedir. İzlenecek parametreler; pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, Secchi diski derinliği, klorofil-a, askıda katı madde, toplam organik karbon, toplam azot, toplam fosfor, fosfat fosforu, nitrat azotu, amonyum azotu, ve biyolojik parametrelerdir (fitoplankton, makroomurgasızlar). Ayrıca hidromorfolojik değerlendirmeler yapılmaktadır.

Potansiyel hassas alanlarda yapılacak mevsimsel izleme çalışmalarına ait bilgiler Tablo 29'da verilmektedir. Ötrofikasyon açısından önemli parametreler olan ve yukarıda sayılan fizikokimyasal parametreler bu proje kapsamında mevsimsel olarak (4 defa) bir yıl süreyle izlenecektir.

Tablo 29. Potansiyel Hassas Alanlarda Yapılacak İzleme Çalışmasına Ait Bilgiler

Parametre	İzleme Sıklığı (Yılda yapılacak örnekleme sayısı)		
	Göller / Barajlar		Nehirler
	Derin	Sığ	
pH	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Sıcaklık	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Çözünmüş Oksijen	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Secchi Diski Derinliğ	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	-
Klorofil a	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	-
Askıda Katı Madde	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Toplam Organik Karbon	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Toplam Azot	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Nitrat Azotu	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Amonyum Azotu	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Toplam Fosfor	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Fosfat Fosforu	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)	4 (Mevsimsel)
Fitoplankton	1	1	-
Makrofit	-	-	-
Makroomurgasızlar	-	-	1

5.4.2 İzleme Noktası Sayısı ve Yerleri

Göl ve nehir su kütleleri için izleme noktası sayısı ve yerleri için seçim kriterleri aşağıda verilmektedir.

Göl su kütleleri için;

- ötrofikasyonun değerlendirilmesine ilişkin olarak seçilen biyolojik kalite elementi fitoplanktondur. Fitoplanktonun gelişme süresi oldukça kısa olduğu için besin maddelerinin artışına bağlı olarak kısa sürede artış gösterir ve fitoplankton durgun suların trofik durumunu en iyi yansıtan gösterge elementtir. Belirlenen PHA'larda biyolojik kalite elementi bir noktadan örnekleme yapılarak izlenecektir.
- Ancak, fizikokimyasal parametreler (çözünmüş oksijen (ÇO), pH, sıcaklık, toplam azot (TN), toplam fosfor (TP), toplam organik karbon (TOK), fosfat (PO₄), nitrat azotu(NO₃-N), amonyum azotu (NH₄-N), Secchi diski derinliği, klorofil-*a* ve askıda katı madde (AKM)) için bir noktadan izleme yapılması göl su kütlesi alanlarının farklı büyüklükte olması nedeniyle temsil edici olmayacağından, göl su kütlesini temsil edecek şekilde yüzey alanı **300 ha'dan büyük göl su kütlelerinde 2 noktadan, 300 ha'dan küçük göl su kütlelerinde 1 noktadan izleme yapılmaktadır.**
- **6 yaşından genç olan ve PHA olarak belirlenen baraj göllerinde biyolojik ve fizikokimyasal izleme yapılmayacaktır.** Bunun nedeni PHA olarak tespit edilen su kütlelerinin büyük bölümü baraj gölleridir. Baraj gölleri akarsu kaynağı üzerine inşa edilen bir set arkasında oluşan su kütleleridir. Baraj göllerinde su toplandıktan sonra hızlı bir ötrofikasyon süreci görülebilir. Ancak bu, su toplama alanı üzerinde bulunan mera, ekili alan vs. den kaynaklanan organik maddenin parçalanması ile gerçekleşen bir ötrofikasyondur. Normalde su kaynağı kirli olmadığı takdirde yeni inşa edilen baraj gölü oligotrofik özellik gösterir. Yaşlandıkça besin maddelerince zenginleşir ve ötrofik göl özellikleri göstermeye başlar. Baraj göllerinde yaşlanma ise göllere göre çok daha kısa sürelerde gerçekleşir. Baraj göllerinin göllere göre su tutma süresi daha kısadır. Bu nedenle gelen su kaynağındaki besin maddelerinin birincil üretime dönüşmesi de sınırlıdır. Baraj gölü

yaşlandıkça dipte sediment biriktirmeye başlar ve iç kaynaklı fosfor yükü de ötrofikasyonun oluşmasında etkili olur.

Nehir Su Kütleleri;

Nehir su kütlelerinde izleme noktası sayısı ve yerleri belirlenirken aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmuştur:

- Belirlenen Potansiyel Hassas Su kütlelerinin (PHA) her birine en az birer izleme noktası öngörülmesi,
- Uzman görüşü doğrultusunda birden fazla noktada izleme yapılması öngörülen PHA su kütlesi için birden fazla izleme noktası belirlenmesi,
- PHA su kütlesinde izleme yapılacak istasyon yeri tespit edilmeden önce aşağıdaki değerlendirmeler yapılması;
 - a) PHA su kütlesi üstünde halihazırda AGİ olup olmadığı CBS’de oluşturulmuş veri katmanı kullanılarak tespit edilmesi,
 - b) PHA su kütlesi üstünde halihazırda KGİ, NİBİS izleme noktası ve/veya köprü geçişi olup olmadığı CBS’de oluşturulmuş veri katmanları kullanılarak tespit edilmesi,
 - c) PHA su kütlesi üstünde noktasal kaynaklı (kentsel ve/veya endüstriyel) deşarj olup olmadığı ve var ise yeri CBS’de oluşturulmuş veri katmanları kullanılarak tespit edilmesi,
- Genel koşul olarak izleme noktası yeri, su kütlesini temsil edecek şekilde, PHA olan su kütlesinin kendisine ardışık gelen diğer su kütlesi ile birleşimi öncesine her şartta ulaşılabilir olan en yakın nokta olarak belirlenmesi,
- PHA su kütlesi bir göl su kütlesi ile sonlanıyorsa izleme noktası yeri göl su kütlesine giriş noktasına yakın seçilmesi
- PHA su kütlesi denize dökülüyor ise DeKoS projesi çıktılarından faydalanılarak geçiş suyu mesafesi belirlenmiş ise bu mesafenin gerisine, belirlenmemiş ise yine geçiş suyu girişimlerinden kaçınacak şekilde nokta yeri tespit edilmesi,
- Genel koşul olarak; PHA su kütlesinin ıslah edilerek beton kanal içine alındığı noktalara izleme istasyonu öngörülmemesi.
- PHA su kütlesi üstünde herhangi bir noktasal deşarj varsa izleme noktası yerinin, deşarjın su kütlesinde tam karışımının sağlandığı yerden sonrasında

öngörülmesi. PHA su kütlesi üstünde birden fazla deşarj var ise tüm deşarjların kümülatif etkisinin temsil edildiği noktanın izleme noktası yeri olarak belirlenmesi (veya uzman görüşüne bağlı olarak birden fazla izleme noktası belirlenebilir).

- PHA su kütlesi üstünde AGİ istasyonu var ise ve yeri su kütlesini temsil etmeye uygun ise AGİ istasyonunun olduğu noktanın, izleme noktası olarak öngörülmesi,
- PHA su kütlesi üstünde AGİ yok, fakat KGİ veya NİBİS istasyonu var ise ve yeri su kütlesini temsil etmeye uygun ise bu istasyonların bulunduğu noktanın, izleme noktası olarak öngörülmesi,
- PHA su kütlesi üstünde AGİ, KGİ ve NİBİS istasyonu yok ise fakat köprü geçişi var ise, bu noktanın, izleme noktası olarak öngörülmesi,
- PHA su kütlesi üstünde yan kollardan gelen farklı su kütleleri ile birleşme söz konusu ise yan kollarla birleşme sonrasında izleme noktası öngörülmesi.

5.5 Kıyı Hassas Alanların Belirlenmesinde Güncelleme Çalışması

2008-2011 yılları arasında gerçekleştirilen SINHA Projesi kapsamında ülkemiz kıyıları ilk kez KAAY'a göre ötrofikasyon riski açısından değerlendirilerek hassas ve az hassas olarak sınıflandırılmıştır. Söz konusu çalışmada denizlerimizde henüz daha "su kütleleri belirlenmemiş olmasından dolayı; temelde hidrolojik, morfolojik ve coğrafik kriterler dikkate alınarak kıyı alanları farklı bölgelere ayrılmıştır. Daha sonra DeKoS Projesi kapsamında SÇD'ye uygun olarak çok detaylı çalışmalar yapılarak ülkemiz kıyıları su kütleleri belirlenmiştir. DeKoS Projesinde su kütlelerinin belirlenmesinde denizler'in su kütleleri (SYB) bölümlenmesinde ötrofikasyon risk alanları (SINHA kıyı bölgeleri), kıyı tipi (derinlik ile zemin yapısı (sert – yumuşak) özelliği ve kıyısız alanlardaki baskı unsurları temel kriterleri dikkate alınmıştır.

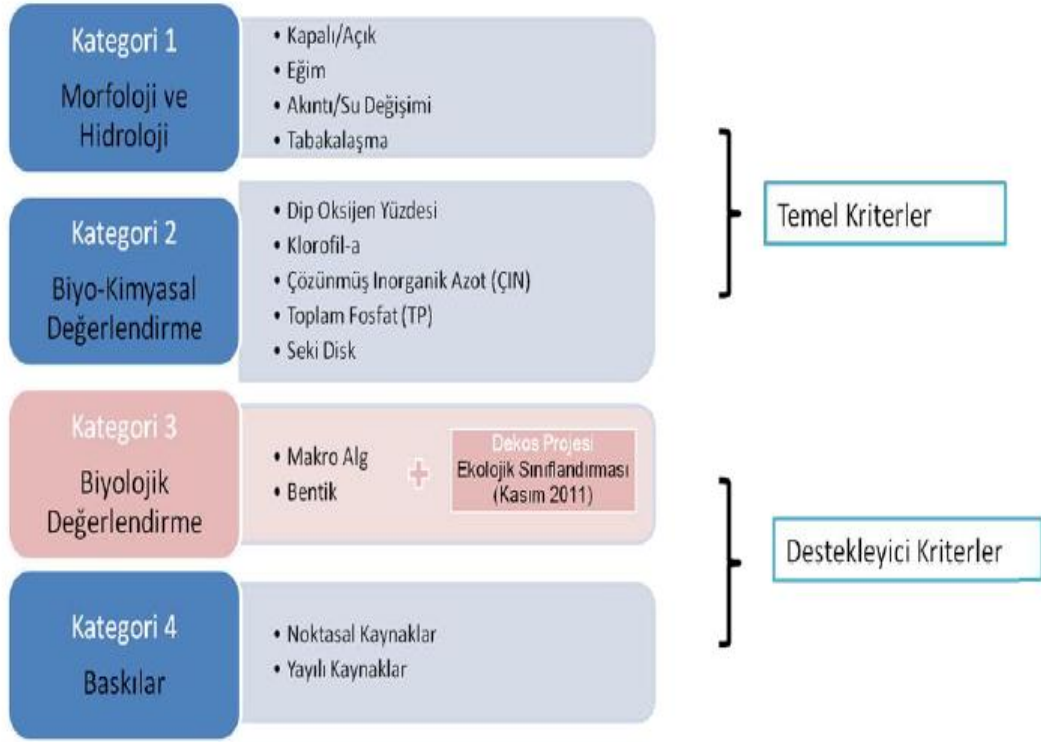
HASSAS Projesi' kapsamında kıyı hassas alanların güncellenmesi çalışmasında ise, DeKoS Projesi çıktısı olan sözkonusu su kütleleri dikkate alınmıştır. Güncelleme çalışmaları metodolojisinde temel olarak dört ayrı kategoride inceleme yapılmıştır.

Bu kategoriler; **morfohidroloji, biyo-kimyasal değerlendirme, biyolojik değerlendirme** ve **baskıların değerlendirmesidir.**

Bunlardan morfohidroloji ve biyokimyasal değerlendirme genel olarak daha yeterli veri bulunması nedeni ile “temel kriterler” olarak değerlendirilmiştir. HASSAS Projesi’nde hassas alanların değerlendirilmesi metodolojisine, SINHA Projesi metodolojisine ek olarak “Biyolojik Değerlendirme” modülü eklenmiştir. Ancak 2011 ve 2013 yıllarında gerçekleştirilen bütünleşik izleme çalışmalarının biyolojik parametreler açısından zamansal olarak halen daha yetersiz olmasından dolayı, bu modül “destekleyici kriter” olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde baskıların değerlendirilmesi kategorisi de, morfo-hidroloji ve biyo-kimyasal değerlendirme kategorilerinin değerlendirilmesinde ulaşılan sonucun doğrulanmasında kullanılan “destek kriteri” olarak değerlendirilmiştir (Şekil 33). Aşağıda hassas alanların belirlenmesinde kullanılan kriterler ayrıca anlatılmaktadır:

Morfoloji ve Hidroloji: Kıyı alanı taban eğimi (kıyı sularının sığ/derin olma durumu), kıyısal 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

Su değişimi zayıf ve toplam hacmi küçük olan kapalı koylarda, lagünlerde ve göllerde, üst tabakada aşırı/yüksek üretim (ötrofik/mesotrafik özellik) olmasa dahi, mesotrofik 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.



Şekil 34. Kıyı suyu kütlelerinde Hassas/Az Hassas alanların belirlenmesinde kullanılan kriterler

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. Yapılan çalışmada bunlar gibi özellikli durumlar da ele alınmıştır.

Biyo-kimyasal Değerlendirme: ötrofikasyon indikatörü parametrelerin değişimleri (klorofil-a, besin elementleri (TP, DIN), üst ve alt suda oksijen doygunluk değerleri, bölgenin ayrıcalıklı ekolojik özellikleri (balık üretim alanı, deniz çayırları, koruma alanları, seki disk değerleri vs.)

KAAY kriterlerine göre hassas alanları belirlemeye temel oluşturması amacıyla, kıyı ve referans alanların 2007-2013 arası yıllık kirlilik değişim aralıkları dikkate alınarak, kıyı sularımız için ötrofik (kirli, aşırı üretken), mesotrofik (ötrofik olmaya meyilli, birincil üretimi yüksek) ve oligotrofik (açık deniz doğal ortam özelliklerine yaklaşan, üretimi ve besin elementleri düşük, ışık geçirgenliği yüksek) su kalitesi

sınıflandırması yapmaya yönelik kriterler (ötrofikasyon indikatörü parametrelerin sınır değerleri) belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için “Hassas Alanlar Tebliği (2009)”a göre ötrofikasyon değerlendirilmesi açısından daha güncel tabloları içeren “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (2012)- EK 7”de kıyı ve geçiş suları için verilen tablolar kullanılmıştır. Kıyısal suların (koy, körfez, kıyısal alan) su kalitesi sınıfını belirlemede ötrofik su kalitesi kriterlerinin tümü dikkate alınmalıdır. Özellikle alt suda oksijen eksikliği koşulu (doygunluk <% 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.

Biyolojik Değerlendirme: Kirliliğin ötrofikasyon indikatörü olarak bilinen canlılar üzerine etkilerinin değerlendirilmesi (bu çalışmada makro alg ve bentik canlılar üzerine DeKoS Projesi ve Bütünleşik İzleme çalışmalarında yapılan indeks değerlendirmeleri kullanılmıştır). Tablo 29’da DeKoS Projesi’nde uzmanlarca değerlendirilmesi yapılan türlere ait hangi indekslerin değerlendirildiğine dair bilgi yer almaktadır.

Tablo 30. Değerlendirmesi Yapılan Tür ve İndeksler

Bentik	Makroalg ve Angiospermiler
AMBI	Macrophyte Quality Index (MaQI)
M-AMBI	(sadece Marmara/Karadeniz için)
Shannon diversity index H'	Ecological Evaluation Index (EEI)
Bentix	(Tüm denizler için)
	CARLIT (sadece Akdeniz ve Ege için)

Kaynaklarına göre atıksu kirlilik yükleri ve dağılımları: kıyısal suları besleyen nehir ve kentsel atıksu kaynaklı azot, fosfor ve organik madde yükleri, karşılaştırmalı değerlendirmeleri, hassas alan ve referans alanlardaki dağılımı, noktasal değişimleri, ekolojik etkileri, atıksu ve nehirlerin hassas/ötrofik veya ötrofik hale gelebilecek kıyısal alanlara taşınma riski.

Kentsel atıksu deşarjlarının yapıldığı/yapılacağı Türkiye kıyısal deniz ortamını KAAAY kriterlerine uygun şekilde sınıflandırmak için alıcı ortamın aşağıda

sorgulanan özellikleri ile birlikte deniz ortamına ulaşan karasal kaynaklı atıksu yükleri ve alıcı ortam su kalitesine etkileri birlikte değerlendirilmelidir. Bu çerçevede HASSAS Projesi kapsamında havzaların drenaj alanlarından kıyı alanlarına taşınan yayılı ve noktasal kaynakların yükleri incelenmiştir. Drenaj alanlarından kıyılarına gelen kirlilik yük şiddetinin değerlendirilmesinde **Tablo 30**'daki sınır değerler kullanılmıştır. Ayrıca kıyı alanlarında bulunan KAAT'ların arıtma durumları da dikkate alınmıştır.

Tablo 31. Havzaların drenaj alanlarından kıyı alanlarına gelen toplam azot ve toplam fosfor yüklerinin şiddetinin belirlenmesi

TN Yüğü (ton/yıl)	TN Yüğü Şiddeti	TP Yüğü (ton/yıl)	TP Yüğü Şiddeti
<100	Çok Zayıf	<50	Çok Zayıf
100-500	Zayıf	50-100	Zayıf
500-1500	Orta	100-250	Orta
1500-3000	Yüksek	250-500	Yüksek
>3000	Çok Yüksek	>500	Çok Yüksek

Proje kapsamında yoğunluklu olarak Akdeniz-Ege kıyısal alanları için MEDPOL Faz III, Faz IV, Karadeniz kıyısal alanları için Karadeniz Kirlilik İzleme Programı, Marmara Denizi için ise MEMPIS Projesinin sonuçlarıyla tüm denizler için ise 2011 ve 2013 Bütünleşik İzleme verilerinden yararlanılarak hassas ve az hassas kıyısal alan değerlendirmeleri yapılmıştır [24].

VI. HASSAS ALANLARDA YÖNETİM ESASLARI

Bu bölümde, hassas su kütlelerinde su kalitesinin iyileştirilmesi için hassaslık derecelerine göre su kütlelerinde alınması gerekli önlemlerin belirlenmesi ve ötrofikasyon kontrol maliyetinin en aza indirilmesi için gerekli önerilerin sunulması hedeflenmektedir.

Ötrofikasyon değerlendirilmesi sonucu, bir su kütlelerinin ötrofik olduğunu veya yakın gelecekte ötrofik hale gelebileceğini gösteriyorsa önlemlerin alınması gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, söz konusu su kütlelerinde ötrofikasyonun önlenmesine yönelik alınması gereken önlemlerin nasıl geliştirileceği ve hangi önlemin uygun olacağı net bir şekilde belirtilmelidir. Bir su kütlelerinde çevresel hedeflere ulaşılmasına yardımcı olmak için, önlemlerin hedefi, su kütlelerini ötrofik olmayan bir duruma getirmek olmalıdır [1].

Aşağıda ötrofikasyonla mücadeleye yönelik önlemler geliştirmek için atılacak adımlarla ilgili hususlar genel hatlarıyla verilmektedir.

6.1 Hassas Su Kütleleri için Önlemler Geliştirme Adımları

1. Adım:

Bir su kütlelerinde ötrofikasyonu hafifletecek önlemler geliştirmek için ilk adım su kütlelerine nutrient yüklemesine yol açan veya yol açabilecek bütün kaynakların değerlendirilmesidir. Ayrıca, alıkonma süreçleri (denitrifikasyon ve sedimentasyon), atmosferik birikim ve sedimandan kaynaklanan yeniden salınım da dikkate alınabilir.

2. Adım :

Sonraki bir adım, ötrofikasyonu azaltma önlemlerinin ötrofikasyon durumu üzerindeki etkisi (önlemin etkinliği) ve söz konusu önlemlerin uygulanmasının maliyeti (en düşük maliyetlerle en etkili önlemleri seçmek) de dahil olmak üzere bu kaynaklara yönelik olası azaltma önlemlerini (önlem kombinasyonlarını) göz önüne almaktır.

Bu aşamada yanıtlanması gereken önemli bir soru alınması gereken önlemlerin hangi ölçekte olması gerektiğidir – diğer bir deyişle, belli bir kaynakta alınan çeşitli önlemlerin havza ölçeğinde ne kadar etkili olacağının da düşünülmesi gerekmektedir.

Sorunun kaynağında alınacak önlemlerin yanı sıra, etkilenen su kütlelerinde veya çevresinde alınabilecek önlemler de göz önüne alınmalıdır. Bu tür önlemler arasında su kütlelerinin morfolojik özelliklerinin değiştirilmesi, örneğin kıyıların ve taşkın yataklarının onarımı, akış durumunda yapılacak değişiklikler ve altyapıda yapılacak diğer değişiklikler yer alabilir. Bu tür önlemler söz konusu olduğunda, sağlanabilecek azalma ve ilgili masrafların miktarı göz önüne alınıp değerlendirmeler yapılmalıdır.

3. Adım

Son olarak, bir su kütlelerinde ötrofikasyonu azaltmak veya ortadan kaldırmak için kaynakta veya söz konusu su kütlelerinde alınacak önlemlerin veya önlemler kombinasyonunun hangilerinin en uygun ve maliyet etkin olduğuna karar verilmelidir. Bu aşamada, kirleten öder ve orantılılık ilkeleri dikkate alınarak, memba ve mansab alanları arasında ve farklı sektörler arasında maliyetlerin dengeli bir şekilde bölüştürülmesine karar verilmelidir [1].

Diğer bir adım da; ötrofikasyon sürecini sınırlayan elementinin tespit edilmesidir. Ötrofikasyon sürecini sınırlayan elementin doğru bir şekilde tespit edilmesi sürecin engellenmesi açısından önemlidir [44]. Genellikle, ötrofikasyon probleminde sınırlayıcı element fitoplankton oluşumunu sağlayan azot ya da fosfordur. Aşağıdaki bölümde sınırlayıcı kavramının önemi ve tüm adımlar dikkate alınarak belirlenecek önlemler anlatılmaktadır.

6.1.1 Sınırlayıcı Kavramı ve N/P Oranı

Ekoloji biliminde, ortamda yeterli miktarda bulunmadığında biyolojik gelişmeyi sınırlayan maddeler sınırlayıcı element olarak tanımlanır. Ötrofikasyon probleminde sınırlayıcı element fitoplankton oluşumunu sağlayan azot, fosfor, karbon ve silisyum

elementlerinden biri olacaktır. Karbon, fitoplanktonlar için kolay elde edilebilmesi ve bol miktarlarda bulunması sebebiyle sınırlayıcı bir faktör olarak düşünülemez. Silisyum elementi ise fitoplankton oluşumunda gerekli bir element olmakla birlikte diğer elementlere göre çok daha az kullanıldığından sınırlayıcı element olarak görülmemektedir. Bu durumda ötrofikasyon sürecini sınırlayıcı olarak azot (N) ve fosfor (P) elementleri düşünülmelidir [2]. Fosfor giderimi daha ucuz olduğundan biyolojik gelişmeyi fosforun sınırlandırması istenir [33].

N/P oranı: Sucul ekosistemlerde biyolojik gelişmeyi hangi elementin sınırlandırdığını tahmin etmek için ortalama azot ve fosfor konsantrasyonları kullanılmaktadır. [44].

N ve P elementlerinden hangisinin sınırlayıcı faktör olduğu ile ilgili karar aşamasında ise bilinmesi gereken temel faktör ötrofikasyona neden olan fitoplankton türünün stekiometrisidir. Genel bir kabul olarak 1 µg Klofophil-a oluşumu için 1 µg P ve 10 µg N gerektiği şeklinde bir kabul yapılırsa N/P<10 durumunda fitoplankton büyümesi azot tarafından N/P>10 durumunda sistem fosfor tarafından sınırlandırılıyor denilebilir. N/P=10 durumunda sistem ikisi tarafından da sınırlandırılmaz. Bu oranlar tüm fitoplanktonlar için genişletirse N/P>20 durumunda fosfor sınırlayıcı N/P<5 durumunda azot sınırlayıcı olarak kabul edilmesi daha emniyetli bir yaklaşım olur [33]. Aşağıdaki tabloda, sınırlayıcı elementin tespiti için çok genel olarak kullanılabilir bir yaklaşım verilmektedir [29].

Tablo 32. Sınırlayıcı besi maddesi oranları

	Nütrient Kaynağı	N/P Oranı	Sınırlayıcı Nütrient
Nehirler	Noktasal Kaynakların Baskın Olması Durumu	<< 10 (fosfor giderimi yok) >> 10 (fosfor giderimi var)	Azot Fosfor
	Yayıllı Kaynakların Baskın Olması Durumu	>> 10	Fosfor
Göller	Büyük Yayıllı Kaynakların Baskın Olması Durumu	>> 10	Fosfor
	Küçük Noktasal Kaynakların Baskın Olması Durumu	<< 10	Azot

6.2. Hassas Su Kütlelerinde Alınabilecek Önlemler

Hassas bir su kütlesinde ötrofikasyonu durdurmak veya süreci tersine çevirmek amacıyla uygulanmakta olan pek çok metot mevcuttur. Ekolojik açıdan uygun ve nihai sonuç alınabilen kontrol metotları “Su kütlesini korumaya yönelik önlemler” ve “Su kütlesini iyileştirmeye yönelik önlemler” olmak üzere iki kademedede ele alınmıştır.

6.2.1 Korumaya Yönelik Olan Önlemler

Korumaya yönelik önlemler genelde **nutrientlerin su ortamına girişini kontrol altına** almaya yönelik faaliyetlerdir. Bu faaliyetler yürütülürken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

- Su kaynakları için gerçekçi ve uygun su kalite hedefleri belirlenmeli, istenilen hedef doğrultusunda olması gereken nütrient yükleri tespit edilmeli ve nutrient kontrol önlemlerinde öncelikler belirlenerek hareket edilmelidir.
- Gereksiz yatırımlardan kaçınmak için planlama, öncelikler dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu bakış açısıyla, birim maliyet başına kontrol altına alınabilen nutrient miktarının en fazla olacağı kaynaklara öncelik verilmelidir.
- Kontrol önlemleri planlanırken konuya ilişkin ekonomik ve yasal yükümlülük sahiplerinin kimler olduğu saptanmalı ve gerekli kararlar bu doğrultuda alınmalıdır.
- Mevcut trofik durumların ve bütün kaynaklarıyla nutrient yüklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu noktada havzanın gelecekteki proje nüfusu ve/veya endüstriyel gelişimi gözden kaçırılmamalıdır. Su kalitesi hedefi, suyun arzulanan kullanım amacı ve doğal trofik durumu göz önünde bulundurularak tespit edilmelidir.
- İstenen trofik seviyenin elde edilebilmesi için giderilmesi gereken nutrient yükü tespit edilmelidir. Su kaynağının büyüklüğü, şekli ve hidrolojik durumuna bağlı olarak uygun nutrient yükü- trofik durum formülasyonu seçilerek hedef yükün elde edilmesi sağlanmalıdır.

- Tüm kaynaklarda kontrol altına alınabilecek durumdaki toplam nutrient yükü gerçekçi olarak belirlenmelidir. Hesaplanan yük hedeflenen yükten az ise olası nutrient giderimine karşı gelecek trofik durum saptanmalıdır.
- Tüm nutrient kontrol önlemlerinin alınması ve işletilmesi durumunda su kütlesinin eski durumuna gelebilmesi için gereken süre hesaplanmalıdır.

Dış kaynaklardan alıcı ortama gelebilecek nutrient yükü beş farklı yolla kontrol altına alınabilmektedir. Bu kontrol yöntemleri;

- 1) Noktasal kaynakların kontrol altına alınması,
- 2) Yayılı kaynakların kontrol altına alınması,
- 3) Akış yönünü değiştirmek,
- 4) Hassas su kütlesini besleyen kaynakların kontrolü,
- 5) Kirliliğin kaynaktan kontrol edilmesidir [2, 31, 33, 37].

6.2.1.1 Noktasal Kaynakların Kontrol Altına Alınması

Evsel veya endüstriyel atıksulardan kaynaklanan azot ve fosfor yükünün biyolojik veya kimyasal yöntemlerle giderilerek alıcı ortamlara etkisinin azaltılması sağlanabilir. Bu amaçla en etkili 2 yöntem; “Kimyasal Arıtma ve Biyolojik Nutrient Giderimi (BNR)’dir. BNR sistemleri pahalı sistemler olmalarına karşın son zamanlarda kullanımı giderek artmaktadır. Bunların dışında membran filtrasyonu, ters osmoz gibi diğer ileri arıtma teknikleri de kullanılabilir. [31, 32, 33, 35, 45, 46, 49].

Bu kapsamda yeni yapılacak AAT planlamalarında azot ve fosfor giderimine dikkat edilmesi, mevcut AAT’lerde ise bu hususta iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu tedbirin maliyet-etkinliği nüfus yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir.

6.2.1.2 Yayılı Kaynakların Kontrol Altına Alınması

Yayılı kaynaklardan gelen nütrient yükünün kontrol edilmesi adımları; tarımsal faaliyetlerin, yerleşim yerlerinden yzeyssel akışla gelen nutrientlerin, orman alanlarından gelen nutrient yükünün, yer altı suyunun ve düzensiz katı atık depolama sahalarından kaynaklanan sızıntı sularının kontrolü faaliyetlerini kapsamaktadır.

Bu kapsamda öncelikle yayılı kirletici kaynaklardan su kütlelerine ulaşan nütrient girdilerinin tespit edilmesi ve önlemlerin belirlenmesinde bu hususlara dikkat edilmesi önem arz etmektedir.

Örneğin akarsulara ulaşan besin miktarı başlıca, havza büyüklüğü/ akarsu çatallanma oranı ile toprak, kayaç yapısı, yağış rejimi ve arazi kullanımı özelliklerince belirlenmektedir. Bu özelliklerden akarsu havza yzlcm ve çatallanma oranı arttıkça akarsuya ulaşan besin miktarı da artmaktadır. Havza toprak ve kayaç yapısı ele alındığında tarımsal topraklara uygulanan gübre miktarının yüzdesi olarak killi-tınlı topraklardan alıcı su kütlelerine olan nitrojen taşınımı % 10 ile % 40 arasında değişim gösterirken bu değerin kumlu topraklarda % 25 ile % 80 aralığında değiştiği görülmektedir [50].

Volkanik kayaç yapısı üzerindeki ormanlık alandan olan toplam fosfor taşınımının tortul kayaç yapısına sahip alandan olana göre daha düşük ve kalkerli havzaya sahip olan akarsulardaki fosfor yoğunluğunun kalkerli olmayan havzaya sahip akarsulardakinden çok daha düşük olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur [51].

Gl ve akarsu havzalarında insanların neden olduğu arazi kullanımı değişiklikleri de yüzey sularına olan nitrojen ve fosfor girdisini arttırmaktadır Genellikle doğal orman örtüsünün, sulak alanların korunduğu havzaya sahip akarsulara ulaşan besin girdisi düşük olurken doğal vejetasyon örtüsünün yerini tarım/otlatma alanlarının ya da kent ve yolların aldığı havzaların N ve P tutma kapasitesi azalmakta, ormanlık alanların yok edildiği havzalardan olan kayıplar ise artmaktadır [52, 53].

Nüfus artışına paralel olarak artan besin ihtiyacı ile çiftçiler daha fazla üretim yapmakta bu da su kaynaklarında tarımsal faaliyetlerin yol açtığı kirlilik riskini arttırmaktadır. Azot ve fosfor da bitkilerin büyümesi için gerekli besin maddeleri olup birçok gübrede bulunmaktadır. Hayvan atıklarının gerektiği gibi saklanamaması veya aşırı gübreleme de su kaynaklarında yoğun bir kirliliğe yol açmaktadır. Bu sebeplerle tarımsal kaynaklı kirliliğin kontrol edilmesi gerekmektedir. [34].

Tarımsal arazinin kullanılma şeklinin, gübre uygulama tekniğinin ve tarım alanlarında kullanılan kimyasal maddelerin değiştirilmesi, gübre ve ilaç kullanımının kontrol altına alınması, sınırlandırılması, tarım arazilerinin ürün çeşidine göre planlanması vb. tedbirler ile tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan yükler kontrol altına alınabilir. Erozyon kontrolü, gübre kullanımından önce toprak testlerinin yapılması, kış gübresinin azaltılması ve tampon bölge uygulamaları gibi tedbirler de bulunmaktadır [31, 32, 33, 35, 37, 46, 49].

6.2.1.3 Akış Yönünü Değiştirme

Kontrol altına alınamadığı durumlarda nutrient girişinin, bir kollektör sisitemi yardımıyla toplanarak nutrient etkisinin daha az olacağı alıcı ortamlara yönlendirilmesi ile nütrient yükü azaltılabilmektedir. [2, 31, 33].

6.2.1.4 Hassas Su Kütlesini Besleyen Kaynakların Kontrolü

Dere girişlerinde sulak alanların oluşturulmasıyla da nütrient yükü azaltılabilmektedir. Sulak alan sistemlerinde nitrat serbest azota dönüşür ve atmosfere salınır. Salınan bu miktar zararlı değildir. Fosfor ise azot gibi bitkiler tarafından sulak alan toprağında adsorbe edilir. Böylelikle hem azot hem fosfor sulak alanlar sayesinde arıtılmış olur [2, 31, 33, 35, 36, 45].

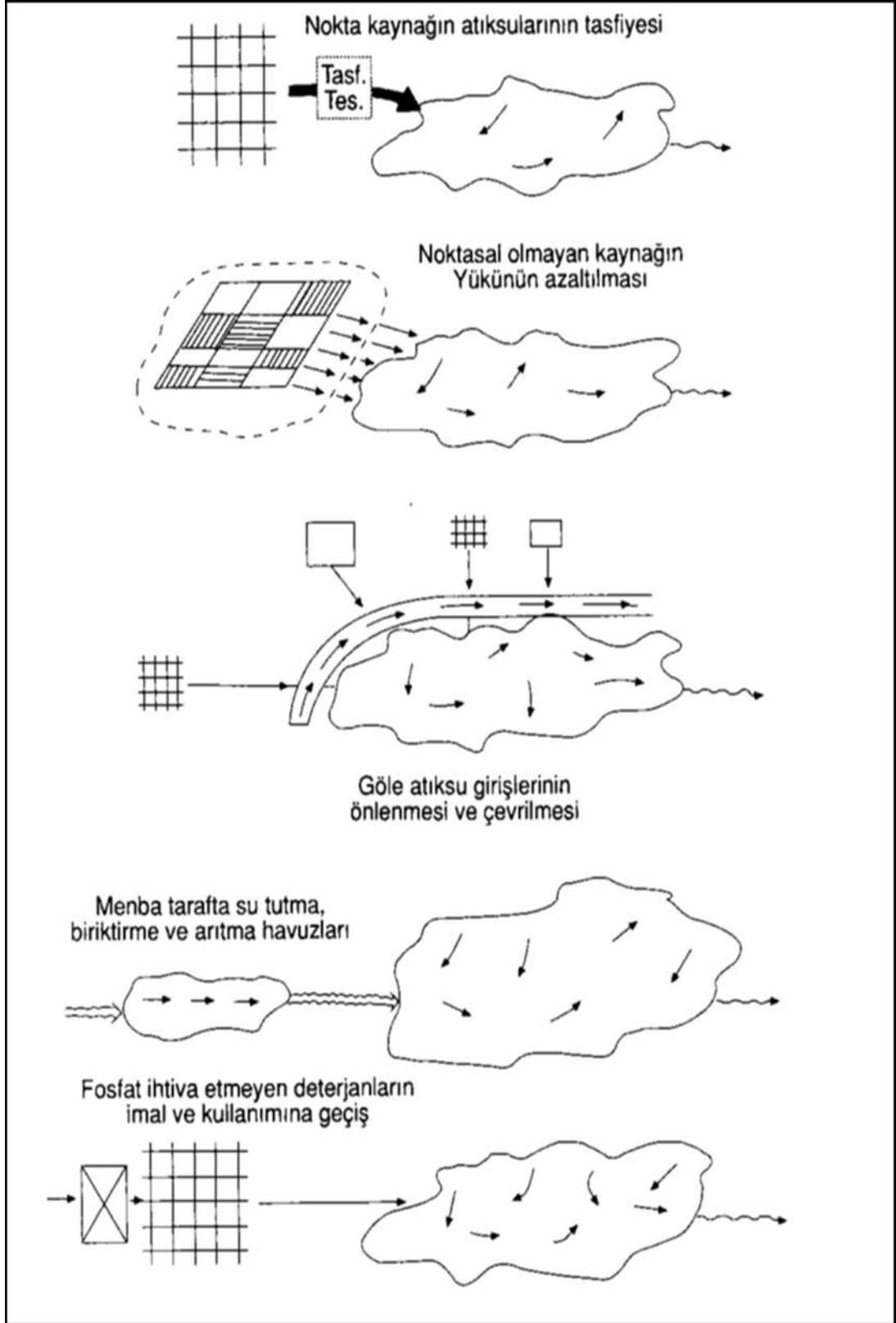
6.2.1.5 Kirliliğin Kaynakta Kontrolü

Deterjanlar, yiyecek ve içeceklerdeki katkı maddeleri ve içme suyuna fosfor dozlanması arıtma tesislerindeki fosfor yükünün başlıca sebeplerindendir. Deterjanlar içerisindeki fosfor miktarının azaltılması veya fosfor içermeyen deterjanların kullanımının sağlanması gibi tedbirler ile fosfor yükünün kaynakta kontrolü yapılabilmektedir [31, 32, 35, 46, 49]. 1 Ocak 2015'ten itibaren İngiltere'de böyle bir uygulamaya geçilecektir [32]. Uzun vadede yapılacak faaliyetlere yiyecek ve içeceklerdeki fosfor katkılarının azaltılması da önerilebilir.

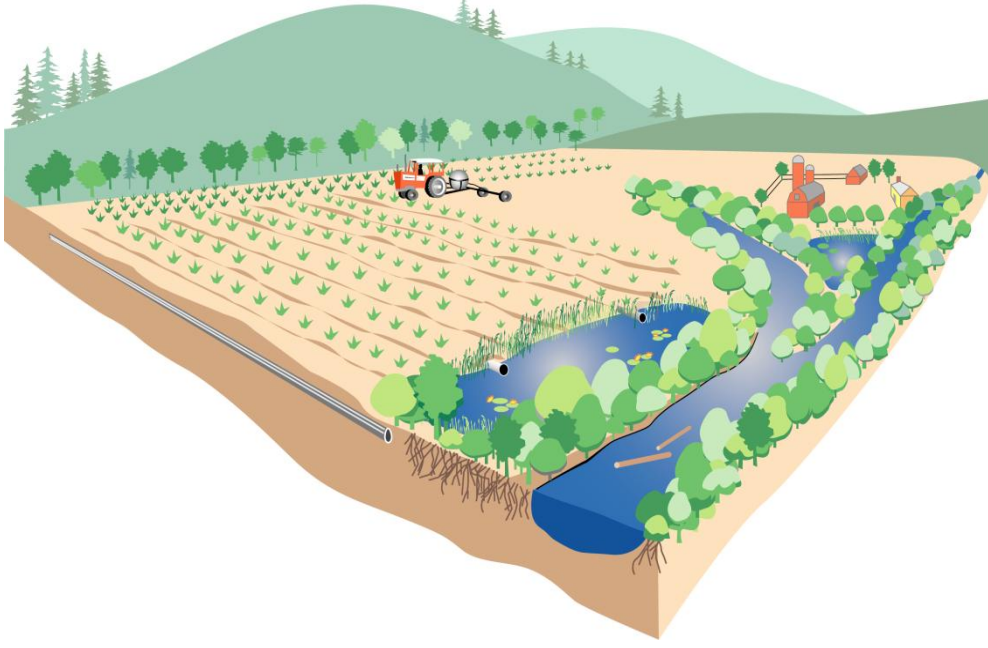
6.2.2 İyileştirmeye Yönelik Önlemler

İyileştirmeye yönelik önlemler doğrudan su kaynağında yapılan çalışmalarıdır. İyileştirme çalışmalarının başarılı olabilmesi için dış kaynaklardan su ortamına gelen nutrient vb. maddelerin kontrol altına alınmış olması gerekmektedir. İyileştirme teknikleri kontrol tekniklerini tamamlayıcı/bütünleyici çalışmalar olarak da görülebilir. Yanlış bir iyileştirme tekniğinin seçilmesi durumunda su kaynağı eskisinden de kötü bir duruma gelebilir. Bunun ötesinde iyi bir sonuç alabilmek için seçilen tekniğin yaratacağı problemler ve tekniğin uygulanmasını sınırlayıcı faktörler iyi bir şekilde tanımlanmalıdır. Aksi takdirde harcanan çaba ve para boşa gidecektir [2, 31, 33, 37]. İyileştirmeye yönelik yapılan en yaygın çalışmalar aşağıda verilmektedir:

1. Hipolimnetik Havalandırma ve suyun çekilmesi
2. Kimyasal madde ilavesi
3. Göl tabanının kaplanması ve dip tarama
4. Biyomanipülasyon



Şekil 35. Korumaya yönelik önlemler



Şekil 36. Sulak Alanların Oluşturulması Yöntemi

6.2.2.1 Hipolimnetik Havalandırma/ Suyun Çekilmesi

Hipolimnion tabakasındaki besince zengin su kütesinin çekilmesine dayalı bu teknikte göldeki nutrient konsantrasyonu azaltıldığı gibi çözünmüş oksijen konsantrasyonu da yükseltilmektedir. Bilindiği gibi su ortamında derinlik arttıkça genellikle oksijen konsantrasyonu azalmakta ve bazı durumlarda anaerobik şartlar oluşmaktadır. Hipolimnetik tabakadaki suyun epilimnion tabakası suyuna göre daha soğuk olmasından dolayı bu çekme işlemi gerçekleştirildiği zaman gölün ortalama sıcaklığında artış gözlenmektedir. Bu da biyokütleinin metabolik faaliyetlerinde bir artışa sebep olacaktır. Hipolimnion tabakasının, fosforun sedimentten su ortamına geçmesine olanak sağlayan anaerobik koşullar altında olduğu durumlarda bu bölgede yapılan çekme işlemi nutrient gideriminde oldukça iyi sonuçlar vermektedir [37]. Uygulama alanı daha az olan bir yöntemdir. Taşınan suların diğer alıcı ortamda su kalitesi problemi yaratacağı göz önünde bulundurulmalıdır [2].

Bir gölün hipolimnion bölgesinin havalandırılması, hipolimniyondan su çekip, emilen suyu, yukarıda yeterli çözünmüş oksijeni bulunan havalı su ile karıştırarak çalışan

aeratörler vasıtasıyla havalanmasının sağlandığı bir yöntemdir [31, 33, 37]. Organik maddelerin ayrışmasına yardım eder ve alg yoğunluğunun azalmasını sağlar [2]. Havzadan göle fosfor girdisi sürdükçe işlemin sürekli yinelenmesi gerekir ve çok pahalıdır. Uzun vadede kalıcı çözüm üretmez [38].

6.2.2.2 Kimyasal Madde İlavesi

Kimyasal maddeler (demir, kalsiyum ve alüminyum) su ortamı ya nutrientleri çöktürmek ya da biyolojik olarak daha zor kullanılabilen formlara çevirebilmek amacıyla katılmaktadır. Kimyasal madde olarak sıklıkla, fosforun su ortamında oluşan alüminyum tuzları ile birlikte çökmesi sebebiyle alüminyum (alüminyum sülfat, sodium alüminat) kullanılmaktadır. Ayrıca, yeterli miktarda alümin suya ilave edilmesi durumunda; oluşacak olan alüminyum hidroksitlerin dip çamuru üzerinde 2.5-5 cm kalınlığında bir tabaka oluşturularak sedimentte tutulmuş olan fosforun su ortamına "içsel yükleme" olarak geçişi azaltılabilmektedir.

Yöntemin en önemli dezavantajlarından birisi yüksek dozlarda alümin kullanılması sonucu göllerde pH düşmesi ve bunun sonucu olarak su ortamında çözülmüş alüminyum konsantrasyonunun artarak balıkları ve diğer canlıları zehirlemesidir [31, 33, 37]. Etkili bir yöntem olmakla beraber tekrarlanma gereksinimi ve çok büyük göller için ekonomik olmaması, bu yöntemin diğer bir dezavantajıdır. [2]. Kısa sürede iyileşme veren ancak uzun vadede kalıcı çözüm üretmeyen bir yöntemdir [38].

6.2.2.3 Göl tabanının kaplanması ve dip tarama

Sediment ve su ara yüzeyinin fiziksel bir bariyerle örtülmesi sonucunda nutrient transferinin engellendiği bu metot sedimentin su ortamına olan etkisinin azaltılmasını sağlamaktadır. Oldukça düşük maliyetli ve etkili bir teknik olarak görülmektedir. Bu bariyerin uygulanması için kullanılan metotlardan birisi gölün kışın donmasıyla gerçekleştirilmektedir. Donan göl yüzeyine bariyer görevini görecek olan delikli plastik yerleştirilmekte, buzlar eridiği zaman bu bariyer tabakası su dibine batmakta

ve böylece gölün dibi kaplanmış olmaktadır. Malzeme üzerindeki delikler hem plastiğin dibe batabilmesi hem de dikey gaz transferinin gerçekleşebilmesi için önemlidir. Tabanın kaplanmasında kullanılan bir diğer alternatif metot ise sedimentin üzerinin nutrient açısından hiçbir değeri olmayan mineral toprakla örtülmesidir. Kil, zeolit, metal oksitler gibi maddeler kaplamada sıkça kullanılmakta ve iyi sonuçlar elde edilmektedir. Bu maddeler aynı zamanda makrofit büyümesini engellemekte ve bazı durumlarda göl tabanından su kaybını azaltmaktadır. Kaplama malzemesi olarak kullanılmak amacı ile de çok çeşitli jeller üretilmektedir. Bu metodun etki süresi doğrudan göl ortamına gelen nutrient girişine bağlıdır [31, 33, 37].

Dip taramada ise sedimentin üzerinde bulunan besin baddesine zengin bölge taranarak mekanik bir şekilde gölden uzaklaştırılır. Yaygın kullanım alanı vardır. Pahalı bir yöntem olması ve dip balıklarına zarar verebileceği göz önünde bulundurulmalıdır [2].

6.2.2.4 Biyomanipülasyon

Biyomanipülasyon ilk kez 1975 yılında Shapiro tarafından göllerin restorasyonu için uygulanan bir metottur. 10 yıllık sürede su kalite yönetiminde uygulanan oldukça yaygın bir yöntem haline gelmiştir.[47]. Bir ekosistemdeki biyolojik toplulukların veya bozulan besin ağı ilişkilerinin ayarlanması işlemine biyomanipülasyon denir. Aşırı azot ve özellikle fosfor yüklemesi sonucu artan otçul balıklar ekosistemde hayvansal-planktonu azaltarak, suya yeşil renk veren bitkisel-planktonun artmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu balıklar dip çamurundan beslendikleri için çamuru karıştırarak suyu bulandırmakta ve ışık geçirgenliğini azaltmaktadırlar. Azalan ışık geçirgenliği sonucu sualtı bitkileri de yok olmaktadır. Azalan ışık geçirgenliğini artırmak ve yok olan sualtı bitkilerini geri kazanmak için biyomanipülasyon 2 yolla yapılmaktadır:

Otçul Balık Çıkartılması: Sazan ve kadife gibi balıkların gölden çıkartılmasıdır. Burada amaç bu balıkların biyokütlelerini azaltarak göl içi ışık geçirgenliğini ve sualtı bitki yayılımını yeniden arttırmaktır. Genelde bu balıkların biyokütlelerinin

%75'inin çıkarılması ve göl suyundaki fosforun 100 µg/l düzeylerine indirilmesiyle kalıcı iyileşme sağlanmaktadır.

Etçil Balık Eklenmesi: Ekosistemde azalan etçil balık (turna, tatlısu levreği) stoğunun arttırılmasını hedeflemektedir. Göl etçil balıkla stoklanmakta ve bu balıklar da otçul balıkları denetleyerek bitkisel plankton üremesi denetlenmektedir. Böylece su ışık geçirgenliği arttırılmaktadır. Bu iki yöntem birbirlerine alternatif değil birlikte uygulanmalıdır. Biyomanipülasyonun başarısı su kütlelerine ulaşan azot-fosfor kontrolü ile doğrudan ilgilidir [38].

VII. HASSAS ALANLARIN YÖNETİMİNE İLİŞKİN ÖRNEK UYGULAMA- ULUABAT GÖLÜ ALT HAVZASI

Bu bölümde “Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında ön değerlendirmeler sonucunda da hassas olarak belirlenen ve analiz sonuçlarına göre trofik durumu ötrofik olan bir göl su kütleğinde yönetimsel uygulamalara ilişkin esaslar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda göl su kütleğinin seçilmesinin nedeni hassas alan ve ötrofikasyon kavramının birbir ilişki içerisinde olması ve ötrofikasyon probleminin nehirlerle nazaran durgun sularda daha çok gözlenmesidir.

Bu kapsamda gerek önemli bir sulak alan havzası olması gerek de tüm baskı unsurlarının etkisinde olan bir su kütleğinin olması sebebiyle Ulubat Gölü ve alt havzası ele alınmış ve Uluabat Gölü’nde su kalitesinin iyileştirilmesi hedefi doğrultusunda, yönetimine ilişkin gerekli tüm hususlar ortaya konmuştur. Bu kapsamda öncelikle Bölüm 1’de de belirtildiğı gibi SÇD’ye göre havzanın karakterizasyonuna yönelik tespit çalışmaları yapılmıştır. Havzaya etki eden baskı unsurları incelenerek kirlilik problemi tanımlanmıştır. “Susurluk Havzasında Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Su Kalitesi İzleme Projesi” kapsamında Uluabat Gölü’nde yapılan analiz sonuçları incelenmiş ve gölün trofik durumu tespit edilmiştir. Daha sonra da kirlilik probleminin çözümüne yönelik yapılması gereken eylemler belirlenmiştir.

7.1 Havzanın Özellikleri

Uluabat Gölü; Marmara Denizi’nin güneyinde yer alan, maksimum derinliğı 6 m olan sığ, bulanık, ötrofik bir tatlısu gölüdür. Kabaca üçgen biçimli olan gölün doğu-batı yönünde uzunluğı 23–24 km, genişliğı ise 12 km kadardır. Gölü besleyen en önemli su kaynağı Mustafakemalpaşa Çayı’dır. Ayrıca gölün güneybatısındaki tarım alanlarının drenaj suları da göle verilmektedir. Göle giren su miktarı mevsimlere ve yıllara göre büyük değışiklikler göstermektedir. Gölün fazla suları, gölün batısındaki Uluabat Deresi ile Susurluk Çayına ve bu çay vasıtasıyla da Marmara Denizi’ne boşalmaktadır. Ancak göl su seviyesi Uluabat Deresinin altına düştüğünde, dere göle

doğru akışa geçerek gölü beslemektedir. Glden pompalarla su çekilmekte ve gl çevresindeki 6.350 ha arazi sulanmaktadır [40].

Gl plankton ve dip canlıları, sucul bitkiler, balık ve kuş populasyonları açısından ülkemizin en zengin gllerinden biri olup 2001 yılında Ramsar Statüsü kazanmış ve aynı yıl ‘‘Yasayan Göller Ağı’’na (Living Lakes Network) da dahil edilmiştir. Plankton ve dip canlıları bakımından zengin oluşu, değişik türden çok miktarda canlının üremesi ve beslenmesi için ideal bir ortam oluşturmaktadır. Bununla birlikte gölün besin maddelerince oldukça zengin oluşu ve uygun iklim koşulları değişik türden kalabalık kuş gruplarına alanda beslenme, kışlama ve üreme olanağı sağlamaktadır. Gl, dünya çapında yok olma tehlikesi altında olan bazı kuş türlerinin ülkemizdeki en önemli üreme, beslenme ve kışlama alanlarından biridir. [39].



şekil 37. Uluabat Gölü

7.2 Baskılar-Etkiler

Uluabat Gölü ekosistemini etkileyen en önemli baskı unsuru kaynaklar:

- ✓ Tarımsal faaliyetler
- ✓ Arıtılmamış evsel atıksu deşarjları
 - Akçalar Kasabası, Mustafakemalpaşa ilçesi

- ✓ Arıtılmamış endüstriyel atıksu deşarjları
 - Mustafakemalpaşa 'da AAT'si olmayan 23 adet süt işleme tesisi,
- ✓ Düzensiz katı atık depolama alanları
 - Yeşilova, Tepecik, Yalıntaş, Tatkavaklı Beldeleri ile Mustafakemalpaşa ilçesi
- ✓ Ağır metal kirliliği
 - Orhaneli Çayı ve Emet Çayı ile taşınan bor, arsenik kirliliği
- ✓ Erozyon
- ✓ Avlanma

Uluabat Gölü'ne güney batıdan bağlanan Mustafakemalpaşa Çayı yerleşimden, endüstri ve madencilik faaliyetlerinden, düzensiz katı atık bertarafından kaynaklanan kirliliği Uluabat Gölü'ne taşımaktadır. Mustafakemalpaşa Çayı'nı oluşturan Emet ve Orhaneli Çayları'nın da göle ciddi boyutta tarımsal kirlilik getirdiği bilinmektedir. Tarımsal faaliyetler hem gölün su seviyesini azaltıcı etkiye sebep olmakta hem de kullanılan gübreler gölün sediment yükünü artırmaktadır. Aksoy ve diğ. tarafından 2006 yılında gölde ötrofikasyon kontrolüne yönelik yapılan modelleme çalışmasında göle $4\text{grP}\backslash\text{m}^2\backslash\text{yıl}$ 'lık fosfor girişinin olduğu belirlenmiştir. Bu durum gölün tarımsal aktivitelerden yoğun bir şekilde etkilendiğini göstermektedir.

Mustafakemalpaşa yerleşiminde AAT'si bulunmayan 23 adet süt işleme tesisi, Orhaneli Çayı ile taşınan bor ve krom maden atıkları, çay üzerindeki baskı unsurlarıdır. Evsel ve endüstriyel kirlenme göllerde su kalitesinde bozulmalara, balık ölümleri ile ötrofikasyon problemlerine neden olabilmektedir. Avlanma faaliyetleri de göl ekosistemini etkileyen ciddi baskı unsurlarından biridir [39]. 2005 yılında yapılan Ekolojik Risk Değerlendirmesi çalışmasına göre de Uluabat Gölü üzerinde risk oluşturan baskı unsurları etki sırasına göre 1. Askıda Katı Maddeler, 2. Kimyasal Maddeler, 3. Besi Maddeleri ve 4. Avlanma olarak sıralanmıştır [41].

Mustafakemalpaşa Çayı ve bu çayın boşaldığı Uluabat Gölü'nde oluşan sediment birikiminin, bölgedeki doğal erozyon süreçlerinden önemli miktarda etkilenmesi sonucu ortaya çıktığını saptamışlardır. Bununla beraber, Uluabat Gölü'nü etkileyen

doğal erozyon süreçlerinin yanında göle insan faaliyetlerinin de direkt etkisi vardır. Bu etki, Mustafakemalpaşa Çayı'na maden faaliyeti ve bu faaliyet sırasında oluşan kazı malzemelerinin bırakılması sonucu taşınan sedimentlerin göle taşınıp birikmesidir.

Emet ve Orhaneli Çayları havzalarındaki maden yataklarından Mustafakemalpaşa Çayı'na taşınan madencilik kaynaklı sediment dolayısıyla göl alanının küçüldüğü de ifade edilmiştir. Emet alt havzasının tarım ile madencilik faaliyetlerinin yapıldığı bölgelerinde ve Orhaneli Havzası'nın doğal bitki örtüsünün tahrip edildiği kısımlarında toprak kaybı potansiyeli oldukça yüksek bulunmuş ve bu alanlarda gerçekleştirilecek erozyonu önleme çalışmalarının göle taşınan sediment miktarının azalmasını sağlayacağı ifade edilmiştir.

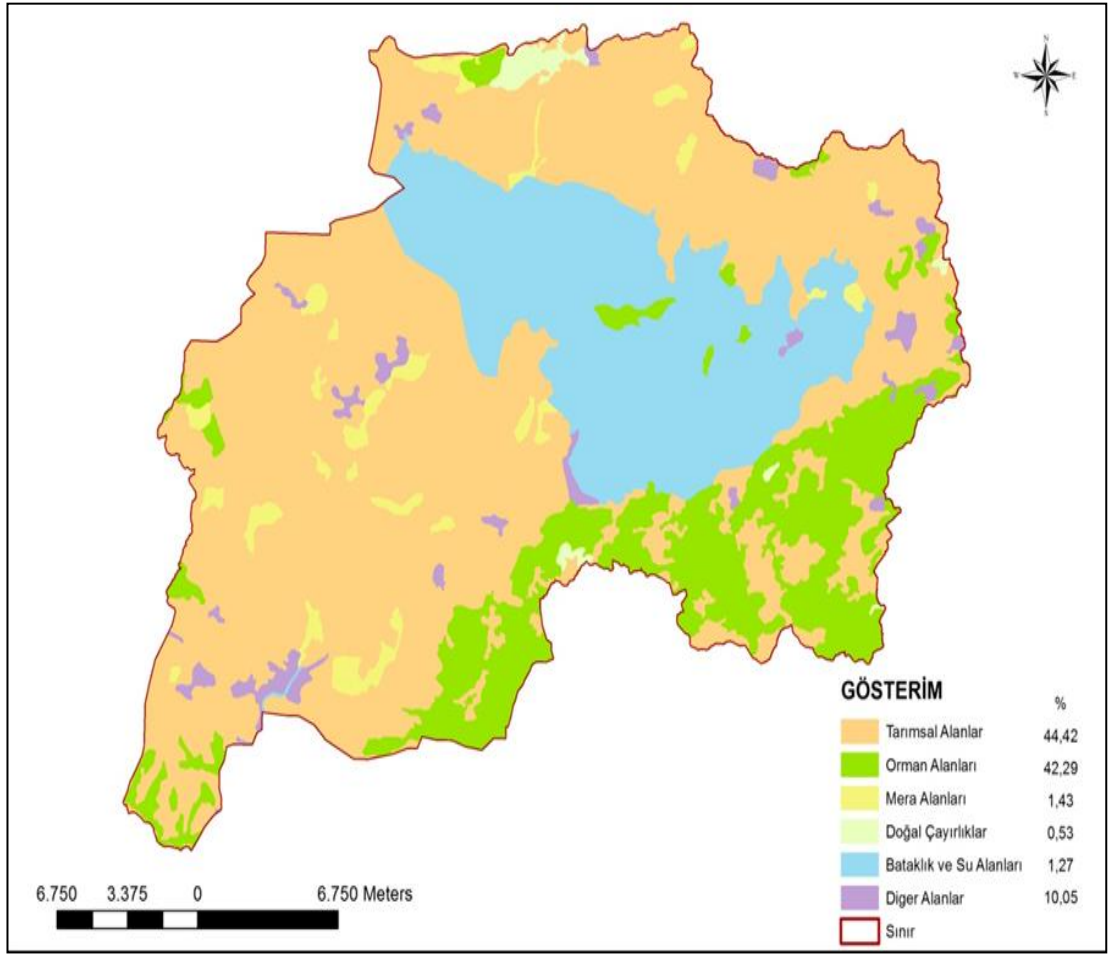
Uluabat Gölü Havzası'nı önemli kılan özelliklerinden biri de bor maden sahalarından taşınan yüksek bor yüküdür. Türkiye'nin, hatta dünyanın en önemli bor madenleri Mustafakemalpaşa ve Emet'te bulunmaktadır. Emet Hisarcık'ta ve Orhaneli Kestelek'te işletilmekte olan kolemenit ve bor madenlerinden sızan bor, öncelikle Mustafakemalpaşa Çayı'na ve oradan Uluabat Gölü'ne taşınmaktadır. Mustafakemalpaşa çayından göle giren bor konsantrasyonu 1000 µg/L'nin üzerindedir.

2008 yılında Türkiye'deki Ramsar Alanları Değerlendirme Raporu kapsamında Uluabat Gölü de incelenmiş olup Doğal Hayatı Koruma Vakfı tarafından alandaki başlıca sorunlar endüstriyel kirlilik, su seviyesine yapılan müdahaleler, yasa dışı ve aşırı balıkçılık, yabancı tür balık salımı, kuş avcılığı, avcılığa bağlı kurşun birikmesi ile plansız turizm olarak sıralanmıştır [39].

Göle etki eden farklı baskı unsurları da bu tez çalışması kapsamında oluşturulan baskı unsurları haritasında, Şekil 39'da görülmektedir.

7.3 Arazi Kullanımı

Bu kapsamda oluşturulan arazi kullanım haritası bu tez çalışması kapsamında Bakanlığımız Bilgi İşlem Daire Başkanlığı personelleri ile birlikte oluşturulmuş olup göl çevresi arazi kullanımının CORINE verisine göre % 44.42 oranında tarım alanları, % 42.29 oranında orman alanları, % 1.43 oranında mera alanları, % 0.53 oranında doğal çayırliklar, % 1.27 oranında bataklık ve su alanları ile çevrili olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 38. Uluabat Gölü Arazi Kullanımı Haritası

7.4. Kirlilik Yükleri

“Susurluk Havzasında Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Su Kalitesi İzleme Projesi” kapsamında Mustafakemalpaşa Çayı’nın göle ulaştığı noktada (OMSUY05 kodlu istasyon) analiz sonuçları incelendiğinde; TOK, BOİ, KOİ, TKN, TN ve TP parametreleri açısından kirlilik yükleri daha yüksektir. Çay vasıtasıyla Uluabat Gölü’ne ulaşan kirlilik yağışlı dönem sonunda; Mart 2013 döneminde en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu dönemde çay aracılığıyla göle ulaşan kirlilik **62.488 kg/gün KOİ, 16.528 kg/gün TN ve 1224 kg/gün TP** olarak tespit edilmiştir [39].

“Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında belirlenen kirlilik yükleri de Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 33.Uluabat Gölü Kirlilik Yükü Değerleri

	TN	TP	TOPLAM
Noktasal Yükler (ton/yıl)	26,64	0,83	27,47
Yayılı Yükler (ton/yıl)	86,66	7,37	94,03
TOPLAM	113,30	8,10	

Göle ulaşan toplam kirlilik yükleri değerlendirildiğinde, göldeki kirliliğin ağırlıklı olarak **yayılı** kaynaklı kirleticilerden kaynaklandığı görülmektedir. Kirlilik yüklerine ilişkin elde edilen sonuçların birbirini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

7.5 Su Kalite Sınıfları

Uluabat Gölü-1 kodlu istasyonda, dört farklı mevsimsel dönemde alınan numunelerin analiz sonuçları değerlendirilmiştir (Tablo 33). Dört mevsime ait analiz sonuçları, YSKYY Ek 5, Tablo 5’te verilen tüm kalite kriterleri esas alınarak değerlendirildiğinde, su kalitesi Sınıf III (kirlenmiş su) olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçları parametre grupları açısından incelendiğinde Oksijenlendirme Parametreleri (A grubu parametreler) açısından Sınıf I, Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri

(B grubu parametreler) açısından Sınıf III, İz Elementler (C grubu parametreler) açısından Sınıf I, Bakteriyolojik Parametreler (D grubu parametreler) açısından Sınıf II su kalitesi kriterlerini sağlamaktadır. Tüm parametreler açısından değerlendirildiğinde, limit değerlerin üzerinde saptanan pH ve NO₂-N parametreleri nedeniyle **Sınıf III** (kirlenmiş su) olarak nitelendirilmiştir. Bu parametreler dışında ölçümü yapılan diğer parametreler I. Sınıf ve II. Sınıf arasında değişen su kalitesi özelliği göstermektedir.

Uluabat Gölü-2 kodlu istasyonda, dört farklı mevsimsel dönemde alınan numunelerin analiz sonuçları tüm kalite kriterleri esas alınarak değerlendirildiğinde, su kalitesi **Sınıf III** (kirlenmiş su) olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçları parametre grupları açısından incelendiğinde Oksijenlendirme Parametreleri (A grubu parametreler) açısından **Sınıf II**, Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri (B grubu parametreler) açısından **Sınıf III**, İz Elementler (C grubu parametreler) açısından **Sınıf I**, Bakteriyolojik Parametreler (D grubu parametreler) açısından **Sınıf III** su kalitesi kriterlerini sağlamaktadır. Tüm parametreler açısından değerlendirildiğinde, limit değerlerin üzerinde saptanan pH, NO₂-N, Fekal koliform parametreleri nedeniyle **Sınıf III (kirlenmiş su)** olarak nitelendirilmiştir (Tablo 34).

OMSUY04 kodlu istasyonda, dört farklı mevsimsel dönemde alınan numunelerin analiz sonuçları değerlendirilmiştir (Tablo 35). Dört mevsime ait analiz sonuçları, YSKYY Ek 5, Tablo 5'te verilen tüm kalite kriterleri esas alınarak değerlendirildiğinde, su kalitesi **Sınıf III** (kirlenmiş su) olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçları parametre grupları açısından incelendiğinde Oksijenlendirme Parametreleri (A grubu parametreler) açısından **Sınıf I**, Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri (B grubu parametreler) açısından **Sınıf III**, İz Elementler (C grubu parametreler) açısından **Sınıf I**, Bakteriyolojik Parametreler (D grubu parametreler) açısından **Sınıf III** su kalitesi kriterlerini sağlamaktadır. Tüm parametreler açısından değerlendirildiğinde, limit değerlerin üzerinde saptanan pH, NO₂-N ve Fekal koliform nedeniyle **Sınıf III (kirlenmiş su)** olarak nitelendirilmiştir. Bu parametreler dışında ölçümü yapılan diğer parametreler I. Sınıf ve II. Sınıf arasında değişen su kalitesi göstermektedir [39].

7.6 Trofik Durum

Göl, gölet ve baraj göllerinde trofik durum değerlendirmesi, 30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği” (YSKYY) Ek-7, Tablo 10’a göre yapılmaktadır. . Sığ göllerde ötrofikasyonun görülme olasılığı daha fazladır. Ulubat Gölü’de sığ bir göl olduğundan ötrofikasyon riski altındadır. [30]. Susurluk Havzasında Su Çerçeve Direktifi Kapsamında Su Kalitesi İzleme Projesi” nde yer alan Uluabat Gölü’nde dört mevsim izleme sonuçları incelendiğinde, trofik durum parametrelerinin ağırlıklı olarak ötrofik ile hipertrofik seviye arasında değiştiği ancak genel eğilimin ötrofik durumu işaret ettiği Tablo 36 ve Tablo 37’de görülmektedir [39].

Tablo 34. Uluabat Gölü Trofik Durum Değerlendirmesi.

OMSUY04 (Uluabat Gölü)		11.12.2012	06.03.2013	05.06.2013	11.09.2013	Oligotrofik	Mezotrofik	Ötrofik	Hipertrofik	Ortalama
TN	µg/l	900	800	1100	900	≤350	350>TN≥650	650>TN≥1200	>1200	925
TP	µg/l	37,7	37,0	31,0	<5,69	≤10	10>TP≥30	30>TP≥100	>100	27,85
Chl-a	µg/l	10,4	21,2	3,0	11,8	<3,5	3,5-9,0	9,1-25,0	>25,0	11,60
Seki Disk	m	0,2	0,8	0,9	0,5	>4	4-2	1,9-1	<1	0,60
Uluabat gölü-1										
TN	µg/l	800	700	800	1100	≤350	350>TN≥650	650>TN≥1200	>1200	850
TP	µg/l	35,4	24,2	37,4	5,69	≤10	10>TP≥30	30>TP≥100	>100	25,67
Chl-a	µg/l	18,7	18,2	4,0	22,0	<3,5	3,5-9,0	9,1-25,0	>25,0	15,72
Seki Disk	m	0,2	1	0,8	0,3	>4	4-2	1,9-1	<1	0,58
Uluabat gölü-2										
TN	µg/l	700	1200	900	1100	≤350	350>TN≥650	650>TN≥1200	>1200	975
TP	µg/l	21,9	40,4	32,9	5,7	≤10	10>TP≥30	30>TP≥100	>100	25,23
Chl-a	µg/l	30,6	66,2	0,5	3,3	<3,5	3,5-9,0	9,1-25,0	>25,0	25,15
Seki Disk	m	0,3	1	1	0,5	>4	4-2	1,9-1	<1	0,70

* Trofik seviye, oligotrofik seviyeden hipertrofik seviyeye doğru yükselir.

* Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, birden fazla trofik seviyesinin çıkması durumunda ağırlıklı olan trofik seviye geçerlidir.

* Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, birden fazla ve her biri farklı trofik seviyenin çıkması durumunda en yüksek trofik seviye geçerlidir.

* Analiz sonuçlarında yapılan değerlendirme neticesinde, iki trofik seviye bulunması durumunda trofik seviyesi yüksek olan geçerlidir.

Dört Dönem
ortalamaları
alınmıştır.

Aynı zamanda “Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi” kapsamında Carlson Trofik İndeksi’ne dayalı olarak da trofik durum değerlendirmesi yapılmış olup, gölün ötrofik seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 35. Uluabat Gölü-1 İstasyonu Su Kalite Değerlendirmesi.

İzleme Noktasının Kodu :		Uluabat Gölü-1						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
Koordinat :		40,153333N - 28,603416E										
İl-Mevkii :		Bursa – Uluabat Gölü										
Parametre	Ölçüm Limiti		II	III	IV	Ortalama	I	II	III	IV		
Tarih		11.12.2012	06.03.2013	05.06.2013	11.09.2013							
Sıcaklık	-- °C	10,02	10,25	25,00	24,47	17,44	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I	
pH	-- Birimsiz	8,49	8,98	8,40	8,58	8,61	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında	III	
İletkenlik	-- µs/cm	449,00	334,00	573	604	490	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	II	
Çözünmüş Oksijen	-- mg/L	12,31	11,36	7,22	10,82	10,4	> 8	6-8	3-6	< 3	I	
BOİ	5 mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	< 4	4-8	8-20	> 20	I	
KOI	10 mg/L	13	16	13	16	14,5	< 25	25-50	50-70	> 70	I	
Amonyum Azotu	0,2 mg/L	<0,2	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	0,2-1	1-2	> 2	I	
Nitrit Azotu	0,001 mg/L	<0,001	0,015	0,048	0,074	0,03	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05	III	
Nitrat Azotu	0,02 mg/L	0,06	<0,02	<0,02	0,03	0,03	< 5	5-10	10-20	> 20	I	
TKN	0,5 mg/L	0,69	0,67	0,71	1,02	0,77	0,5	1,50	5	> 5	II	
Toplam Fosfor	0,0056 mg/L	0,035	0,024	0,037	0,10	0,05	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65	II	
Çinko	2,3 µg/L	< 10	7,4	10,1	35,6	17,7	≤200	200-500	500-2000	> 2000	I	
Bakır	0,042 µg/L	4,6	4,4	3,9	8,31	5,3	≤20	20-50	50-200	> 200	I	
Kurşun	0,2 µg/L	1,7	0,7	0,6	0,91	1,0	≤10	10-20	20-50	> 50	I	
Civa	0,13 µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2	I	
Nikel	0,3 µg/L	15,86	5,63	4,64	9,92	9,01	≤20	20-50	50-200	> 200	I	
Kadmiyum	0,04 µg/L	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	<0,04	≤ 2	2-5	5-7	> 7	I	
Toplam Koliform	1600 EMS/100mL	79	<100	<100	<100	-	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000	I	
Fekal Koliform	1600 EMS/100mL	79	20	<10	<10	-	≤10	10-200	200-2000	> 2000	II	

Tablo 36. Uluabat Gölü-2 İstasyonu Su Kalite Değerlendirmesi.

İzleme Noktasının Kodu :		Uluabat Gölü-2						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai Sınıf
İzleme Noktasının Koordinatları :		40,1635N - 28,684944E										
İl-Mevkii :		Bursa – Uluabat Gölü										
Parametre	Ölçüm Limiti		I	II	III	IV	Ortalama	I	II	III	IV	
Tarih			11.12.2012	06.03.2013	05.06.2013	11.09.2013						
Sıcaklık	--	°C	9,91	10,24	26,00	24,49	17,66	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	--	Birimsiz	8,58	9,03	8,48	8,42	8,63	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında	III
İletkenlik	--	µs/cm	461,00	365,00	585	604	503,75	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	--	mg/L	12,18	18,88	8,08	10,51	12,41	> 8	6-8	3-6	< 3	I
BOİ	5	mg/L	<5	11,8	6	<5	5,7	< 4	4-8	8-20	> 20	II
KOİ	10	mg/L	<10	26	16	14	15,25	< 25	25-50	50-70	> 70	I
Amonyum Azotu	0,2	mg/L	<0,2	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	0,2-1	1-2	> 2	I
Nitrit Azotu	0,001	mg/L	<0,001	0,025	0,048	0,044	0,03	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05	III
Nitrat Azotu	0,02	mg/L	0,16	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	< 5	5-10	10-20	> 20	I
TKN	0,5	mg/L	<0,5	1,23	0,84	1,02	0,84	0,5	1,50	5	> 5	II
Toplam Fosfor	0,0056	mg/L	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65	II
Çinko	2,3	µg/L	< 10	1,8	14,8	3,36	6,24	≤200	200-500	500-2000	> 2000	I
Bakır	0,042	µg/L	4,1	4,8	3,8	6,92	4,9	≤20	20-50	50-200	> 200	I
Kurşun	0,2	µg/L	1,0	0,5	0,6	0,78	0,7	≤10	10-20	20-50	> 50	I
Civa	0,13	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2	I
Nikel	0,3	µg/L	12,81	9,66	5,15	9,90	9,38	≤20	20-50	50-200	> 200	I
Kadmiyum	0,04	µg/L	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	<0,04	≤ 2	2-5	5-7	> 7	I
Toplam Koliform	1600	EMS/100mL	>1600	<100	<100	<100	-	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000	II
Fekal Koliform	1600	EMS/100mL	>1600	20	<10	<10	-	≤10	10-200	200-2000	> 2000	III

Tablo 37. Uluabat Gölü OMSUY04 İstasyonu Su Kalite Değerlendirmesi.

İzleme Noktasının Kodu :		OMSUY04 (Uluabat)						Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Su Kalite Sınıfları				Nihai sınıf
İzleme Noktasının Koordinatları :		40,1657833333333N - 28,5945472222222E										
İl-Mevkii :		Bursa – GÖL										
Parametre	Ölçüm Limiti	Birim	I	II	III	IV	Ortalama	I	II	III	IV	
Tarih			11.12.2012	06.03.2013	05.06.2013	11.09.2013						
Sıcaklık	--	°C	10,05	10,19	25,00	23,98	17,31	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30	I
pH	--	Birimsiz	8,46	8,90	8,21	8,47	8,51	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında	III
İletkenlik	--	µs/cm	451	326	590	601	492	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000	II
Çözülmüş Oksijen	--	mg/L	12,31	14,12	7,41	9,71	10,9	> 8	6-8	3-6	< 3	I
BOİ	5	mg/L	<5	<5	<5	<5	<5	< 4	4-8	8-20	> 20	I
KOİ	10	mg/L	<10	16	13	<10	<10	< 25	25-50	50-70	> 70	I
Amonyum Azotu	0,2	mg/L	0,25	< 0,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2	0,2-1	1-2	> 2	I
Nitrit Azotu	0,001	mg/L	<0,001	0,031	0,053	0,049	0,044	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05	III
Nitrat Azotu	0,02	mg/L	0,23	0,08	<0,02	<0,02	0,08	< 5	5-10	10-20	> 20	I
TKN	0,5	mg/L	0,68	0,65	1,0	0,84	0,79	0,5	1,50	5	> 5	II
Toplam Fosfor	0,0056	mg/L	0,04	0,04	0,03	0,08	0,05	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65	II
Çinko	2,3	µg/L	13,6	8,5	6,8	9,46	9,6	≤200	200-500	500-2000	> 2000	I
Bakır	0,042	µg/L	5,8	4,4	4,5	6,35	5,2	≤20	20-50	50-200	> 200	I
Kurşun	0,2	µg/L	2,2	0,8	0,6	0,55	1,1	≤10	10-20	20-50	> 50	I
Cıva	0,13	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	0,1-0,5	0,5-2	> 2	I
Nikel	0,3	µg/L	16,29	6,04	4,98	6,63	8,49	≤20	20-50	50-200	> 200	I
Kadmiyum	0,04	µg/L	< 0,04	< 0,04	0,08	< 0,04	<0,04	≤ 2	2-5	5-7	> 7	I
Toplam Koliform	1600	EMS/100mL	1600	<100	<100	140	-	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000	II
Fekal Koliform	1600	EMS/100mL	1600	20	<10	39	-	≤10	10-200	200-2000	> 2000	III

Tablo 38. Uluabat Gölü Trofik Durum

GÖL ADI	TROFİK DURUM (İzleme Sonuçları)	Hassas Alanlar Projesindeki Durum
Uluabat Gölü	Ötrofik	HA (RAMSAR)

Tablo 39. Uluabat Gölü Carlson İndeksi Trofik Durum Değerlendirmesi

CARLSON İNDEKSİ			
TN	TP	CHL-A	Durum
62,3	77,7	62,4	HİPERTROFİK

7.7 Eylemler

Uluslararası düzeyde önemli bir sulak alan olmasına karşın, Uluabat Gölü; aşırı avlanma, kıyı gelişimlerinde meydana gelen arazi ıslahları ile tarımsal, sanayi ve evsel kaynaklı atıkların neden olduğu yoğun kirlilik tehdidi altındadır.

Göl giderek sığlaşmakta, yoğun besin girdisi nedeni ile kıyı bitkilerinde artış görülmektedir. Uluabat Gölü'nün sığlaşması ve dolmasındaki en önemli etken Mustafakemalpaşa Çayı'dır. Çay, yağış havzası alanında meydana gelen aşırı erozyon sonucu taşınabilir ve askıdaki katı maddeler, akarsu ile birlikte göle ulaşmakta ve gölün sığlaşması ve dolmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda çevredeki bor, azot ve fosfor gibi kimyasallar da taşınarak aşırı kirlenme meydana gelmektedir.

Göl çevresindeki yerleşimlerin, özellikle Mustafa Kemal Paşa ve Akçalar gibi büyük nüfuslu bölgelerden, arıtılmadan akıtılan evsel atıklarla birlikte, tarımsal ve önemli ölçüde kirlilik yaratan sanayi kaynaklı atık su girdisi de, gölde aşırı beslenimi

(ötrofikasyon) hızlandırmakta, bu da çözünmüş oksijen miktarını azaltarak göldeki doğal yapıyı olumsuz yönde etkilemektedir.

Uluabat Gölü'nde su kalitesinin iyileştirilmesi kapsamında yapılacak olan eylemler ana başlıklar altında aşağıda sıralanmış olup, eylemlerin tamamlanma sürelerini de içerecek şekilde ise her bir eylem başlığı altında verilmektedir.

1. Evsel Atıksuların Arıtılması
2. Endüstriyel Atıksuların Arıtılması
3. Katı Atıkların Düzenli Depolama Sahasına Taşınması
4. Düzensiz Depolama Sahalarının Rehabilitasyonu
5. Tarımsal Kirliliğin Önlenmesi
6. Ağaçlandırma ve Erozyonla Mücadele
7. Saz Kesim Planlarının Oluşturulması

1. Eylem: Evsel Atıksuların Arıtılması

Göle etki eden en büyük kirlilik kaynaklarından biri de kentsel atıksu deşarjlarıdır. Göl civarında yer alan yerleşim yerlerinden göle doğrudan deşarj yapılmaktadır. Akçalar Mahallesi atıksularını iki noktadan deşarj ettiği TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan saha çalışmalarında tespit edilmiştir. Ayrıca gölü besleyen çayların da geçtiği yerleşimlerden kirliliğe maruz kaldığı belirlenmiştir. Öncelikle yoğun nüfusundan dolayı Mustafakemalpaşa Belediyesi ve belde belediyeleri ile civar yerleşimler ve köylerden kaynaklanan evsel atıksuların arıtılmadan göle verilmesi önlenmelidir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve zamanlama tablosu da aşağıda verilmektedir.

Eylemler	TAKVİM				Mesul Kurum	İlgili Kurum	Yapılan/Yapılması Gereken Çalışmalar
	2014	2015	2016	2017			
1.A	Mustafakemalpaşa Belediyesi AAT inşaatının tamamlanarak işletmeye alınması				Bursa Büyükşehir Belediyesi (BUSKİ)	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	IPA kapsamında ilçe merkezinin bütün altyapı yatırımları bir mastır plan kapsamında değerlendirilmeye alınmıştır. Proje: Entegre Su Projeleri Hazırlanması İçin Teknik Yardım Lot:1. Yüklenici: Grontmij
1.B	Akçalar Biyolojik Atıksu Arıtma Tesis'i'nin inşaatının tamamlanarak işletmeye alınması (Akçalar, Fadıllı, Başköy, Çatalağıl, Karacaoba, Ayva, Unçukuru yerleşimleri ne hizmet eden)				Bursa Büyükşehir Belediyesi BUSKİ	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Alman Kalkınma Bankası (KfW) ile BUSKİ ortak (%50-%50) finansmanı ile gerçekleştirilecektir.
1.C	<u>Nüfus < 500 için;</u> Fosseptik yapılması				Bursa Büyükşehir Belediyesi BUSKİ	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Tesislerin yapılmadan önce ön etüt çalışmasının yapılması doğal arıtım yapılabilecek alanların belirlenmesi gerekmektedir.
	<u>500<Nüfus < 2000 için;</u> Doğal Arıtma yapılması						
	<u>Nüfus > 2000 için</u> Biyolojik Arıtma yapılması						

2. Eylem: Endüstriyel Atıksuların Arıtılması

Ülkemizin doğal alanlarından biri olan ve birçok bitki ve hayvan türüne yaşam alanı oluşturan Uluabat Gölü'ne ciddi boyutta kirlilik yükü getiren baskı unsurlarından biri de endüstriyel tesislerden kaynaklanan atıksulardır. Göle doğrudan veya dolaylı olarak birçok atıksu deşarjı olmaktadır. Akçalar Mahallesi'nde yer alan tesislerin bir kısmı atıksularını yerleşimdeki kanalizasyon sistemi kanalıyla göle vermektedir. Bölgede tesislerin bir kısmı atıksularını doğrudan göle deşarj ederken; tesislerin birçoğu ile OSB'ler deşarjlarını göle Mustafakemalpaşa, Emet ve Orhaneli Çayı vasıtasıyla dolaylı yoldan yapmaktadırlar. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve zamanlama tablosu da aşağıda verilmektedir.

Eylemler	TAKVİM				Mesul Kurum	İlgili Kurum	Yapılan/Yapılması Gereken Çalışmalar
	2014	2015	2016	2017			
2.A İkincil Arıtma Sistemi olan ve Azot ve Fosfor Giderimi yetersiz olan endüstrilerin Azot-Fosfor giderimi uygulayan İleri Arıtma Sistemlerini kurması					Sanayiciler	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı BUSKİ	Alıcı ortama etki eden kirliliğin azaltılması için ileri arıtma sistemlerinin tamamlanması gerekmektedir.
2.B Akçalar S.B. Su Ürünleri İşletme tesislerine ait Arıtma Tesisinin yapılması					Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayiciler	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	Atıksu karakterizasyonunun tespit edilerek arıtma tipinin belirlenmesi gerekmektedir.

3. Eylem: Katı Atıkların Düzenli Depolama Sahasına Taşınması

Katı atıkların düzenli depolama sahalarına bertaraf edilmesi çevre kirliliğini önlemede büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve zamanlama tablosu da aşağıda verilmektedir.

Eylemler	TAKVİM				Mesul kurum	İlgili kurum	Yapılan/Yapılması Gereken Çalışmalar
	2014	2015	2016	2017			
3.A Yeşilova, Tepecik, Yalıntaş, Tatkavaklı Beldeleri ile Mustafakemalpaşa ilçesinden kaynaklanan katı atıkların Bursa Merkez Düzenli Depolama Sahasına gönderilmesinin sağlanması					Bursa Büyükşehir Belediyesi	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Mustafakemalpaşa Belediyesi tarafından katı atıkların düzenli depolama sahasına taşıma çalışmalarına başlanmıştır.

4. Eylem: Düzensiz Depolama Sahalarının Rehabilitasyonu

Geçmişte yapılan çalışmalarda gölün kıyısında yer alan köylere ait katı atıkların göle ulaştığı tespit edilmiştir. Köylerin bu konuda bilinçlendirilme ve katı atıklarının toplanıp, uzaklaştırılması konusundaki çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Gölü besleyen Mustafakemalpaşa, Emet ve Orhaneli çaylarını etkileyen belediyelere ait düzensiz depolama sahalarının da rehabilitasyon çalışmalarının en kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve zamanlama tablosu da aşağıda verilmektedir.

Eylemler	TAKVİM				Mesul Kurum	İlgili Kurum	Yapılan/Yapılması Gereken Çalışmalar
	2014	2015	2016	2017			
4 Yeşilova, Tepecik, Yalıntaş, Tatkavaklı Beldeleri ile Mustafakemalpaşa ilçesine ait Düzensiz Depolama Sahalarının Rehabilitasyonu					Bursa Büyükşehir Belediyesi	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Vahşi depolama yapılmış olan alanların çevre kirliliğine neden olmayacak şekilde düzenlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.

5. Eylem: Tarımsal Kirliliğin Önlenmesi

Göl civarında yer alan yerleşim yerleri ile gölü besleyen Mustafakemalpaşa Çayı kıyısında gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler hem gölün su seviyesini azaltmakta, hem de kullanılan gübre ve pestisitler ile gölün sediment yükünün yanı sıra kirlilik miktarına da katkı yaparak ötrofikasyona sebep olmaktadır. Mustafakemalpaşa Çayı'nı oluşturan Emet ve Orhaneli Çayları'nın da göle ciddi boyutta tarımsal kirlilik getirdiği görülmektedir. Gölde oluşan bu baskının etkilerini en aza indirmek için öncelikle göl civarında yer alan köylerde, ardından gölü besleyen çayların etkilendiği yerleşim yerlerinde Tarımsal Kirlilik Yönetimi çalışmaları gerçekleştirilmesi

önerilmektedir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve zamanlama tablosu da aşağıda verilmektedir.

Eylemler	TAKVİM				Mesul Kurum	İlgili Kurum	Yapılan/Yapılması Gereken Çalışmalar
	2014	2015	2016	2017			
5.A	Suni gübre kullanımının kontrolü						Gölde oluşan bu baskının etkilerini en aza indirmek için öncelikle göl civarında yer alan köylerde, ardından gölü besleyen çayların etkilendiği yerleşim yerlerinde Tarımsal Kirlilik Yönetimi çalışmaları gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
5.B	Pestisit kullanımının sınırlandırılması					Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	
5.C	İyi Tarım Uygulamalarının teşvik edilmesi					Orman ve Su İşleri Bakanlığı	
5.D	Kontrol ve uygulamaların takibi						

6. Eylem: Ağaçlandırma ve Erozyonla Mücadele

Erozyonun gölün dolmasına ve krom, bor gibi kimyasal maddelerin göle taşınımına göldeki kirliliğin artmasına neden olmaktadır. Bu baskı unsurundan oluşan etkinin en aza indirilmesi için tüm havza içerisinde erozyon, sel ve çığ kontrolü çalışmaları gerçekleştirilmedi. Ağaçlandırma ve rehabilitasyon ile mera ıslahı çalışmalarına önem verilmelidir. Ancak ağaçlandırma çalışmaları gelişi güzel uygulanmamalı, uzmanların görüşleri alınarak bölgeye uygun ağaç türleri seçilmelidir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve zamanlama tablosu da aşağıda verilmektedir.

Eylemler	TAKVİM				Mesul Kurum	İlgili Kurum	Yapılan/Yapılması Gereken Çalışmalar
	2014	2015	2016	2017			
6 Erozyonun önlenmesine yönelik göl çevresinde ağaçlandırma ve rehabilitasyon ile mera ıslahı çalışmalarının yapılması					Orman ve Su İşleri Bakanlığı	Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü	Ağaçlandırma çalışmaları gelişti güzel uygulanmamalı, uzmanların görüşleri alınarak bölgeye uygun ağaç türleri seçilmelidir.

7. Eylem: Saz Kesim Planlarının Oluşturulması

Bölgede saz kesim planları oluşturulmalı, saz kesimi hususunda periyodik olarak denetimlerin yapılması alıcı ortamda meydana gelen kirliliğin azaltılması yönünde oldukça etkili bir eylemdir. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar ve zamanlama tablosu da aşağıda verilmektedir.

Eylemler	TAKVİM				Mesul Kurum	İlgili Kurum	Yapılan/Yapılması Gereken Çalışmalar
	2014	2015	2015	2017			
7 Bölge de saz kesim planları oluşturulmalı, saz kesimi hususunda periyodik olarak denetimlerin yapılması					Orman ve Su İşleri Bakanlığı	Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü	Sazlıkların güçlendirilerek hasat edilmesi gerekenlerin belirlenmesi ve hasat edilmesi gerekmektedir.

VIII. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Temiz içme ve kullanma suyunun hayati öneme sahip olduğu şu günlerde mevcut su kaynaklarının kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Yüzeysel sulara veya yeraltı sularında kirletici kaynaklarından gelen azot ve fosfor bileşiklerinin aşırı miktarda birikmesi, doğada ve canlı sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Doğada bu nedenle rastlanan başlıca sorunlardan biri su kaynaklarının çok miktarda besi maddeleriyle yüklenmeleri sonucu ortaya çıkan aşırı miktarda canlı çoğalması ve/veya alg patlaması olarak tanımlanan ötrofikasyon problemi.

Ötrofikasyon bulanıklığa, kokuya ve çözünmüş oksijen eksikliğine neden olarak su flora ve faunasını olumsuz yönde etkilemektedir. Adı geçen olumsuz etkileri nedeniyle dünyada “su kalite yönetimi” çerçevesinde, azot ve fosfor gibi besi maddelerinin deşarj standartları aracılığıyla özellikle “hassas alanlarda” alıcı ortama ulaşmaları engellenmektedir.

Artan su talebine karşılık kullanılabilir tatlı su kaynaklarının azlığı, ötrofikasyon tehdidi altında olan hassas su alanlarında da iyileştirme çalışmalarını gerekli kılmaktadır. Bu sebeple hassas su alanlarının belirlenmesi ve ötrofikasyonun önlenmesine yönelik tedbirlerin tespit edilerek uygulamaya geçilmesi büyük önem arz etmektedir. Özellikle ötrofikasyonu sınırlandırdığı düşünülen besin maddesinin ve su kütlelerine giren kirletici türlerinin doğru bir şekilde tespiti hassas alanların etkin bir şekilde yönetimi için oldukça önemlidir.

Bu çalışma kapsamında hassas alanların belirlenmesine yönelik SÇD ve ilgili mevzuatta hassas alan kavramı ve gereklilikler ortaya konmuş; AB üye ülke uygulamaları ve mevcut çalışmalar incelenmiş, hassas alanların belirlenmesi metodolojisi değerlendirilmiştir. Hassas alanlarda su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik tedbirlerin belirlenmesi için yönetim esasları oluşturulmuştur. Seçilen bir hassas su kütlelerinde de belirtilen esaslar çerçevesinde uygulama çalışması yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır:

- Avrupa Birliği Direktifleri kapsamında Türkiye’de de ‘‘Hassas Su Alanı’’ kavramı ötrofikasyon ile ilişkilendirilmektedir. Bu sebeple hassas alanların belirlenmesinde ve yönetiminde, ötrofikasyon ve kontrolüne dayalı bir yaklaşımın uygulanması gerekmektedir.
- SD’de su kirliliği açısından hassas alan ve nitrat kirliliği açısından hassas alan kavramı, Madde 6 ve Ek-IV’de belirtilen ‘‘ koruma alanları’’ ile ilgili hükümlerde yer almaktadır. SD çerçevesinde belirlenen ve kaydedilen bütün koruma alanlarının, SD’ye uygun olarak entegre nehir havzası yönetimi kapsamında dikkate alınması gerekmektedir.
- SD durum sınıflandırması ve çevresel hedefler açısından, ‘‘trofik’’ teriminin istenmeyen etkilerin yaygın ve ciddi olduğu durumlarda kullanıldığı ve özellikle zayıf veya kötü durum tanımlamalarıyla örtüştüğü söylenebilir. Diğer taraftan KASAD ve Nitrat Direktifinin ‘‘yakın zamanda ötrofik hale gelebilecek’’ tanımının ise orta durum (istenmeyen etkilerin bulunması şart değildir, ancak ekolojik değişimin derecesi, özellikle artan nutrient baskısı varsa, bu tür etkilerin ortaya çıkabileceğini göstermektedir) ile örtüştüğü söylenebilir.
- Hassas alanların belirlenmesi metodolojisinde, öncelikle havzanın genel karakterizasyonunun yapılması, su kütlelerine etki eden noktasal, yayılı ve hidromorfolojik tüm baskı unsurlarının bir arada değerlendirilmesi, baskı unsurlarına ilişkin özellikle ötrofikasyona neden olan azot ve fosfor parametreleri açısından kirlilik yüklerinin tespit edilmesi ve trofik durumlarının ortaya konulması gerekmektedir.
- Bu temel tespitlerin dışında su kalitesi sınıfları da hassas alanların belirlenmesinde etkin bir rol oynamaktadır. Buna göre III. Sınıf ve IV. Sınıf su kalitesine sahip su kütleleri de değerlendirmeye alınmalıdır.
- Ötrofikasyon riski altında olan su kütlelerinde SD’ye göre biyolojik ve fizikokimyasal izleme çalışmaları yapılmalıdır. Biyolojik kalite unsurları ve ekosistemin işleyişi için tipe özgü referans koşullar bakımından iyi duruma ulaşılmasını desteklemek için tipe özgü nutrient konsantrasyonları düzeyinin ne kadar olması gerektiği belirlenebilmektedir. Dolayısıyla biyolojik kalite

unsurları ve fizikokimyasal kalite unsurları ekolojik durum sınıflandırmasında birlikte değerlendirilmelidir.

- Nihai hassas alan tespitlerinin ardından SÇD'ne göre iyi ekolojik duruma ulaşma hedefi kapsamında hassas alanlarda su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik alınacak tedbirlerin su kütlesi bazında tüm faktörler dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu tedbirler; su kaynaklarına etki eden nütrient yükünün azaltılmasına yönelik olmalıdır.
- Nütrient azaltım hedeflerine ulaşmak için maliyet-etkin tedbirlerin uygulanması ve önceliklendirmenin yapılması gerekmektedir.
- Pilot bölge olarak seçilen Uluabat Gölü yoğun bir evsel, endüstriyel ve tarımsal kirlilik yükü altındadır. Göl besi elementleri bakımından oldukça zengin olup, trofik durumu ötrofiktir. Bu sebeple kalıcı çözüm olarak öncelikle göle dış kaynaklardan gelen azot fosfor yükünün azaltılması yönünde tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Tedbirlerle ilgili olarak; hassas alanlara etki eden noktasal ve yayılı kaynaklardan gelen yüklerin azaltılması çalışmaları entegre bir yaklaşımla ve sektörel bir bakış açısıyla ele alınmalıdır. Bu kapsamda alınacak tedbirler korumaya yönelik ve iyileştirmeye yönelik önlemler olmak üzere iki alt kategoride incelenmiş olup ülkemizde uygulanabilirlikleri ve maliyet-etkin uygulamalar açısından öncelikli olarak yapılabilecek eylemler genel hatlarıyla aşağıda sıralanmaktadır:

- Evsel atıksuların yönetimi ile ilgili olarak, Atıksu Arıtma Tesislerinin besi maddesi (azot-fosfor) giderimini sağlayacak şekilde yenilenmesi veya yeni yapılacak tesislerin bu şekilde tasarlanması ve AAT'lerde işletme problemlerinin görülmemesi, AAT'lerin iyi işletilmesi gerekmektedir.
- Düzensiz katı atık depolama alanlarından kaynaklanan nütrient yükünün azaltılmasına yönelik düzensiz depolama sahalarının rehabilitasyonu çalışmalarının yapılması ya da düzensiz depolanan katı atıkların düzenli depolama sahalarında bertarafının sağlanması gerekmektedir.
- Endüstriyel tesislere ait Atık Su Arıtma Tesislerinin de besi maddesi (azot-fosfor) giderimini sağlayacak şekilde yenilenmesi veya yeni yapılacak tesislerin bu şekilde tasarlanması gerekmektedir. Özellikle gıda ve gübre

endüstriyel atık sularından kaynaklanan besin maddesi yüklerinin azaltılmasına yönelik arıtma teknolojilerinin geliştirilmesi desteklenmelidir.

- Endüstriyel atıksuların yönetiminde deşarj noktasında yönetiminden çok proses kontrolüne önem verilmeli; “temiz üretim teknolojileri” olarak bilinen az atık üreten teknolojiler proseslerde uygulanmalıdır.
- Evsel atıksularda bulunan fosfat bileşiklerinin azaltılmasına yönelik olarak deterjanlarda bulunan fosfatın yerine kullanılabilir kimyasallar konusunda üreticiler desteklenmelidir.
- Alıcı ortam bazlı deşarj standartları uygulamasına geçilmelidir.
- Yayılı kaynaklı kirliliğin kontrolüne yönelik özellikle tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesine ilişkin; Tarımsal Kirlilik Yönetimi çalışmaları gerçekleştirilmelidir. Bu kapsamda;
 - Tarımsal kirliliğin yoğun olduğu bölgelerde, gübre ve pestisit satışlarının kontrol altına alınarak gübre kullanımının sınırlandırılması (özellikle yağışlı zamanlarda),
 - Tarımsal amaçlı su çekimlerine dikkat edilmeli, tarımda suyun ve gübrenin bilinçli kullanılması konusunda eğitimler verilmelidir.
 - Bölge halkının organik tarım, damlatmalı sulama gibi “İyi Tarım Uygulamaları” hakkında bilinçlendirilmesi ve uygulamaları yönünde teşvik edilmesi çalışmaları gerçekleştirilmelidir.
 - Kontrollü gübre ve pestisit ile doğada parçalanabilir pestisit kullanılmasına ve zehirlilik etkisi nedeniyle yasaklanmış pestisitlerin kullanılmamasına önem gösterilmelidir.
 - Tarım alanlarının doğru bir şekilde kullanılması için arazi kullanımına ilişkin parselasyon çalışmasının yapılması, parsellerin elektronik ortamda izlenmesi, alınan-satılan gübre miktarlarının bilgisayar ortamında kontrol edilmesi gibi faaliyetler yapılmalıdır.
- Nutrient gideriminde etkili olan doğal sulak alanların kurulması çalışmaları yapılabilir.
- Tüm bu çalışmaların yürütülebilmesi için halkın bilgilendirme çalışmaları artırılmalı ve karar verme süreçlerinde katkıda bulunmaları sağlanmalıdır.

- Ülke sınırları içinde mevcut kurum ve kuruluşların günümüzdeki uygulamaları, uygulamalarında esas aldıkları ulusal yasa ve yönetmelikler ile Türkiyenin uymakla yükümlü olduğu uluslar arası protokoller dikkate alındığında; mevcut yasal yönetmelikler birbiri ile çelişmeyecek şekilde düzenlenmelidir.
- Yasa ve yönetmeliklerde yetkiler, yetkililer, kavram ve sorumlu kurum kargaşasına neden olmayacak şekilde ve net olarak tanımlanmalıdır.

Sonuç olarak; Türkiye’de farklı amaçlarla (içme, kullanma, rekreasyon) kullanılan tüm su kaynaklarının işlevlerini yitirmeden ve ekosistemindeki canlı yaşamı ile beraber geleceğe taşınabilmeleri için su kütlesi bazında entegre bir yönetim anlayışının uygulanması esastır.

KAYNAKLAR

1. European Communities, 2009. WFD CIS Guidance Document No. 23. Guidance Document on Eutrophication Assessment in the Context of European Water Policies.
2. Karpuzcu, M., Koçali, M., 2007. Göllerde Ötrofikasyon ve Çözüm Önerileri. Göller Kongresi (Göller Yöresi, İç Anadolu Gölleri ve Sorunları), 09-10 Haziran, 86-92.
3. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 8 Ocak 2006 tarih ve 26047 sayılı RG.
4. Evsahibioğlu, N., Aküzüm T., Çakmak, B., 2010. Su Yönetimi, Su Kullanım Stratejileri ve Sınır aşan Sular: Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara-Türkiye.
5. TÜBİTAK MAM, 2014. Ülkemiz Kıyı ve Geçiş Sularında Tehlikeli Maddelerin Tespiti ve Ekolojik Kıyı Dinamiği Projesi 4. İlerleme Raporu, Sayfa 63.
6. European Communities, 1991a. Directive 91/271/EEC. Council Directive of 21 May 1991 Concerning Urban Waste Water Treatment.
7. Tekeli, S., 2007. Avrupa Birliği Arıtma Kriterleri, 5. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu.
8. URL1<http://ec.europa.eu/environment/water/urbanwaste/index_en.html
9. European Communities, 1991b. Directive 91/676/EEC of the European Parliament and of the Council Directive Concerning The Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates From Agricultural Sources.
10. Türkiye’de Nitrat Direktifinin Uygulanması Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliği’ne İlişkin El Kitabı.
11. European Communities, 2000. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000; Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy (Water Framework Directive).
12. Wijk F.J., Haye M.A.A., Hehenkamp M.J., Velde I.A., Bruin E.F.L.M., Schelleman F.J.M., 2003. Su Çerçeve Direktifi’nin Türkiye’de Uygulanması,

Uygulama El Kitabı. Grontmij Advies & Techniek bv Vestiging Utrecht Houten.

13. Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği, 18 Şubat 2004 tarih ve 25377 sayılı RG.
14. Kentsel Atıksuların Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği, 27 Haziran 2009 tarih ve 27271 sayılı RG.
15. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 7 Nisan 2012 tarih ve 28257 sayılı RG.
16. Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik, 17 Ekim 2012 tarih ve 28444 Sayılı RG.
17. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, 30 Kasım 2012 tarih 28483 sayılı RG.
18. Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik, 11 Şubat 2014 tarih ve 28910 sayılı RG.
19. Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliği, 26 Şubat 2014 tarih ve 28925 sayılı RG.
20. "İç Sularda Hassas Alanların Belirlenmesine yönelik "TAIEX Uzman Toplantısı", 24-25 Ekim 2013, Ankara.
21. GTHB, 2012. Twinning Project TR/2007/IB/EN/01. Capacity Strengthening and Support of Implementation of the Nitrates Directive 91/676/EC in Turkey, (Output 3.4, 3.5, 3.6, 3.7)
22. TÜBİTAK MAM, 2003. SINHA II. Gelişme Raporu, TEKNİK EK I, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü.
23. TÜBİTAK MAM, 2014. Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi, IV.İlerleme Raporu, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü.
24. TÜBİTAK MAM, 2014. Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması (DeKoS) Projesi Final Raporu, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü.

25. European Communities, 2003. Guidance Document on Analysis of Pressures and Impacts, Guidance Document No. 3.
26. European Communities, 2003. Guidance Document on Identification of Water Bodies, Guidance Document No. 2.
27. European Communities, 2003. WFD CIS Guidance Document No. 5. Guidance Document on Transitional and Coastal Waters, Typology, Reference Conditions and Classification Systems,
28. European Communities, 2003. WFD CIS Guidance Document No. 4. Guidance Document on Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies.
29. Chin, D. A., 2006. Water-quality engineering in natural systems. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
30. Janse, J. H., 2005. Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches, Thesis Wageningen University.
31. Karakaya, N., Öngen, A., ve Kınacı, C., 2002. Ötrofikasyon Kontrol Tekniklerinin Değerlendirilmesi. *Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi*, Cilt:12, Sayı:3, Sayfa 35-42.
32. Environment Agency, 2012. Freshwater eutrophication. A nationally significant water management issue. Briefing note for 10.12.2012 workshop.
33. Muslu, Y. 2001. Göl ve Haznelerde Su Kalitesi Yönetimi, İSKİ.
34. Türkiye’de Nitrat Direktifi’nin Uygulanması Projesi, Tanıtım Broşürü, 2012.
35. Helsinki Commission, 2009. Eutrophication in the Baltic Sea, An integrated thematic assessment of the effects of nutrient enrichment in the Baltic Sea region, Baltic Marine Environment Protection Commission.
36. http://www.unep.or.jp/ietc/publications/short_series/lakereservoirs-3/3.asp: Erişim tarihi:15.09.2014
37. <http://www.cevremuhendisleri.net.otrofikasyon-sonucu-kirlenmis-bir-gol-nasil-iyilestirilir-pdf.-> Erişim Tarihi:15.09.2014
38. Beklioğlu, M. 2000. Göller, Besin Zinciri Yıkımı ve Biyomanipulasyon, Eymir ve Mogan Gölleri, *Bilim ve Teknik Dergisi*.
39. TÜBİTAK MAM, 2013. Havza İzleme ve Referans Noktalarının Belirlenmesi Projesi Susurluk Nehri Havzası, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik

Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü.

40. TÜBİTAK MAM, 2010. Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi Nihai Raporu, Susurluk Havzası, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre Enstitüsü.
41. Salihoğlu G. ve Karaer F. 2005, Uluabat Gölü İçin Ekolojik Risk Değerlendirmesi, *ITÜ, Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi*, Cilt:15, Sayı:1-3, 17-28.
42. OSİB, 2014. Susurluk Havzası İzleme Programı, Su Kalitesi İzleme Konusunda Kapasite Geliştirme AB Eşleştirme Projesi, TR09-IB-EN-03.
43. Mitsch, William J., John W. Day, Jr., J. Wendell Gilliam, Peter M. Groffman, Donald L. Hey, Gyles W. Randall, and Naiming Wang. 2001. Reducing nitrogen loading to the Gulf of Mexico from the Mississippi River Basin: Strategies to counter a persistent ecological problem. *BioScience* 51: 373-388.
44. Ekholm, P., 2008. N:P ratios in estimating nutrient limitation in aquatic systems, Finnish Environment Institute.
45. Zheng, L., Paul M. J., Effects Of Eutrophication On Stream Ecosystems, Tetra Tech, Inc..
46. Postolachi , L., Rusu, V., Lupascu, T., 2014. Managing Phosphorus Loads to Water Bodies. The Case of the Hydrographical Basin of the Prut River (Republic Of Moldova). Workshop on Managing Nitrogen and Phosphorus Loads to Water Bodies: Characterisation and solutions, Ispra, Italy.
47. Meijer, M., Boois, I., Scheffer, M., Portielje, R., and Hosper, H., 1999. Biomanipulation in shallow lakes in The Netherlands: an evaluation of 18 case studies.
48. Turker, M. 2014. Nitrate Directive Harmonization Studies In Turkey, Workshop on Managing Nitrogen and Phosphorus Loads to Water Bodies: Characterisation and solutions, Ispra, Italy.
49. Schoumans, O.F. (Ed.), W.J. Chardon (Ed.), M. Bechmann, C. Gascuel-Odoux, G. Hofman, B. Kronvang, M.I. Litaor, A. Lo Porto, P. Newell-Price and G. Rubæk, 2011. Mitigation options for reducing nutrient emissions

from agriculture. A study amongst European member states of Cost action 869., Wageningen, Alterra, Alterra-Report 2141.

50. Carpenter S.R., Caraco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N., Smith V.H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorous and nitrogen. *Ecological Applications* 8:559–568.
51. Koçum, E., 2010. Akarsu Ekosistemlerinin Ötrofikasyon Oluşumuna Karşı Hassasiyeti: Sarıçay ve Karamenderes Örnekleri, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 3 (1): 31-37.
52. Dodds WK, Oakes RM (2006) Controls on Nutrients Across a Prairie Stream Watershed: Land Use and Riparian Cover Effects. *Environmental Management* 37(5): 634–646.
53. Riseng, C. M., M. J. Wiley, Black R. W., A and Munn, M. D.,2011. Impacts of agricultural land use on biological integrity: a causal analysis. *Ecological Applications*, 21(8), 2011, 3128–3146.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Doğum Tarihi: 20/03/1985
Doğum Yeri: Bulgaristan
e-posta: nadali@ormansu.gov.tr

Eğitim

Yükseklisans: İstanbul Teknik Üniversitesi
Çevre Bilimleri ve Mühendisliği - (2010-2014)

Lisans: Süleyman Demirel Üniversitesi
Çevre Mühendisliği - (2005-2009)

Lise: Bursa Erkek Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı)- (1999-2003)

İş Deneyimi

(11/10/2011 -) Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü,
Su Kalitesi Yönetimi Daire Başkanlığı, Hassas Alanlar Şube Müdürlüğü- Uzman
Yardımcısı

(08/2009 - 10/2011) Öztekin Genel Temizlik. Tic.Ltd. Şti. Ambalaj Atığı Toplama-
Ayrırma Tesisi – Çevre Görevlisi