

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

**YERALTI SULARININ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
AÇISINDAN UYGUN BİR METODOLOJİ ARAŞTIRMASI**

- UZMANLIK TEZİ -

HAZIRLAYAN:

ÖZGÜR GÜNHAN

ANKARA – 2014

T. C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI

YERALTI SULARININ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
AÇISINDAN UYGUN BİR METODOLOJİ ARAŞTIRMASI

- UZMANLIK TEZİ -

HAZIRLAYAN:

ÖZGÜR GÜNHAN

TEZ DANIŞMANI:

Özgür ÇAKMAK

ANKARA – 2014

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması aşamasında desteklerini her zaman hissettiğim aileme, tezin kontrolünde oldukĐa emek veren Özgür ÇAKMAK'a, yardımlarını esirgemeyen Esra ŐILTU ve Aybala KOÇ ORHON'a ve haritaların hazırlanmasında büyük emeği geÇen Osman Őerif GÜLTEKİN'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2014

Özgür GÜNHAN
Çevre Mühendisi

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

ADI SOYADI

ÖZGÜR GÜNHAN

TEZİN ADI

YERALTI SULARININ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ AÇISINDAN UYGUN BİR METODOLOJİ
ARAŞTIRMASI

TEZ DANIŞMANI

ÖZGÜR ÇAKMAK

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

TEZ JÜRİSİ BAŞKANI: PROF. DR CUMALİ KINACI

ÜYE: HÜSEYİN AKBAŞ

ÜYE: DR. YAKUP KARAASLAN

ÜYE: MARUF ARAS

ÜYE: MERTKAN ERDEMLİ

ANKARA 2014

İÇİNDEKİLER

| | |
|-------------------------------------|------|
| TEŞEKKÜR..... | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iv |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | vi |
| TABLolar LİSTESİ..... | vii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ..... | viii |
| ÖZET..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |
| YÖNETİCİ ÖZETİ..... | xi |

| | |
|--|-----------|
| 1 GİRİŞ | 1 |
| 2 AVRUPA BİRLİĞİ'NİN YERALTI SULARININ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ KONUSUNDAKİ YASAL DÜZENLEMELERİ VE UYGULAMALARI VE TÜRKİYE'NİN YERALTI SUYU KALİTESİ YÖNETİMİNE YAKLAŞIMLARI | 5 |
| 2.1 Türkiye-AB Müzakereleri | 5 |
| 2.2 Avrupa Birliği'nin Yeraltı Suyu Kalite Yönetimine İlişkin Dokümanları | 7 |
| 2.2.1 Bazı Tehlikeli Maddelerden Kaynaklanan Kirliliğe Karşı Yeraltı Sularının Korunmasına Dair Konsey Direktifi (80/68/EEC)..... | 7 |
| 2.2.2 AB Su Çerçeve Direktifi (SÇD) (2000/60/EC)..... | 7 |
| 2.2.3 Yeraltı Suyunun Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Direktifi (2006/118/EC)..... | 8 |
| 2.2.4 Avrupa Birliği'nde Yeraltı Suyu Mevzuatı Gelişiminin Değerlendirmesi ve Rehber Dokümanlar..... | 9 |
| 2.3 Türkiye'nin Yeraltı Suyu Kalite Yönetimindeki İlk Adımları | 12 |
| 2.3.1 Yeraltı Suları Hakkında Kanun..... | 12 |
| 2.3.2 Çevre Kanunu..... | 12 |
| 2.3.3 Yeraltı Suları Tüzüğü..... | 13 |
| 2.3.4 Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği | 14 |
| 2.3.5 Yeraltı Suyu Yönetiminde İlk Yaklaşımların Değerlendirilmesi..... | 14 |
| 2.3.6 Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik | 16 |
| 3 YERALTI SULARININ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE TEMEL UNSURLAR VE DEĞERLENDİRME METODOLOJİSİ..... | 18 |
| 3.1 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesi | 18 |
| 3.1.1 Su Kütlesi Nedir ve Hangi İhtiyaçtan Ötürü Belirlenmektedir..... | 18 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.1.2 | Su Kütlelerinin Belirlenmesinde Süreç Kriteri | 19 |
| 3.1.3 | Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesinde Temel Unsurlar..... | 20 |
| 3.1.4 | Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar | 24 |
| 3.1.5 | Yeraltı Suyu Kütle Belirlemesi Proses Şeması | 27 |
| 3.2 | Yeraltı Suyu Kütlelerinin Karakterizasyonu | 28 |
| 3.2.1 | Başlangıç Karakterizasyonu..... | 29 |
| 3.2.2 | Ayrıntılı Karakterizasyon..... | 30 |
| 3.2.3 | Diğer Hususlar ve Örnek Çalışmalar | 31 |
| 3.3 | Baskı-Etkilerin Tespiti ve Kirletici Parametrelerin Belirlenmesi | 37 |
| 3.4 | Yeraltı Suyu Kütlelerinde Limit Değerler: Kalite Standartları ve Eşik Değerler..... | 45 |
| 3.4.1 | Eşik Değer Nedir, Neden Belirlenmektedir? | 45 |
| 3.4.2 | Yasal Zemin | 45 |
| 3.4.3 | Eşik Değer ve Kalite Standardı Farkı | 46 |
| 3.4.4 | Eşik Değerlerin Belirlenmesinde Genel Hususlar | 50 |
| 3.4.5 | Eşik Değerin Belirlenmesinde Ölçek | 51 |
| 3.4.6 | AB Ülkelerince Belirlenmiş Olan Eşik Değerler: Genel Bakış, Parametreler ve Değerler..... | 53 |
| 3.4.7 | Eşik Değerlerin Belirlenmesinde Anlayışlar ve Seçenekler | 60 |
| 3.5 | Yeraltı Suyu Kütlelerinin Kalite Durumlarının Değerlendirilmesi | 80 |
| 3.5.1 | Eşik Değerlerin ve Kirletici Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması... 81 | |
| 3.5.2 | Birinci Durum: Eşik Değerlerin ya da Kalite Standartlarının, YAS Kütlesi Üzerindeki İzleme Noktalarından Hiç Birisinde Aşılmadığı Durumlar 83 | |
| 3.5.3 | İkinci Durum: Eşik Değerin ya da Kalite Standardının Bir veya Daha Fazla Nuktada Aşılmış Olduğu Durumlar | 83 |
| 4 | DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER | 98 |
| 5 | SONUÇ..... | 105 |
| | KAYNAKÇA | 109 |
| | ÖZGEÇMİŞ..... | 113 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| m³ | : Metreküp |
| % | : Yüzde |
| Ca | : Kalsiyum |
| Cl | : Klorür |
| EC | : Elektriksel İletkenlik |
| mg/l | : Miligram/Litre |
| µg/l | : Mikrogram/Litre |
| Mg | : Magnezyum |
| Na | : Sodyum |
| NH₄⁺ | : Amonyum |
| NO₃⁻ | : Nitrat Azotu |
| PAH | : Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar |

Kısaltmalar

| | |
|---------------|--|
| AB | : Avrupa Birliği |
| BKE | : Yeraltı Suyuyla Bağlantılı Karasal Ekosistem |
| BRIDGE | : B ackground c riteria for the I dentification of G roundwater thresholds (Yeraltı Sularında Eşik Değerlerinin Belirlenmesi için Temel Kriterler) |
| CIS | : Common Implementation Strategy (Su Çerçeve Direktifi İçin Ortak Uygulama Stratejisi) |
| ÇKS | : Çevresel Kalite Standartları |
| DAP | : Doğal Arka Plan Seviyesi |
| DSİ | : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü |
| ED | : Eşik Değer |
| KD | : Kriter Değer |
| NHYP | : Nehir Havza Yönetim Planı |
| SÇD | : Su Çerçeve Direktifi |
| SKKY | : Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği |
| SYGM | : Su Yönetimi Genel Müdürlüğü |
| YAS | : Yeraltı Suyu |
| YSD | : Yeraltı Suyunun Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Direktifi (2006/118/EC) |
| YSK | : Yeraltı Suyu Kütlesi |

TABLolar LİSTESİ

| | |
|--|-----|
| Tablo 1 Karakterizasyon Çalışmaları: YAS Kütlesi ve Elde Edilmesi Önerilen Veriler | 33 |
| Tablo 2 DSİ Genel Müdürlüğü'nce Akarçay Havzası İçin Yapılan Başlangıç Karakterizasyon Çalışmalarında Elde Edilen Veriler Örnek Tablosu | 35 |
| Tablo 3 DSİ Genel Müdürlüğü'nce Akarçay Havzası İçin Yapılan Başlangıç Karakterizasyon Çalışmalarında Elde Edilen Veriler Örnek Tablosu | 35 |
| Tablo 4 Yeraltı Suyu Direktifi Kalite Standartları | 47 |
| Tablo 5 Eşik Değerler Belirlenirken Dikkate Alınması Gereken Asgari Parametre Listesi | 48 |
| Tablo 6 Temel Kirleticiler Listesi | 49 |
| Tablo 7 Eşik Değerler ve Belirlenen Ölçekler | 52 |
| Tablo 8 En Az 10 Üye Ülke Tarafından Eşik Değer Belirlenen Parametreler | 56 |
| Tablo 9: Nitrat İçin Kalite Standardından Daha Sıkı Değer Belirleyen Ülkeler ve Değerler..... | 57 |
| Tablo 10 100'den Fazla Yeraltı Suyu Kütlesi İçin Risk Oluşturan veya 50'den Fazla Yeraltı Suyu Kütlesi İçin Zayıf Duruma Neden Olan Kirleticiler | 59 |
| Tablo 11 AB Üye Ülkelerin "Kriter Değer" Belirleme Ölçütleri | 63 |
| Tablo 12 Birinci Durum İçin AB Üye Ülke Yaklaşımları | 72 |
| Tablo 13 İkinci Durum İçin AB Üye Ülke Yaklaşımları..... | 73 |
| Tablo 14 AB Üye Ülkelerinin Doğal Arka Plan Seviyesi ve Eşik Değer Belirleme Metodolojisi | 74 |
| Tablo 15 İyi Yeraltı Kalite Durumu Gereksinimleri..... | 81 |
| Tablo 16 Gereklikler ve Testler | 88 |
| Tablo 17 YAS Kalitesinin Değerlendirilmesinde Takip Edilecek Adımlar..... | 102 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1:SÇD'ye Göre Akifer Belirlemede Takip Edilmesi Gereken Adımlar | 22 |
| Şekil 2: Yeraltı Su Kütlelerinin Belirlenmesi Konusuna Önerilen Yaklaşım Özeti .. | 28 |
| Şekil 3 Akarçay Havzası YAS Kütleleri Örnek Haritası. | 36 |
| Şekil 4 Küçük Menderes Havzası'ndaki Deşarj Noktaları | 38 |
| Şekil 5 Küçük Menderes Havzası'ndaki Kentsel AAT'ler | 38 |
| Şekil 6 Küçük Menderes Havzası'ndaki Endüstriyel AAT'ler..... | 39 |
| Şekil 7 Küçük Menderes Havzası'ndaki Katı Atık Depolama Alanları | 39 |
| Şekil 8 Küçük Menderes Havzası'ndaki Bütün Baskılar | 40 |
| Şekil 9 Büyük Menderes Havzası'ndaki Tüm Baskılar | 40 |
| Şekil 10 Her Bir Üye Ülke Tarafından Belirlenen Kirletici Bazında Eşik Değer Sayısı | 54 |
| Şekil 11 Eşik Değerlerin Belirlenmesinde Takip Edilmesi Gereken Adımlar..... | 60 |
| Şekil 12 DAS ve Kriter Değerin Karşılaştırılarak Eşik Değerin Belirlenmesi | 70 |
| Şekil 13 Yeraltı Suyu Kalite Durumunun Belirlenmesinde Genel Prosedür | 87 |
| Şekil 14 “Test 1” İçin Uygulama Prosedürü. | 91 |
| Şekil 15 “Test 2” İçin Uygulama Prosedürü. | 93 |

ÖZET

Dünya tatlı su rezervinin önemli bir kısmını oluşturan yeraltı sularının kirlenmeye karşı korunması gittikçe önem kazanan bir husustur. Yeraltı sularının kirlenmeye karşı korunmasına ilişkin etkili bir programın oluşturulması için hangi yeraltı suyu kütlesinin hangi kalitede olduğunun bilinmesi gerekmektedir

Yeraltı sularının kalitesinin belirlenmesine ilişkin AB'nin ilgili direktifleri uzun bir şekillenme sürecinden geçerek yayımlanmış olup bu direktiflerin pratik bir şekilde uygulanabilmesi ve ortak bir anlayış çerçevesinde ele alınabilmesi için çeşitli rehber dokümanlar ve teknik raporlar yayımlanmış ve bu dokümanlar AB üye ülkelerinde test edilme imkânı bulmuştur.

Ülkemizin Avrupa Birliği'ne giriş sürecindeki kararlı tutumu diğer konuların yanı sıra su kalitesinin korunmasına ilişkin konularda da mevzuat ve uygulamaların uyumlaştırılması ile ilgili sürecin hız kazanmasına sebep olmuştur. Bu durum, yeraltı sularının korunması ve kirlenmeye karşı korunması hakkında da bir takım yenilik ihtiyaçlarını gündeme taşımış olup bu kapsamda “Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” 2012 yılının Nisan ayında yürürlüğe girmiştir.

Bu tez çalışması ile, söz konusu yönetmelikte yer alan uygulama adımlarının ülkemizde tanımlanan süreçler içerisinde gerçekleştirilmesi hedefi altında bir faaliyet olarak görünen ve yönetmelikte bir gereklilik olarak karşımıza çıkan yeraltı sularının kalite değerlendirmelerinin yapılabilmesi için ilgili direktif, rehber doküman, teknik rapor, AB ülkelerince yürütülen projeler ve otoritelerce yayımlanan çalışmalarda yer alan yaklaşımlar ve metodolojiler incelenmiş ve bu yaklaşım ve metodolojiler ülkemizin mevcut durumu ve gerekliliklerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme marifetiyle ülkemize uygun olan metodoloji ve yaklaşımlar belirlenerek çalışmada sunulmuş olup bu metodoloji ve yaklaşımlara ilişkin çeşitli değerlendirme ve öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: yeraltı suyu, kalite değerlendirmesi, rehber doküman, metodoloji.

ABSTRACT

Groundwater forms the significant part of the fresh water reserve of the world. Therefore, importance of the protection of groundwater is increasing continuously. It is required to know the quality of each groundwater body to establish an effective program for protection of groundwater against the pollution and deterioration.

EU Directives relevant with the assessment of the groundwater quality have been published after a long preparation phase. Moreover, some guidance documents and technical reports have been published to implement these directives practically and to form a common understanding about the implementation of the directives. In addition, these guidance documents and technical reports have been tested in EU countries.

Turkey is determined to join the European Union and this accelerated the works about the harmonization of EU relevant directives and implementations to our national legal system which also includes issues about groundwater quality protection and groundwater quality status. Therefore, it was required to make some reforms and set new requirements about protection of groundwater and assessment of its status. In this context, “By-Law about the Protection of Groundwater against the Pollution and Deterioration” has been entered into force in 2012 April.

The By-Law aims to carry out the implementations and to satisfy requirements that are stated and scheduled in the By-Law. “Assessment of groundwater quality status” is stated as a must implementation in the By-Law. In this context, by this thesis work, the approaches that are addressed in the relevant guidance documents, technical reports, projects done by EU member states and articles wrote by authorities are examined and these approaches are evaluated considering Turkey’s conditions and requirements about groundwater quality. Finally, by this evaluation, methodology and approaches that are fits to Turkey are presented and some suggestions and critics are done for this methodology/ies.

Key Words: groundwater, quality assessment, guidance documents, methodology.

YÖNETİCİ ÖZETİ

Dünyadaki tatlı suların büyük bir kısmını oluşturan yeraltı suları zeminin altında oldukça yavaş bir şekilde hareket ettiği ve kirleticilerin yeraltı suyuna nüfuz etme süresi daha geç olduğu için yerüstü sularına oranla daha geç kirlenmekle birlikte kirlenmenin gerçekleşmesini müteakiben bu sularının temizlenmesi oldukça zor ve maliyetli, hatta bazı durumlarda imkânsız olmaktadır. Sanayi veya diğer insani aktiviteler sonucunda onlarca yıl önce oluşan kirlilik, günümüzde halen yeraltı suyunun kalitesini tehdit ediyor olabilmekte ve hatta bazı durumlarda bu süreç nesillerce devam edebilmektedir. Dolayısı ile yeraltı sularının sadece miktarı açısından değil kalitesinin korunması açısından da uygun bir yönetim şeklinin tatbik edilmesi zaruridir. Yeraltı sularının kirlendikten sonra temizlenmesi oldukça zor olduğundan, kirliliğin önlenmesi konusuna büyük önem verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle yeraltı sularında kirliliğin önlenmesi için öncelikle yeraltı suyu kütlelerinin mevcut durumunun ortaya konması ve kirliliğin önlenmesi için tedbir programlarının oluşturulması gerekmektedir. Öte taraftan, her yeraltı suyu külesine aynı tedbirler programının uygulanması işgücü-ekonomik imkânlar açısından uygun olamamakta ve farklı nitelikte kirlenmeye maruz kalan yer altı suyu küleleri için bir anlam ifade etmemektedir. Tedbirler programının etkili ve doğru uygulanabilmesi için yeraltı suyu kütlelerinin hangilerinin zayıf kalite durumunda olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, yeraltı sularının kalite durumlarının değerlendirilmesi önem arz etmekte olup bunun yapılabilmesi için de uygun bir metodolojiye ihtiyaç duyulduğu açıktır.

Yeraltı sularında kirliliğin önlenmesi için, öncelikle yeraltı suyu kütlelerinin maruz kaldığı baskı ve etkilerin bilinmesi ve bu baskılar dikkate alınarak yeraltı suyu külesinde hangi disiplinde bir tedbirler programının uygulanması ve yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumlarının “iyi” ya da “zayıf” durumda olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir. Yeraltı sularının kalite değerlendirmesi yapılarak “iyi” ya da “zayıf” durum sergileyen yeraltı suyu küleleri belirlenerek, hem yeraltı suyu kaynaklarının kullanımına ilişkin doğru bir planlama yapılması mümkün olmakta hem de hangi yeraltı suyu küleleri için hangi tedbirlerin alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın konusu olan yeraltı suyu kütlelerinin kalitesinin belirlenmesine ilişkin olarak bugüne kadar yapılagelmiş çalışmalara bakıldığında, yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesi açısından, AB mevzuatı ve rehber dokümanlarının oldukça zengin ve güncel bir içeriğe sahip olduğu, EPA (Çevre Koruma Ajansı) gibi kuruluşların ilgili dokümanlarına dahi altlık oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca, AB'nin yeraltı suyuna ilişkin direktifleri uzun süreçler ve teknik çalışmalar neticesinde şekillendirilmiş ve bu direktifleri destekleyici birçok rehber doküman yayımlanmış olup bu dokümanlar çeşitli ülkelerde test edildikten sonra sonuçları teknik rapor olarak yayımlanmıştır. Yeraltı suyu kalitesi değerlendirmesi, AB'de uzun yıllardır ön planda tutulan bir konu olduğu için bu konuda AB'ye üye ülkelere yürütülen pek çok proje ve uygulama mevcuttur. Üye ülkelere, direktiflerin uyumlaştırılması, bu konuya ilişkin olarak kurumsal yapıların oluşturulması, yeraltı suyu kalitesinin izlenmesi, kirleticilerin sınıflandırılması ve eşik değerlerin belirlenmesi ile ilgili hususlara ilişkin çalışmalar yürütülmüş ve hâlihazırda yürütülmektedir.

Ülkemizin AB'ye üye olma yönünde gösterdiği irade ve bu konuda ülkemizde de yasal alt yapının oluşturulmuş olması, AB'nin yeraltı sularının kalitesini değerlendirmesine yönelik yapmış olduğu çalışmalar ve elde edilen tecrübelerden faydalanılması ve dolayısı ile yeraltı suyu kalite değerlendirmesi için uygun bir metodolojinin araştırılmasında AB'nin ilgili direktif, rehber doküman ve teknik raporlarından faydalanılmasını kaçınılmaz kılmıştır. Kaldı ki ülkemizin yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesindeki temel mevzuatı olan Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik de, ilgili AB direktiflerini ve rehber dökümanlarını göz önünde tutarak hazırlanmış, söz konusu direktiflerin ülkemiz mevzuatıyla uyumlu hale getirilmesini hedeflemiştir.

Bu kapsamda, Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'e ek olarak AB'nin ilgili direktifleri, rehber dökümanları, teknik raporları ve konuyla ilgili olan projeler incelenmiş olup bu tez çalışmasına temel bir altlık oluşturmuştur.

Çalışmanın adı olan “yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesine ilişkin bir metodoloji” ifadesi her ne kadar tekil bir kavramı çağırırsa da esasında bu metodolojinin her bir aşamasında birden fazla yaklaşım söz konusu olabilmektedir. Bu tez çalışmasında da yeraltı sularının kalitesinin değerlendirmesinde hangi yaklaşımların mevcut olduğu, bu yaklaşımların avantajları ve dezavantajları tartışılmıştır. Buna karşın, ele alınan söz konusu yaklaşımların büyük bir kısmının ülkemizde uygulanması teorik olarak mümkün görülmekle birlikte ülkemizdeki teknik kapasite, konuya ilişkin olarak yetiştirilmiş insan gücü ve ekonomik durum vb. hususlar bu yaklaşımların seçiminde belirleyici faktörlerdir. Ülkemizin teknik imkânları, yeraltı sularının izlenmesi ve değerlendirilmesi için gereken çalışmalar için ayrılan ekonomik kaynak ve gerekli bilgi altyapısı arttıkça bu araştırmada konu edilen yaklaşımların uygulanabilme imkânı artacaktır. Dolayısı ile yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesinde izlenecek yol, çeşitli değişkenlere karşı değişiklik sergileyebilmektedir. Bu çalışmada da değinilen AB üye ülkelerindeki uygulamalara bakıldığında, söz konusu farklılıklar açık bir şekilde görülebilmektedir.

Bu tez çalışmasında, konunun bütüncül olarak anlaşılabilmesini sağlamak amacıyla, yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilebilmesi için ön adımlar olan ve aslında her birisinin ayrı bir tez çalışmasında incelenmesi gereken “yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi”, “yeraltı suyu kütlelerinin karakterizasyonu” ve “yeraltı sularında baskı-etki analizi ve risk değerlendirmesi” konularına yer verilmiştir. Bu adımların önemi, yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi için neden gerekli olduğu ve bu adımların uygulanmasında hangi seçeneklerin varolabileceği tartışılmıştır. Söz konusu ön adımları müteakiben, yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesinde anahtar rolüne sahip olan “eşik değerlerin belirlenmesi” konusuna geniş bir şekilde yer verilmiştir. Eşik değerlerin belirlenmesine ilişkin AB genelinde yapılan çalışmalardan örnekler sunulmuş, ülkemizde bu çalışmanın yürütülmesinin hangi yöntemlerle olabileceği tartışılmıştır. Tez çalışmasının son kısmında ise, yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesinde eşik değerlerin nasıl kullanılacağına yer verilmiş olup eşik değerlerin aşıldığı yeraltı suyu kütlelerinde hangi yaklaşımların izlenmesi gerektiği tartışılmıştır. Yeraltı suyu kütlelerinin kalitesinin değerlendirilmesinde takip edilecek adımlar, bu adımlarda dikkat edilmesi

gereken hususlar ve öneriler “Değerlendirmeler ve Öneriler” başlığında toparlanmış olup yine aynı bölümde yer alan Tablo 17’de de ayrıca özetlenmiştir.

1 GİRİŞ

Su yaşamın temel öğelerinden biridir. Bir besin maddesi olmasının yanı sıra, içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde etkin bir rol oynamaktadır. Vücudumuzun pH dengesinin korunmasından başlayarak, hücrelerdeki moleküllere ve organellere dağılma ortamı oluşturmasına; besinlerin, artık maddelerin ilgili yerlere taşınmasına kadar pek çok görev alır. Bu nedenle susuz hayat düşünülemez. Su canlının ve canlılığın her şeyidir. Su, aynı zamanda canlılar için bir yaşam ortamıdır.

Yeryüzünün 3/4'ünün sularla kaplı olması, dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyorsa da, içilebilir nitelikteki su oranı ancak % 0,74 civarındadır. 18. yüzyılın son çeyreğinde, Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2,5 milyar, 2005 sonunda ise yaklaşık 65 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada içilebilir su miktarının giderek azalmasına sebep olmaktadır. Bunların yanı sıra, içilebilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Akın vd., 2007). Tahminler, artan su ihtiyacı ile giderek azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında kesişeceğini göstermektedir. Bu durum doğal evrensel bir kriz olacağı anlamına gelmektedir (Özgüler, 1997).

Suyun böylesine önemli bir kaynak olmasına karşın gittikçe daha az bulunan ve tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan bir unsur olması da, suyun yönetimini oldukça önemli kılmaktadır.

Birleşmiş Milletler Dünya Su Gelişim Raporu 2'ye göre, tatlı su dünyadaki suyun sadece %2,5'lik kısmını oluşturur ve bunun çoğu buzullar ve buz tabakaları içerisinde donmuş haldedir. Doğada donmamış halde bulunan tatlı suyun büyük bir kısmı yeraltı suyu olarak bulunurken sadece küçük bir kısmı yer üstünde ya da

havada bulunur. Donmamış haldeki tatlı suyun neredeyse tamamı yerin altında yeraltı suyu olarak bulunur. Genellikle yüksek kalitede olan yeraltı suyu çoğunlukla içme suyu sağlamak ve kuru iklimlerde çiftçiliği desteklemek için çekilmektedir. Yeraltı suyu doğanın yeniden doldurabileceğinden daha hızlı çekilmediği sürece kaynak yenilenebilir sayılır, fakat birçok kuru bölgede yeraltı suyu kendini yenilemez ya da çok yavaş yeniler. Az sayıda ülke yeraltı suyunun kalitesini ya da kullanılan oranını ölçmektedir. Bu eksiklik de yeraltı suyun yönetilmesini zorlaştırmaktadır (URL 1).

Yeraltı sularının, dünyamızın tatlı su kaynaklarının önemli bir kısmını oluşturduğu göz önüne alındığında, kalite ve miktar olarak korunmasının insanlık için ne kadar önemli olduğu kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Yeraltı sularının ülkemiz için önemi de, dünyadaki duruma paralellik göstermektedir.

Yeraltı suları zeminin altında oldukça yavaş bir şekilde hareket ettiği ve kirleticilerin yeraltı suyuna nüfuz etme süresi daha geç olduğu için yerüstü sularına oranla daha geç kirlenmekle birlikte kirlenmenin gerçekleşmesini müteakiben bu sularının temizlenmesi oldukça zor ve maliyetli; hatta bazı durumlarda imkânsız olmaktadır. Sanayi veya diğer insani aktiviteler sonucunda onlarca yıl önce oluşan kirlilik, günümüzde halen yeraltı suyunun kalitesini tehdit ediyor olabilmekte ve hatta bazı durumlarda bu süreç nesillerce devam edebilmektedir (Çakmak, 2014). Dolayısı ile yeraltı sularının sadece miktarı açısından değil kalitesinin korunması açısından da uygun bir yönetim şeklinin tatbik edilmesi zaruridir. Yeraltı sularının kirlendikten sonra temizlenmesi oldukça zor olduğundan, kirliliğin önlenmesi konusuna büyük önem verilmesi gerekmektedir.

Yeraltı sularında kirliliğin önlenmesi için, öncelikle yeraltı suyu kütlelerinin maruz kaldığı baskı ve etkilerin bilinmesi ve bu baskılar dikkate alınarak yeraltı suyu kütlelerinde hangi disiplinde bir tedbirler programının uygulanması ve yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumlarının “iyi” ya da “zayıf” durumda olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir. Yeraltı sularının kalite değerlendirmesi yapılarak “iyi” ya da “zayıf” durum sergileyen yeraltı suyu kütleleri belirlenerek, hem yeraltı suyu kaynaklarının kullanımına ilişkin doğru bir planlama yapılması mümkün olmakta

hem de hangi yeraltı suyu kütleleri için hangi tedbirlerin alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu kapsamda, bu çalışmanın amacı yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumlarının değerlendirilmesi için uygun bir metodolojinin araştırılmasıdır. Yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesine ilişkin, ulusal bir rehber dokümanın mevcut olmamasından hareketle, bu çalışmanın, ülkemiz yeraltı suyu kalite değerlendirilmesine yönelik yapılacak çalışmalara bir altlık oluşturması ya da ilgili çalışmalarda başvurulacak bir rehber dokümanı teşkil etmesi amaçlanmaktadır.

Diğer taraftan, ülkemizin AB'ye katılım yönünde bir kararının mevcut olması, AB'nin özellikle yeraltı suyu kalite yönetimini konu edinen ilgili direktiflerinin birçok ülkede uygulanarak test edilmiş olmasına ek olarak çeşitli rehber doküman ve teknik raporlarla desteklenmesi gibi hususlar da söz konusudur. Bunun yanında, yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesinin temel yapı taşı olan eşik değer belirlenmesi konusunda AB genelinde yürütülen BRIDGE Projesi'nden elde edilen deneyimler de söz konusu rehber dokümanlara ve teknik raporlara yansıtılmıştır.

Bu kapsamda, bu tez çalışmasında, AB'nin ilgili direktifleri, rehber dokümanları, teknik raporları ve BRIDGE Projesi'ne ilişkin dokümanları temel kaynak olarak ele alınmıştır. Ülkemizin yeraltı suyu mevzuatının yeraltı suyu kalite yönetimine ilişkin hususlarını içeren ve yönlendirici nitelikte olan Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik de bu çalışmanın bir başka önemli kaynağı ve dayanağıdır. Bu nedenle, bu çalışmada yeraltı suyu mevzuatının AB'de ve ülkemizde hangi gelişim aşamalarından geçtiği de sunulmaktadır.

Bu tez çalışmasında, yeraltı suyu kütlelerinin kalite değerlendirilmesinin yapılabilmesi için gerekli olan ve her biri bir başka detaylı çalışmanın konusu olması gereken “yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi”, “yeraltı suyu kütlelerinin karakterizasyonu”, “yeraltı suyu kütlelerinde baskı-etki değerlendirmesi” gibi ön adımlar da genel hatları ile sunulmaya çalışılmıştır. “Yeraltı sularının izlenmesi” nin, kapsamlı bir konu olması sebebiyle başka bir tez çalışması dahilinde ele alınması

gerektiğinden ve yeraltı suyu kalite değeriendirilmesinin anlaşılabilmesi için değeriinilmesinin zorunlu olmamasından ötürü, bu tez çalışmasına dahil edilmemiştir. Sonuç kısmında ise, ülkemizin yeraltı suyu kalitesinin değeriendirilmesine ilişkin bulunduğu mevcut durum özetlenmiş olup, yeraltı sularının kalitesinin değeriendirilmesi metodolojisinin/metodolojilerinin ülkemizde hangi şekillerde tatbik edilebileceği tartışılarak, çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

2 AVRUPA BİRLİĞİ'NİN YERALTI SULARININ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ KONUSUNDAKİ YASAL DÜZENLEMELERİ VE UYGULAMALARI VE TÜRKİYE'NİN YERALTI SUYU KALİTESİ YÖNETİMİNE YAKLAŞIMLARI

2.1 Türkiye-AB Müzakereleri

Avrupa Konseyi'nin 18 Şubat 2008 tarihli Katılım Ortaklığı İlke, Öncelik ve Koşullarıyla İlgili Kararı'nın 17. sayfasının "Orta Vade" kısmı, "Çevre" alt başlığı altında; "Çerçeve direktiflerin, uluslararası çevre antlaşmalarının ve doğanın korunması, su kalitesi, kimyasallar, endüstriyel kirlilik, risk yönetimi ve atık yönetimi ile ilgili yasal çerçevenin aktarılıp uyumlaştırılması ve uygulanması ile ilgili çalışmaların devam ettirilmesi..." hususu yer almaktadır.

Türkiye, Kopenhag siyasi kriterlerini yeterli bulunacak derecede karşılamış olduğu için AB ile müzakereler açılmıştır. İçinde bulunduğumuz süreçte AB müktesebatı ülkemizin iç hukukuna aktarılmakta ve yürürlüğe konulmaktadır. Katılım müzakereleri fasıllar şeklinde gerçekleştirilmektedir. Çevre faslı, 35 fasıldan bir tanesidir. Su mevzuatı ile ilgili düzenlemeler çevre faslı altında müzakere edilmektedir.

Türkiye-AB müzakereleri kapsamında, Çevre Faslı 8 Aralık 2009'da açılmış ve böylece ülkemiz AB tam üyeliği için resmi olarak aday olmuştur.

Avrupa Parlamentosu'nun 2006/118/EC ve 2000/60/EC Direktifleri'ni yayımlaması (Su Çerçeve Direktifi ile Yeraltı sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Direktifi) ve AB'ye katılım süreci, ülkemizin, su yönetimi alanında, bu direktiflerde yer alan ilke, kriter ve gereksinimleri karşılaması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Öte taraftan, Türkiye 2012 İlerleme Raporu (9 Kasım 2010), Bölüm 27-Çevre başlığında ise "su kalitesi alanında çok büyük ilerlemeler kaydedilememiştir" ifadesi yer almıştır (SYGM, 2013).

Ülkemiz aday ülke statüsünde olduğundan, AB'nin suyla ilgili mevzuatları ülkemizi ilgilendirmektedir. AB yasal çerçevesine göre, üye ya da aday ülkeler, her bir fasılda yer alan ve sağlanması gereken kapanış kriterleri doğrultusunda, var olan direktifleri kendi ülke mevzuatına aktarmak ve doğru bir şekilde uygulamakla yükümlüdür. Üye ülkeler için uyumlaştırma ve uygulamanın yapılmaması durumunda, söz konusu ülkenin AB antlaşmalarını ihlal ettiği varsayılarak, ilgili yaptırımlar uygulanmaktadır. Türkiye 2010 AB İlerleme Raporu'nda bahsedildiği üzere, katılım müzakereleri yürüten üye ülkelerin söz konusu Direktiflere ilişkin gerekli uyumlaştırma ve uygulama çalışmalarını yürütmediği hallerde ise, uyumlaştırmanın yapılmadığı “müzakere faslında” ilerleme kaydedilememektedir. Öte taraftan, aday ülkeler müzakere sürecinden geçerek üye ülkelerin uymakta olduğu şartları ve ilgili kapanış kriterlerini belirli bir düzeyde sağladıktan sonra AB üyesi olabilmektedirler. AB üyesi ülkeler mevzuata uygun davranmadıkları durumda, Komisyon hukuki süreci başlatmaktadır. Aday ülkenin ise mevzuatı etkin bir şekilde uygulamadığı tespit edildiğinde bu durum ülkenin üyelik sürecini geciktirmektedir(Çakmak, 2014).

Söz konusu yasal gerekliliğe ek olarak, AB'nin özellikle yeraltı suyu kalite yönetimini konu edinen ilgili direktiflerinin birçok ülkede uygulanarak test edilmiş olması ve bu direktiflerin doyurucu içeriğe sahip olmasına ek olarak çeşitli rehber doküman ve teknik raporlarla desteklenmesi gibi hususlar da söz konusudur. Dolayısıyla ülkemizin yeraltı suyuyla ilgili önceki mevzuatının yeraltı suyu kalite yönetimine ilişkin yeterince husus içermemesinden hareketle, AB direktifleriyle de uygunluk teşkil etmesini teminen ülkemizde yeni bir yeraltı suyu kalite yönetimi mevzuatı ve yaklaşımının oluşturulması gerekliliği hasıl olmuştur (Günhan vd., 2013).

Ülkemizin yeraltı suyu kalite yönetiminde yeni bir yaklaşıma ihtiyaç duymasının nedenlerini anlamak için, ülkemizin yeraltı suyu yönetimine ilişkin önceki mevzuat yapısı ile AB'nin yeraltı suyu yönetimine ilişkin direktiflerini incelemek gerekmektedir.

2.2 Avrupa Birliği'nin Yeraltı Suyu Kalite Yönetimine İlişkin Dokümanları

2.2.1 Bazı Tehlikeli Maddelerden Kaynaklanan Kirliliğe Karşı Yeraltı Sularının Korunmasına Dair Konsey Direktifi (80/68/EEC)

Yeraltı suyu kirliliğinin önlenmesini amaçlayan ilk direktif olan “Bazı Tehlikeli Maddelerden Kaynaklanan Kirliliğe Karşı Yeraltı Sularının Korunmasına Dair Konsey Direktifi (80/68/EEC)” 1980 yılında yürürlüğe girmiştir. Direktifte yeraltı sularının kirliliğinin önlenmesi amacıyla iki adet kirletici listesi (öncelikli kirleticiler ve diğer kirleticiler) yer almıştır. Direktifin ekinde yer alan, söz konusu listelerdeki kirleticilerin ve kirletici gruplarının yeraltı suyuna doğrudan ve/veya dolaylı deşarjlarının engellenmesi, sınırlandırılması veya gerekli önlemlerin alınması hükme bağlanmıştır. Direktifte ayrıca bu kirleticileri içeren atık suların doğrudan veya dolaylı olarak yeraltı sularına deşarj edilebilmesi amacıyla yapılması gereken ön araştırmalar, verilecek izinler ve bu izinlerin içerikleri belirlenmiştir. Direktifte yeraltı sularının kalitesi ile ilgili izleme sadece özel durumlar için belirtilmiş olup, bütün yeraltı suyu kütlelerini kapsamamaktadır (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 1980).

2.2.2 AB Su Çerçeve Direktifi (SÇD) (2000/60/EC)

23 Ekim 2000 tarihinde, AB'de yaklaşık 10 yıl süren çalışmalar sonucunda, 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD) hazırlanmıştır. Avrupa Komisyonu'nun sürdürülebilir su yönetimine ilişkin olarak hazırladığı bu en kapsamlı ve en temel direktif Aralık 2000'de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olup, Avrupa'daki tüm su kaynaklarının (kıta içi yerüstü suları, kıyı suları, geçiş suları ve yeraltı suları) korunması, iyileştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için genel bir çerçeve oluşturmaktadır. Var olan diğer direktiflerin birleştirilmesi ile birlikte SÇD, su yönetimine yeni unsurlar da getirmiştir. Direktifin ana hedefi, nehir havzası bazında su kaynakları yönetiminin yaygınlaştırılarak bütün su kaynaklarının 2015 yılı sonuna kadar iyi duruma getirilmesidir. Direktif, nehir havza yönetimi planlarının ve önlemlerinin nehir havzası ölçeğinde oluşturulması için adım adım uygulanması gereken bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

SÇD sadece yeraltı sularına ilişkin bir direktif olmamasına rağmen, yeraltı suyu yönetimi ile ilgili birçok husus içermekte, yeraltı sularının yönetimine ilişkin genel bir çerçeve sunmaktadır. SÇD'nin yeraltı suları ile ilgili bileşenleri ise yeraltı suyunun kalite ve miktar bakımından iyi duruma getirilmesini kapsamaktadır. Direktifte yeraltı suları konusunda üye ülkelere verilen görevler şu şekilde sıralanabilir:

- Nehir havzaları içerisindeki yeraltı suyu kütlelerinin tanımlanması ve insani aktivitelerin bu kütleler üzerindeki baskı ve etkilerinin tespit edilerek, direktifin çevresel hedeflerine ulaşamama riskini taşıyan kütlelerin belirlenmesi,
- Koruma alanlarının kaydının oluşturulması (içme suyu temin edilen alanlar, habitat vb.),
- Yapılan karakterizasyonun ve risk değerlendirmesinin neticesine göre bir izleme ağıyla yeraltı sularının izlenerek kalite ve miktar durumlarının bütüncül bir şekilde ortaya konulması,
- Yeraltı suyu kütlelerindeki önemli ve sürekli olarak artan kirlilik eğilimlerini tespit ederek bu eğilimlerin tersine çevrilmesi için gerekli önlemlerin alınması,
- Yeraltı suyu ile ilgili yapılan çalışmaların nehir havza yönetim planlarında yer alması,
- 2015 yılında SÇD'nin çevresel hedeflerine ulaşılabilmesi için önlemler programının (kirleticilerin yeraltı suyuna girişinin önlenmesi vb.) oluşturulması (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000)

2.2.3 Yeraltı Suyunun Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Direktifi (2006/118/EC)

Hâlihazırda, AB'nin yeraltı sularıyla ilgili en kapsamlı ve önemli yasal dokümanı olan Yeraltı Suyunun Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Direktifi (2006/118/EC) 12 Aralık 2006 yılında yayımlanmıştır.

SÇD'de yeraltı suyu için miktar durum hedefleri açık bir şekilde belirtilmiştir. Amaç, yeraltı suyunun çekimi ve beslenimi arasındaki dengenin

sağlanmasıdır. Fakat kalite durum kriterleri daha karmaşık olup, direktif kabul edildiği tarihte tam olarak çözümlenememişti. Bu nedenle Avrupa Parlamentosu ve Konseyi, Komisyondan iyi kalite durum kriterlerini, kirlilik eğilimlerinin tanımlanması ve tersine çevrilmesine yönelik ayrıntıları açıklayan “kardeş” bir direktif önerisi geliştirmesini talep etti. Yeraltı Suyunun Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Direktifi (2006/118/EC) olarak adlandırılan bu yeni direktif bu nedenlerden dolayı hazırlandı (Günhan vd., 2013).

Direktifin içerdiği 3 temel unsur: iyi kalite durumu, kirlilik eğilimlerinin belirlenmesi, yükselen kirlilik eğilimleri var ise bunların tersine çevrilmesi ve yeraltı suyuna kirletici girdisini önlemek ve kısıtlamak için önlemler oluşturulması şeklindedir. SÇD'nin yeraltı suyu ile ilgili hükümlerini detaylandıran bu yeni direktif, nitrat ve pestisitler için AB genelinde belirlenen kalite standartları ve diğer kirleticiler için Üye Ülkeler tarafından belirlenecek eşik değerler temel alınarak yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumunun değerlendirilmesine yönelik bir sistem oluşturmaktadır. Söz konusu eşik değerler, SÇD'de belirtilen çevresel hedeflere ulaşamama riski ihtiva eden yeraltı suyu kütlelerinde, bu suları olumsuz yönde etkileyen kirleticiler için belirlenecektir.

2.2.4 Avrupa Birliği'nde Yeraltı Suyu Mevzuatı Gelişiminin Değerlendirmesi ve Rehber Dokümanlar

Avrupa Birliği sürecinde 80'li yıllarda yeraltı sularına yapılan tehlikeli maddelerin deşarjının sınırlandırılması ve/veya önlenmesi yaklaşımıyla başlayan yeraltı suyu yönetimine dair çalışmalar, Su Çerçeve Direktifi'nin yürürlüğe girmesi ile birlikte farklılaşarak daha kapsamlı bir hal almış ve Yeni Yeraltı Suyu Direktifi (2006/118/EC) yayımlanmasıyla beraber miktar ve kalitenin aynı anda ele alındığı ve kirlenmenin önlenmesinin yanı sıra yeraltı sularının korunmasını ve diğer sistemlerle etkileşimini de dikkate alan bir yaklaşıma geçilmiştir (Günhan vd., 2013).

Bu yaklaşım değişikliğine paralel olarak, yeraltı suyu kütlesi, eşik değer vb. terimler terminolojiye girmiş ve yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi, karakterizasyonu, baskı ve etkilerin belirlenmesi, trend analizi, eşik değerlerin belirlenmesi vb. yeraltı sularının nitelik ve nicelik olarak tanımlanmasını sağlayan alt

çalışmaların disipline edilmesi amacıyla Avrupa Birliği tarafından Rehber Dokümanlar ve Teknik Raporlar oluşturulmuştur (Günhan vd., 2013).

Ortak Uygulama Stratejisi:

AB üye ülkeleri, Norveç ve Avrupa Komisyonu, AB'nin su politikalarına yönelik genel çerçeveyi oluşturan SÇD'nin uygulanabilmesini kolaylaştırmak amacıyla, Ortak Uygulama Stratejisi (CIS: Common Implementation Strategy) adı verilen bir strateji geliştirmiştir. Bu stratejinin temel amacı, SÇD'nin AB ülkeleri arasında uyumlu ve birbirine mümkün mertebede benzeyen bir şekilde uygulamaya geçirilmesi noktasında destek sunmaktır. Söz konusu strateji, SÇD'nin uygulanmasına yönelik metodoloji sorunlarına odaklanmaktadır (Avrupa Toplulukları, 2003).

Strateji'nin bir başka maksadı da direktife yer alan teknik konuların daha kolay anlaşılabilmesine yönelik olarak yasal bir nitelik taşımayan ancak direktifin uygulanması açısından yol gösterici olabilecek rehber dokümanların hazırlanmasıdır. Strateji'nin çalışma gruplarının kararları doğrultusunda (Strateji'nin çalışma grupları, belirli konularda gerekli çalışmayı yaparak, Avrupa Komisyonu'ndan söz konusu çalışmayı rehber doküman ya da teknik rapor yayımlanmasını talep etmektedir) hazırlanan söz konusu rehber dokümanlar, direktifi nehir havzaları bazında doğrudan ya da dolaylı olarak uygulayan uzmanlara hitap etmektedir. Dolayısı ile rehber dokümanların sunuluş tarzı, yapısı ve terminolojisi bu uzmanları dikkate alarak hazırlanmış olup resmi bir dil kullanılmaktan mümkün ölçüde kaçınılmıştır.

Değinilmesi gereken bir başka husus ise, ilgili direktiflerde yer alan teknik konuların ya da gerekliliklerin, genel bir çerçeve şeklinde sunulmuş olmasıdır. Bu teknik konuların ya da gerekliliklerin hangi yöntemlerle uygulamaya geçirileceği ilgili direktiflerde yer almamakta olup uygulamaya geçirilmesi noktasında çeşitli tereddütlere yol açabilmektedir. Dolayısı ile rehber dokümanlar, bu tereddütlerin önüne geçilmesini de hedeflemiştir. Yine de, rehber dokümanlar hazırlanırken, SÇD'de yer alan gerekliliklerin, her bir ülkenin kendi özgül koşullarına göre değişebileceği gerçeği göz önünde bulundurulmuş olup metodolojinin esnek ve tartışılabilir olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Hem rehber dokümanların

hazırlanması aşamasındaki tartışmalardan, hem de hazırlanmasından sonraki uygulama süreçlerinin nasıl yürütüldüğünün yer aldığı raporlardan, her bir üye ülkenin kendi koşullarına göre düzenlemeler yaptığı görülmektedir.

Bu hususlara ilave olarak, rehber dokümanların hazırlanmasında görev alan çalışma gruplarının söz konusu dokümanları, “AB ülkelerinde ve başka yerlerdeki uygulamalar arttıkça tekrar ele alınması ve güncellenmesi gereken, yaşayan belgeler” şeklinde nitelediğini belirtmekte fayda bulunmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere, söz konusu dokümanlar geliştirilmeye açık ve sürekli olarak güncellenmeye ihtiyaç duyan bir formda hazırlanmıştır (Doğan, 2010).

Rehber Dokümanlar ve Teknik Raporlar:

Rehber Dokümanlar, Avrupa Komisyonu, AB üye ülkeleri, aday ülkeler, Norveç ve diğer paydaşlar ile ilgili sivil toplum kuruluşlarının ortak çalışması sonucunda oluşturulmuş dokümanlardır. Rehber Dokümanlar, belirtilen tüm bu ülke ve paydaşların, ilgili direktifin en doğru uygulama şeklinin nasıl olması gerektiği üzerinde görüş alışverişinde bulunup belirli bir konsensüse vardığı ve bu konsensüsün yansıtıldığı, resmi olmayan belgelerdir. Dolayısı ile rehber dokümanlar, hazırlanmasında yer alan herhangi bir bileşeni resmi olarak bağlamamakta olup Avrupa Komisyonu'nun resmi görüşünü belirtir bir belge niteliği taşımamaktadır (Avrupa Toplulukları, 2007).

AB üye ülkeleri, yeraltı sularının genel profili ve hidrojeolojik koşulları açısından birbirlerinden farklılık göstermektedir. Dolayısı ile rehber dokümanlar hazırlanırken bu durum göz önüne alınmıştır. Rehber dokümanlar her ne kadar direktiflerde yer alan hususların uygulanmasına yönelik olarak direktiflerin detaylandırılmasını amaçlasa da yine de ülkelere sadece genel, esnek ve faydalanılabilir bir çerçeve sunmaktadır. Bu kapsamda, her bir üye ülke, rehber dokümanlardan faydalanırken, kendine özgü koşulları dikkate almalıdır.

Rehber Dokümanların yanı sıra yine Ortak Uygulama Stratejisi ışığında oluşturulmuş çalışma gruplarının öncülüğünde, üye ülkelerde yapılmış örneklerin anlatıldığı Teknik Raporlar da söz konusudur. Rehber Doküman, konu edindiği

hususlarla ilgili genel kavramsal bilgileri verirken, Teknik Rapor'da, söz konusu kavramsal bilgilerin üye ülkeler bazında nasıl uygulandığı yer almaktadır. Öte taraftan, henüz yeraltı suyu yönetimiyle ilgili her konuda bir Teknik Rapor bulunmamaktadır. Direktifte üye ülkelere verilen sorumluluklar yerine getirildikçe, yeraltı suyu yönetimine ilişkin teknik raporların sayısının artacağı tahmin edilmektedir.

2.3 Türkiye'nin Yeraltı Suyu Kalite Yönetimindeki İlk Adımları

2.3.1 Yeraltı Suları Hakkında Kanun

“Yeraltı Suları Hakkında Kanun” (Kanun No:167, Yayımlanma Tarihi: 23/12/1960) ülkemizin yeraltı sularına ilişkin ilk yasal dokümanıdır. Bu kanuna göre, yeraltı suları ile ilgili faaliyetler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından yürütülmektedir. Söz konusu kanun, yeraltı sularının araştırılması, kullanılması, korunması ve tescili ile ilgili hükümleri içermektedir. Yeraltı suyu temin etmek üzere yapılacak herhangi bir faaliyet için DSİ'den gerekli izin alınması gerekmekte olup, üç tip izin bulunmaktadır: “arama izni”, “kullanım izni” ve “değiştirme izni”. Söz konusu izinlerin verilmesinde, iznin verileceği kişi ya da kurum, suyun kullanım amacı ve kullanılması öngörülen su miktarları dikkate alınmaktadır.

Yeraltı Suları Hakkında Kanun'un uygulanmasını teminen; yeraltı suyuna yönelik tüm bilgilerin envanterinin tutulması bir yeraltı suyu bölgesindeki kullanım, aynı yerdeki yeraltı suyu potansiyeline ulaşırsa, kullanımı durdurulması gerekmektedir. Gerekli izni almadan, kanunda belirtilen faaliyetleri gerçekleştiren ya da izin alırken yanlış beyanda bulunan kişi ve kurumlara yaptırımların uygulanması da bu kanunun diğer bir önemli ayağını oluşturmaktadır (Yeraltı Suları Hakkında Kanun, 1960).

2.3.2 Çevre Kanunu

Yeraltı Suları Hakkında Kanun gibi doğrudan yeraltı sularıyla ilgili olmasa da, Çevre Kanunu da yeraltı suları ile ilgili bazı hükümler içermektedir. 09.08.1983 tarih ve 2872 sayılı “Çevre Kanunu” ülke genelinde çevreyi korumanın esaslarını

düzenlemektedir. “Kirlenen öder” prensibi üzerine kurulmuş olan bu kanun, çevreyi korumak için halkın uyması gereken kuralları, ilgili cezaları, işletme izinlerini, denetimleri, kirlenmeye yol açan faaliyetlerin kapatılmasını ve çevresel etki değerlendirmesi ile ilgili kuralları belirlemektedir. Kanunda yeraltı suyunun korunması ile doğrudan ilgili hükümler şu şekilde özetlenebilir (Çevre Kanunu, 1983):

- Yeraltı sularının korunarak kullanılmasının sağlanması ve kirlenmeye karşı korunması esastır.
- Yeraltı sularına yapılan boşaltımlara cezai yaptırımlar uygulanır.

2.3.3 Yeraltı Suları Tüzüğü

Yeraltı Suları Tüzüğü 08.08.1961 tarih ve 10875 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Tüzük genel olarak kuyu açılmasına yönelik işlemleri içermektedir. Bununla birlikte yeraltı suyunun korunması maksadıyla yeraltı sularının aranması, kullanılması ve ıslahı sürecinde dışarıdan kirli suların kuyuya girişinin, farklı tabakalar arasından düşük kalitede suların diğer suları kirlenmesinin ve tuzlanmanın önlenmesine yönelik hükümler içermektedir.

Bu tüzüğe göre, YAS işletme sahalarının sınırları ve karakteristiklerinin Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğünce tayin ve tespit edilerek gerekli Bakanlar Kurulu Kararı alınmak üzere ilgili Bakanlığa intikal ettirilmesi ve çıkacak karara göre "Yeraltı Suyu İşletme Sahaları" DSİ tarafından Resmi Gazete’de ve mahallerinde çıkan gazetelerde ilan edilmesi gerekmektedir (Yeraltı Suları Tüzüğü, 1961).

Tüzükte, YAS arama, kullanma, ıslah ve tadile ilişkin ve belge alımına ilişkin prosedür ile ilgili bilgiler verilmektedir. Ayrıca, yeraltı suyunu kullanacak arazi veya kuyu sahibinin veya işletmecilerinin faydalı su ihtiyacının; sırasıyla içme, temizlik, belediye hizmetleri, hayvan sulaması, zirai sulama ve maden ve sanayi suyu, sportif ve benzeri tesislerin faydalı kullanım miktarı göz önünde bulundurularak, tahsis

edilecek maksada göre ilgili Bakanlıkların görüşü alınarak DSİ tarafından gerekli tahsisin yapılması öngörülmüştür (Çakmak, 2014).

2.3.4 Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

Ülkemizin suyla ilgili temel dokümanlarından olan ve halihazırda üzerinde revizyon ve yenileme çalışmalarının olduğu Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), yeraltı sularının kirletilmesine ve korunmasına karşı önemli hükümler içermekte idi.

Söz konusu yönetmelik, su ortamlarının kalite sınıflandırmaları ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama esasları ve yasaklarını, atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atık su altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsamakta olup hem yerüstü sularının hem de yeraltı sularının kalitesinin korunmasına ilişkin olduğundan ötürü, yeraltı suyu kalitesinin korunmasına yönelik de bir dizi tedbir belirlemiştir. “Atık suların, arıtılmış olsalar dahi yeraltı sularına doğrudan deşarj edilemeyeceği” ve “yeraltı sularının kalitesinin bozulması durumunda kirletici kaynağın belirlenmesi ve idari cezaların uygulanması” gibi tedbirler bunlardan bazılarıdır (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 2004).

“Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik” in 07.04.2012 tarih ve 28257 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmesi ile SKKY’de yeraltı suları ile ilgili hükümler kaldırılarak, Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik’e referans verilmiştir (Günhan vd., 2013).

2.3.5 Yeraltı Suyu Yönetiminde İlk Yaklaşımların Değerlendirilmesi

Yasal açıdan bakıldığında, bir önceki bölümde de bahsedildiği üzere, 60’lı yıllardan bu yana ülkemizde yeraltı suyuyla ilgili konuları doğudan ya da dolaylı olarak ele alan birçok kanun, yönetmelik, tüzük yayımlanmakla birlikte söz konusu yasal sistem hem AB kriterlerini karşılamaktan uzak hem de yeraltı sularının kalite yönetimi açısından bütüncül bir yaklaşım getirmemekteydi.

Öte taraftan, AB'nin yeraltı suyuyla ilgili direktifleri ile ülkemiz yasal dokümanları arasındaki farklılık, temel kavramlardan "akifer" tanımının dahi farklı olmasına varacak derecedeydi. Diğer taraftan, ülkemiz mevzuatının bir kısmı YAS konularına sadece kendi sorumluluk sınırları paralelinde değinmekte iken, bir kısmı ise kalite açısından yaşanan sorunları göz ardı ederek sadece miktara ilişkin düzenlemelere değinmekte ya da bazı asgari tedbirleri içermekteydi (Günhan vd., 2013).

Yeraltı Suyu Direktifi'nde yer alan kalite ve kirlilik eğilimi ile ilgili hususlar, ülkemiz mevzuatında yer almamakta olup, direktife yer alan tanımlamalar ile ülkemiz yasal çerçevesinde yer alan tanımlamalar arasında önemli farklar bulunmaktaydı.

Yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi, eşik değerlerin belirlenmesi, yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumunun değerlendirilmesi, koruma alanlarının kayıt altına alınması, tedbirler programının oluşturulması, yeraltı suyu izleme ağının oluşturulması gibi adımlar Türk yasal sisteminde henüz yer almamaktaydı.

Ülkemizin yeraltı sularının yönetimi ile ilgili başlangıç yaklaşımları ile AB'nin yeraltı sularının kalitesine ilişkin mevzuatı bir arada ele alındığında, ülkemizin yeraltı suları konusunda neden yeni bir yaklaşıma ve yasal çerçeveye ihtiyaç duyduğu açıkça görülmektedir.

Bu kapsamda, hem AB mevzuatına uyum sağlamak hem de ulusal mevzuatımızdaki eksiklikleri gidermek amacıyla "Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik" hazırlanmış ve 07.04.2012 tarih ve 28257 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Söz konusu yönetmelik AB yeraltı suyu mevzuatıyla tam uyumlu olarak çıkarılmış olup ülkemizdeki yeraltı suyu kalite yönetimine ilişkin uygulamaları yönlendirici nitelik taşımaktadır (Günhan vd., 2013).

2.3.6 Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik

“Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik”; 5 bölüm (19 madde, 4 geçici madde) ve 9 ekten oluşmaktadır. Yönetmeliğin maksadı; yeraltı sularının kirlenmesinin ve bozulmasının önlenmesi, iyi durumda olan yeraltı sularının mevcut durumunun korunması, kötü durumda olan yeraltı sularının iyileştirilmesi için gerekli esasların belirlenmesidir (Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012).

Söz konusu yönetmelik aşağıdaki hususları içermektedir:

- YAS kütlelerinin belirlenmesi ve karakterizasyonu
- Risk altında olan yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi
- YAS iyi kalite durumu ve yeterli miktar durumunun belirlenmesi ilkeleri ve eşik değerlerin belirlenmesi
- YAS miktarının ve kalitesinin izlenmesi
- Önemli ve sürekli artan kirlilik eğilimlerinin tespiti
- İyileştirmeye başlama noktasının belirlenmesi
- Tedbirler Programı'nın oluşturulması
- YAS koruma alanlarının oluşturulması
- Yaptırımlar ve idari cezalar.

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'te yer alan tanımlamalar AB'nin ilgili direktifleri ile uyum içinde hazırlanmış olup bu yönetmelikle birlikte ülkemiz yeraltı suyu yönetimine ilişkin mevzuata “eşik değer”, “yeraltı suyu kütlesi”, “kirlilik eğiliminin tersine çevrilmesi” ve “kalite standartları” gibi birçok yeni kavram yer almıştır. Bu yönetmelik ile özellikle yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi ve korunması açısından var olan eksikliklerin giderildiği düşünülmektedir. YAS yönetiminde yetki ve sorumluluk sahibi olan kurumların belirlenmesi, idari yaptırımların oluşturulması ve uygulama adımlarının takvimlendirilmesi gibi aşamalar söz konusu yönetmelik ile aşılmıştır (Günhan vd., 2013).

Yeraltı Sularına ilişkin mevzuatın yürürlüğe girmesi ile ülkemizde yeraltı sularının miktar ve kalite açısından eş zamanlı yönetiminin sağlanmasında temel oluşturacak olan mevzuat boşluğu büyük oranda giderilmiştir. Yönetmelikle birlikte, yeraltı sularının kalitesinin belirlenmesine ilişkin hususlar ülkemiz mevzuatına kazandırılmış olup bu hususlar Türkiye’de yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesine ilişkin yapılacak çalışmaları yönlendirici niteliktedir. Buna ilaveten, söz konusu yönetmelik, ilgili AB direktifleriyle uyum içinde hazırlanmış olduğundan bu yönetmeliğin uygulanması için rehber dokümanlar ve teknik raporların bütününden faydalanmak mümkün ve gereklidir.

3 YERALTI SULARININ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE TEMEL UNSURLAR VE DEĞERLENDİRME METODOLOJİSİ

3.1 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesi

3.1.1 Su Kütlesi Nedir ve Hangi İhtiyaçtan Ötürü Belirlenmektedir

Su Çerçeve Direktifi, kıta içi sulardan (yerüstü suları ve yeraltı suları) kıyı ve geçiş sularına kadar, bütün su çeşitlerine ilişkin hususları içermekte olup bütün su kaynakları kategorilerini kapsamaktadır (Avrupa Toplulukları, 2003). Bu suların, geniş bir alanı kapsıyor olmasından ötürü, Su Çerçeve Direktifi'nde belirtilen uygulama adımlarının, bu suların bütünü üzerinde, homojen bir şekilde uygulanması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, söz konusu suların çeşitli coğrafik birimlere ayrılıp, bu coğrafik birimler bazında idare edilmesi öngörülmüştür. Ülkemizde ve AB ülkelerinde benimsenen coğrafi ve idari birimler nehir havzalarıdır.

Öte taraftan, her bir havzada nehirler, göller, göletler, barajlar, yeraltı suları gibi su kaynakları ya da su türleri bulunmaktadır. Bu havzalarda sağlıklı bir su yönetiminin tatbik edilebilmesi için, havzada yer alan bu su çeşitlerinin de kendi içinde tekrar bir bölümlenmeye tabi tutulması gerekmektedir. Dolayısı ile havzadaki yer üstü suları ve yeraltı suları yönetsel açıdan ayrı bir şekilde ele alınmalıdır. Bir havzadaki yüzey suları ve yeraltı suları da kendi içinde havzanın her noktasında aynı özelliklere sahip olmadığı için, bu suları da daha küçük birimlere ayırıp yönetmek gerekmektedir. Benzetme yapmak gerekirse, bir topluluğunun genel sağlığını ölçebilmek için gruptaki her insana ayrı tetkik yapılması gerekmekte olup her insanın her organını da ayrı bir şekilde ele almak gerekmektedir. Suların yönetsel olarak daha küçük birimlere ayrılmasındaki maksatla topluluğun genel sağlığını ölçebilmek için her bireyin organlarına bakılmasındaki maksat büyük benzerlikler göstermektedir.

SÇD'nin temel hedefi, sucul ekosistemlerin ve sucul ekosistemlerle etkileşimde olan karasal ekosistemlerin bozulmasının ve kirletilmesinin önüne geçmek ve söz konusu ekosistemlerin durumunun iyileştirilmesini sağlamaktır. SÇD'nin söz konusu hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığının değerlendirilmesi, yukarıda

bahsedilen “küçük birimler” üzerinden yapılmaktadır (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006). SÇD, söz konusu küçük birimleri, “su kütlesi” olarak adlandırmıştır. Su kütleleri, SÇD’nin hedefine ulaşıp ulaşamadığının değerlendirilmesinde ölçüt olarak kabul edilen temel su birimleridir. Dolayısı ile SÇD’nin gerekliliklerini yerine getirip getirilmediğine ilişkin AB üye ülkelerince periyodik olarak yapılan raporlamalarda baz alınan su birimi, su kütleleridir. Su kütleleri, bir nehir havzasının durumunun değerlendirilebilmesine olanak sağlayan, nehir havzasının kendi içinde, mümkün mertebe, homojen özellik gösteren temel alt-birimleridir. Bu kapsamda nehir havzasının durum tespiti ancak su kütlelerinin durumunun tespiti üzerinden yapılabilmektedir. Bunlara ek olarak, su kütlelerinin belirlenmesi, su yönetimi açısından amaç değil, nehir havzalarının durumunun tespiti doğrultusunda kullanılacak bir araçtır.

Yukarıda da değinildiği üzere, su durumunun ve dolayısı ile su kalitesinin belirlenmesi için su kütlelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın konusu olan yeraltı suyu kalitesinin belirlenebilmesi için yapılması gereken ilk çalışma da yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesidir. Yeraltı suyu kütleleri belirlendikten sonra, o kütle üzerinde karakterizasyon, baskı-etki analizi, izleme çalışmaları ve eşik değer belirleme çalışmaları yapılabilecek olup yeraltı suyu kütlelerinin kalitesine ilişkin değerlendirme ancak bu adımların sonunda yapılabilecektir.

3.1.2 Su Kütlelerinin Belirlenmesinde Süreç Kriteri

Su kütlelerinin belirlenmesi sürekli olarak yenileme gerektiren, “iterativ” bir süreç olmak durumundadır. Bilindiği üzere, nehir havzalarında yapılan her bir karakterizasyon ya da izleme çalışmasında yeni veriler elde edilmektedir. Bu kapsamda, ilk aşamada daha az veriyle ve bazı kabullerle belirlenmiş olan su kütlelerinin, kütle ve havzaya ilişkin elde edilen yeni verilere ve su kütleleri üzerinde yapılan iyileştirme çalışmalarına göre, her aşamada tekrardan gözden geçirilmesi gerekmektedir. Su kütlelerinin, söz konusu “iterativ” değerlendirme süreci doğrultusunda, gerektiği durumlarda alt-birimlere bölünmesi ya da alt-birimlerin benzer özellikte olanlarının birleştirilmesi suretiyle daha büyük bir su kütlesi elde edilmesi gerekmektedir (Avrupa Toplulukları, 2003).

Söz konusu “iterativ” süreç, ilgili direktiflerde de yer almaktadır. SÇD’ye göre, AB üye ülkeleri, 2004 yılına kadar su kütlelerini belirleyerek 2005 yılında bu kütleleri nehir havzalarına ilişkin raporlarla birlikte Avrupa Komisyonu’na raporlamalıdır. SÇD, söz konusu nehir havza raporlarının altı yılda bir güncellenerek raporlamasını ifade etmiş olup her bir güncellemede su kütlelerinin de tekrardan gözden geçirilmesi gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000).

Yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi iterativ bir süreç olduğundan ötürü, yeraltı suyu kalite durumunun belirlenmesi prosedürü süresince, her bir aşamada yeniden değerlendirilmesi gereken, kendini yenileyen bir süreçtir.

3.1.3 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesinde Temel Unsurlar

3.1.3.1 Tanımlar

Su kütleleri, yerüstü sularından, hassas alanlara kadar birçok su çeşidi için belirlenmektedir. Öte taraftan her su çeşidi için farklı kütle belirleme kriterleri ve farklı tanımlar söz konusudur. Bu çalışmanın konusu olan yeraltı suyu kalitesinin belirlenmesinde ilk aşama olması gereken yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi işlemi için yeraltı sularına ilişkin bazı temel kavramların bilinmesinde fayda bulunmaktadır. Yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalarda sıkça yer alan bazı temel tanımlar aşağıdaki şekildedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012).

Yeraltı suyu (YAS): Yeraltında doygun zonda bulunan tüm suları,

Akifer: Yeterli miktarda yeraltı suyu akışına ya da içerdiği yeraltı suyunun yeterli miktarda kullanılmasına izin veren gözeneklilik ve geçirgenliğe sahip litolojik birimleri,

Yeraltı suyu kütlesi: Akifer veya akiferler içindeki belirgin miktardaki yeraltı suyunu,

Öte taraftan söz konusu tanımlar üzerinde çeşitli tartışmalar yürütülmekte olup yeraltı sularına ilişkin yapılmış olan çalışmalarda farklı tanımlamalar yer alabildiğini belirtmek gerekmektedir.

3.1.3.2 Akifer

Yeraltı suyu kütesinden bahsedilebilmesi için yeraltı suyunun bir akiferin içerisinde bulunması gerekmektedir. Kütlelerin belirlenmesi öncelikle akiferlerin belirlenmesini daha sonra ise ek hidrojeolojik çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir. Akifer kavramı “Yeterli miktarda yeraltı suyu akışına ya da içerdiği yeraltı suyunun yeterli miktarda kullanılmasına izin veren gözeneklilik ve geçirgenliğe sahip litolojik birimleri” ifade etmektedir (Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012). Dolayısı ile akiferin ne olduğunun daha açık bir şekilde ortaya konulması ancak “yeterli miktarda yeraltı suyu akışı” ve “yeterli miktarda yeraltı suyu kullanımı”nın tam olarak neye karşılık geldiğinin belirlenmesi ile mümkün olabilmektedir.

a) “Yeterli Miktarda Yeraltı Suyu Akışı”:

Yeterli miktarda yeraltı suyu akışı, ulaştığı yüzey suyu kütesinin kimyasal ve ekolojik kalitesinde önemli bir düşüş meydana getirebilecek ya da yeraltı suyu kütesinin bağlantılı olduğu karasal ekosistemlere önemli bir zarar verebilecek bir derecedeki miktarı olan yeraltı suyu akışıdır. Buna ilaveten, yeterli miktarda yeraltı suyu akışı, akışın ortadan kaldırılması durumunda bağlantılı yerüstü suyu kütesinin ya da doğrudan bağlı kara ekosistemlerinin çevresel kalitesinde ciddi miktarda azalmaya yol açabilecek bir derecedeki miktarı olan yeraltı suyu akışı olarak da tanımlanabilir (Avrupa Toplulukları, 2003).

Bu derecedeki bir yeraltı suyu akışına izin veren jeolojik birim akifer olarak nitelendirilmelidir.

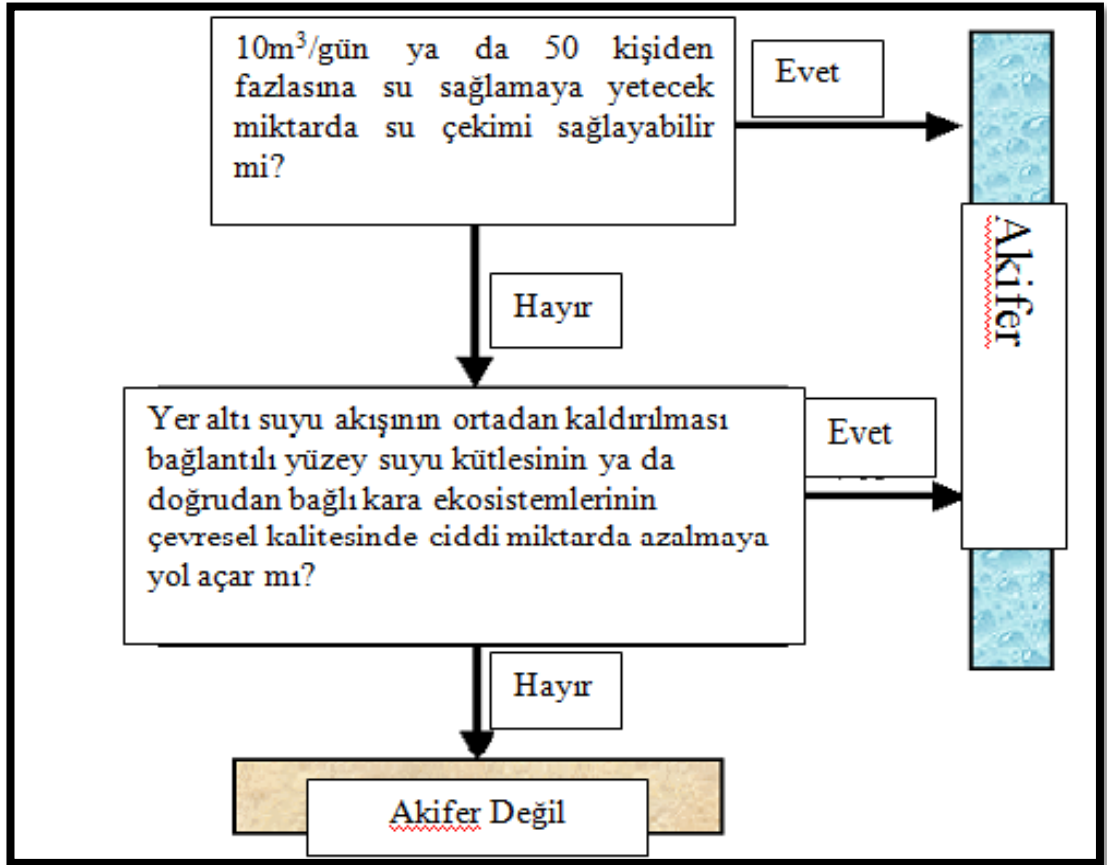
b) “Yeterli Miktarda Yeraltı Suyu Kullanımı”:

Akiferi ve buradan hareketle yeraltı suyu kütesini belirleyebilmek için referans olarak alınması gereken ikinci kriter de, söz konusu jeolojik birimin yeterli miktarda

yeraltı suyu kullanımına izin vermesidir. SÇD' ye göre bu miktar $10 \text{ m}^3/\text{gün}$ ya da 50 ya da daha fazla insana su sağlayabilecek bir miktardır. Dolayısı ile günlük olarak, herhangi bir noktadan, en az 10 m^3 ya da 50 kişiden fazlasına su sağlayabilen jeolojik birimlerin akifer olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Dolayısı ile yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesinde baz alınması gereken minimum çekim miktarı $10 \text{ m}^3/\text{gün}$ ya da 50 kişiden fazlasına su sağlamaya yetecek miktardır. (Avrupa Toplulukları, 2004).

Bu kapsamda, SÇD'ye göre a) ve b) öncüllerinde belirtilen kriterlerden herhangi birisini karşılayan jeolojik katmanın akifer olarak addedilmesi gerekmektedir.

SÇD'ye göre bir jeolojik katmanın akifer olarak belirlenebilmesi için takip edilmesi gereken adımlar Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1:SÇD'ye Göre Akifer Belirlemede Takip Edilmesi Gereken Adımlar (Avrupa Toplulukları, 2003)

Buna karşın vurgulamak gerekir ki 10 m³/gün (~0.12 L/sn) ülkemiz için oldukça düşük bir rakama tekabül etmektedir. Akiferden hareketle, yeraltı suyu kütlelerinin 10m³/gün olarak belirlenmesi halinde, ülkemizdeki birçok havzanın tamamı hatta ülkemizin tamamı YAS kütlesi haline gelecektir. YAS kütlelerinin belirlenmesinden sorumlu olan DSİ Genel Müdürlüğü'nün de halihazırda 10 m³/gün rakamını düşük bularak, farklı kriterler üzerinden YAS kütlesi belirlendiği bilinmektedir. DSİ personeline Büyük Menderes Havzası için yapılan çalışmada, YAS kütlelerinin belirlenmesine ilişkin olarak aşağıdaki hususlar belirtilmiştir:

“Bu raporlara ek olarak, yeraltı suyu kütlelerinin verimlilik derecesinin belirlenmesinde ise “1/500.000 ölçekli Türkiye Hidrojeoloji Haritası” sisteminden de yararlanılmıştır. Hidrojeoloji haritasına göre: (i) özgül debisi 0.5-2.0 L/sn/m arasında olan jeolojik birimler orta verimlilik kapasitesine, (ii) özgül debisi 2.0 L/sn/m'den büyük olan jeolojik birimler ise yüksek verimlilik kapasitesine sahiptirler.

Bu akiferler pekişmiş formasyonların (kireçtaşı, kumtaşı ve konglomera vb.) yanı sıra pekişmemiş formasyonları da (kum, kil ve çakıl vb.) içerebilmektedir. Özgül debisi 0.5 L/sn/m'nin altındaki jeolojik birimler zayıf yeraltısuyu akışı ve depolamasına sahip olup yeraltısuyu içermeyen formasyonlar olarak kabul edildiğinden, bu çalışma kapsamında yeraltısuyu kütlesi olarak belirlenmemişlerdir.” (Yiğitler vd., 2012).

Öte taraftan, değinilmesi gereken bir başka husus da akifer ve yeraltı suyu kütlesi arasındaki farktır. Bir yeraltı suyu kütlesi için yeraltı suyunun akifer içerisinde yer alması gerekmektedir. Buna karşın, akifer, sabit bir jeolojik katmana işaret ederken; yeraltı suyu kütlesi, akış yönü gibi hidrojeolojik özelliklerin, yerüstü suyu kütlesi ve karasal ekosistemle olan bağlantı durumunun hesaba katılmasıyla belirlenen, baskı-etki analizine ya da kalite durumuna göre alt birimlere bölünebilen, yeraltı suyu kalite değerlendirmesi prosedürü süresince sınırları değiştirilebilen yönetimsel birimleri ifade etmektedir.

3.1.4 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

SÇD ve YSD, yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesine ilişkin olarak net bir metodoloji sunmamakta olup sadece genel ilkeleri belirlemiştir. Direktiflerde YAS kütlesinin ne olduğuna dair tanımlar mevcut olup izlenecek yöntem açık bir şekilde yer almamaktadır. Dolayısı ile üye ülkeler YAS kütlelerini belirlerken, direktifte belirtilen genel ilkelere bağlı kalmak suretiyle, kendi koşullarına uygun olarak hareket etmektedir.

YAS kütlelerinin belirlenmesindeki maksat ilgili direktiflerde belirtilen çevresel hedeflere ulaşıp ulaşılamadığının anlaşılabilmesi için üzerinde değerlendirme yapılmasına olanak sağlayacak temel birimleri belirlemektir. Bu kapsamda, YAS kütlesinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken ilk husus söz konusu YAS kütlesinin böyle bir değerlendirmeye olanak tanıyabilecek bir nitelikte belirlenmiş olmasıdır.

YAS kütleleri sadece kalite durumunun değerlendirilmesi için değil aynı zamanda miktar durumunun değerlendirilebilmesi için de gereklidir. YAS kütlesinin miktar durumu genellikle su dengesinin/bütçesinin hesaplanması ile elde edilmektedir. Dolayısı ile belirlenen YAS kütlesinin bu hesaplama imkân vermesi gerekmektedir. Söz konusu duruma örnek olması açısından, birbirlerine su akışı olan iki ayrı su kütlesini ele alırsak, bu iki kütle öyle bir şekilde belirlenmiş olmalıdır ki:

- a) bir kütleden diğerine akış, hesaplamada ihmal edilebilir derecede küçük olmalıdır,
- b) bir kütleden diğerine akış miktarı, yeterli bir kesinlikle hesaplanabilir derecede olmalıdır (Avrupa Toplulukları, 2003).

YAS kütleleri belirlenirken dikkat edilmesi gereken bir başka önemli husus ise akiferin karakteristik yapısıdır. Akiferin karakteristik yapısı, akışı, kirlilik yayılımını vb. hususları doğrudan etkileyen bir faktördür. Ayrıca, değişik yapıdaki akiferlerin incelenmesine ilişkin zorluklar da yapıya göre değişkenlik göstermektedir. Örneğin; karstik ya da kırıklı katmanlar daha kompleks yapıda olduğundan ötürü bu

özelliği gösteren YAS kütlelerine ilişkin hesaplamalar diğer yapılara göre daha zahmetlidir (Avrupa Toplulukları, 2003; Avrupa Toplulukları, 2004).

3.1.4.1 Jeolojik ve Hidrolik Sınırlar

YAS kütesinin belirlenmesi, en basit anlatımıyla, yeraltı suyuna coğrafik sınırlar çizmektir. Herhangi bir ülkenin idari haritasına bakıldığında, o ülkenin illerinin hangileri olduğunu belirlenmiş olan sınır çizgilerinden anlayabiliriz: YAS kütlelerinin belirlenmesinde de aynı mantık hâkimdir.

Bu kapsamda, YAS kütesinin durumunun değerlendirilebilmesi için daha küçük alt birimlere ayrılması gerekmedikçe, bir YAS kütesinin coğrafik sınırlarının belirlenmesi çalışmasında atılacak ilk adım jeolojik sınırların belirlenmesidir (Avrupa Toplulukları, 2003; Avrupa Toplulukları, 2004). Öte taraftan, jeolojik sınırların belirlenmesini müteakiben, aynı jeolojik yapı içerisinde yer alan yeraltı suyunun da eş potansiyel yüksekliğinde ya da akış yönünde farklılık gösterdiği durumda da birkaç ayrı kütleyle bölümlenmek gerekmektedir. Buna karşın, hem ülkemizde bugüne kadar yapılan YAS kütesi belirleme çalışmaları hem de AB üye ülkelerinin benzer çalışmalarında, genellikle sadece jeolojik sınırlara göre YAS kütlelerinin belirlendiği görülmektedir.

3.1.4.2 Durumdaki Farklılıkların Kütle Belirlemesine Etkisi

Yukarıda da belirtildiği üzere, kalite ve miktar durumunun değerlendirilebilmesine, yönetilebilmesine ve ilgili direktiflerde belirtilen hedeflere ulaşılp ulaşılamadığının anlaşılabilmesine olanak sağlayan temel birimler su kütleleridir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000). Dolayısı ile yeraltı suyunun kalite durumunun değerlendirilebilmesi için YAS kütesinin, yeraltı suyu kalite durumunun değerlendirilebilmesine olanak sağlayacak bir şekilde belirlenmiş olması gerekmektedir.

YAS kütleleri, mümkün ölçüde yeraltı suyu kalitesini homojen bir yapıda gösterecek şekilde belirlenmelidir. Bir YAS kütesi, kendi içinde, farklı noktalarında değişik kalite durumları sergiliyorsa, YAS kütleleri bu duruma göre alt-birimlere

ayrılmalıdır. YAS kütlelerinin belirlenmesi yukarıda da değinildiği üzere “iterative” bir süreçtir. Dolayısı ile alt-birimlere ayrılmış YAS kütlelerinin kalite durumu süreç içerisinde birbirine benzediği, bir elden değerlendirilebildiği durumda, bu alt YAS kütleleri tekrar bütün bir YAS kütlesi olarak değerlendirilmelidir. SÇD’ye göre, bu durumu göz önünde bulundurmak suretiyle her 6 yılda bir revize edilmesi gereken nehir havzası yönetim planlarında, belirlenmiş olan su kütlelerinin de gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Öte taraftan, YAS kütlelerinin alt-birimlere ayrılmasında bir denge gözetilmelidir: Yeraltı suyu kalitesinin, YAS kütlesi bütününde belirlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda, YAS kütesinin alt birimlere bölümlenmek faydalı olsa da, bölümlenmenin fazla yapıldığı durumlarda yönetilemeyecek derecede fazla YAS kütlesi elde edilmiş olabilir. Dolayısı ile YAS kütesinin bölümlenmesinde, kalite durumunun belirlenebilmesi ve idari olarak yönetilebilmesi hususları arasında bir denge gözetilmelidir.

Paralel bir şekilde, birbirlerine benzer hidrojeolojik ve jeolojik özellikler gösteren, benzer baskı-etkilere maruz kalan, kütlelerin boyutu birbirine yakın olan yeraltı suyu kütleleri, yönetsel kolaylık açısından (özellikle de tümü için ortak bir izleme programının oluşturulabilmesi açısından) bir yeraltı suyu kütlesi çatısı altında gruplandırılarak tek bir yeraltı suyu kütlesi olarak değerlendirilebilir (Avrupa Toplulukları, 2003; Avrupa Toplulukları 2007).

3.1.4.3 Derinliğin Kütle Belirlemesine Etkisi

Baskıların daha çok yeraltı sularının sığ kısmını etkilemesine karşın, daha derindeki yeraltı suyu akışı da yüzey ekosistemi için, özellikle de uzun vadede, önemli olabilir. Benzer şekilde, insani faaliyetlerin yeraltı suyu akışının derin kısmında yaptığı değişiklik, sığ yeraltı suyunu etkileyebilir ve bu durumda, ilişkili olan yüzey ekosistemi de etkilenebilir. Ayrıca, derin yeraltı suyu, aynı zamanda içme suyu kaynakları ve diğer kullanımlar için de önem arz edebilir. Buna karşın üye ülkelerin şu durumlarda derin yeraltı suyunu yeraltı suyu kütlesi olarak belirlemekle sorumlu değildir:

- (a) yüzey ekosistemini olumsuz olarak etkilemiyorsa,
 - (b) yeraltı suyu çekiminde kullanılmıyorsa,
 - (c) içme suyu teminine uygun değilse (kalitesi uygun değilse ya da çekimi teknik olarak pahalıysa ya da mümkün değilse)
 - (d) diğer ilgili çevresel hedefleri riske sokacak bir durum arz etmiyorsa.
- (Avrupa Toplulukları, 2004; Avrupa Toplulukları, 2003)

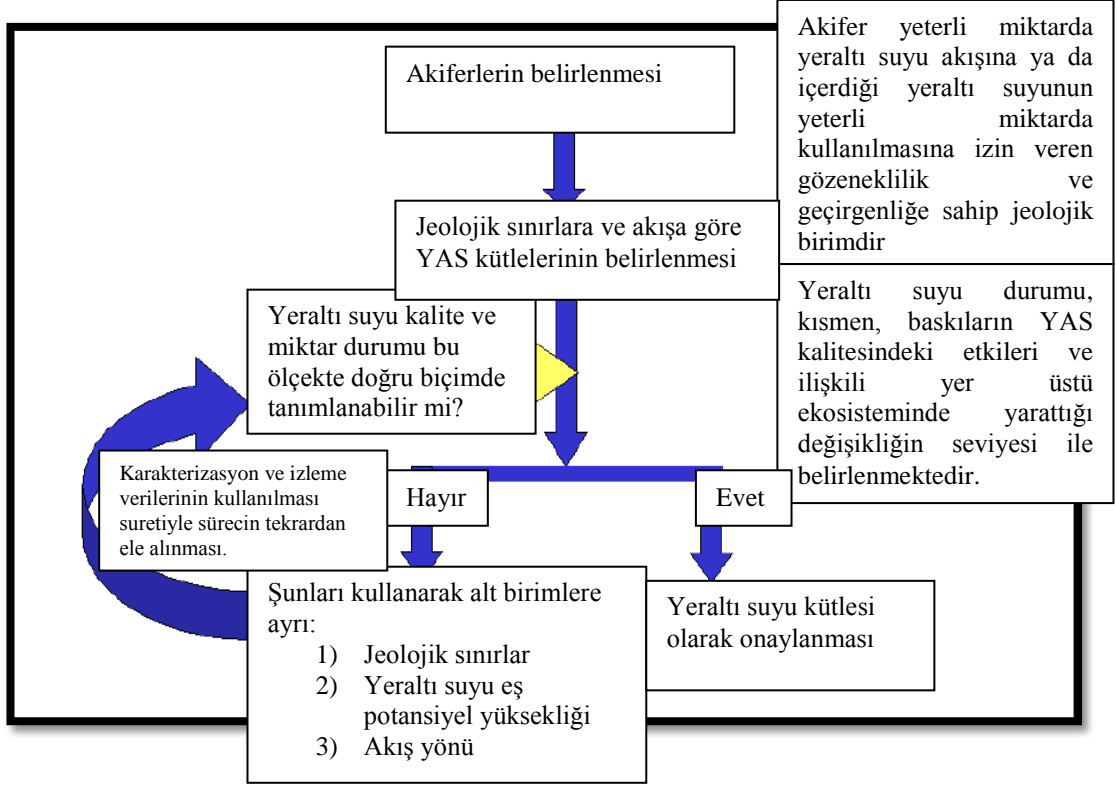
Su Çerçeve Direktifi, yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesinde şu seçenekleri sunmaktadır:

- (a) dikey düzlemde birbirinin üzerine binen her bir ayrı katmandaki suyu ayrı bir kütle olarak belirlemek
- (b) bu farklı katmanları kapsayacak tek bir yeraltı suyu kütlesi belirlemek.

Bu durum, üye ülkelere, (baskının türünü ve akiferin özelliklerini hesaba katarak) hedeflere daha etkin ulaşabilmesi açısından esneklik kazandırmaktadır . Bu duruma bir örnek vermek gerekirse: bir katman içerisinde, değişik derinliklerde büyük farklılıklar varsa, her bir derinlik farklı bir kütle olarak ele alınabilir.

3.1.5 Yeraltı Suyu Kütle Belirlemesi Proses Şeması

Yukarıda bahsedilen hususlar ışığında, YAS kütlesi belirlerken izlenmesi önerilen süreç Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2: Yeraltı Su Kütlelerinin Belirlenmesi Konusuna Önerilen Yaklaşım Özeti
(Avrupa Toplulukları, 2004)

Şekil 2’de de belirtildiği üzere, yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi prosedürünü basit olarak ele almak gerekirse: YAS kütleleri öncelikle jeolojik yapılarına göre belirlenmeye çalışılmalıdır. Bu doğrultuda, homojen bir yapı elde etmek mümkün değilse, alt bölümlere ayırma, akış yönünü ve yeraltı suyu eş potansiyel yüksekliğini hesaba katarak ve gerekirse/mevcutsa karakterizasyon ve izleme verileriyle desteklenerek, yeni YAS kütleleri belirlenmelidir.

3.2 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Karakterizasyonu

Su Çerçeve Direktifi’nin 5. Maddesi’ne göre, YAS kütlelerinin belirlenmesini müteakiben, bu kütlelerin bir karakterizasyonun yapılması gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000)

YAS kütlelerinin kalite durumlarının belirlenebilmesi için, söz konusu YAS kütlelerinde hangi parametrelerin risk teşkil ettiğini ve doğal olarak söz konusu YAS

kütlesinde hangi parametrelerin izlenmesi gerektiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Öte taraftan, bir YAS kütlesi için eşik değer belirlenirken, söz konusu YAS kütlesinin yer üstü sularıyla ya da karasal ekosistemle ne derecede bağlantılı olduğunu, bu ekosistemlerle arasındaki alış verişin ne şekilde ve hangi hızda gerçekleştiğini de bilmek gerekmektedir. Tüm bu hususların ortaya konulmasını sağlayan aşama YAS kütlelerinin karakterizasyonudur. Örnek vermek gerekirse; ilgili YAS kütlesini bir insana benzetirsek, karakterizasyon, o insanın endoskopi ya da kan testlerinden psikanaliz sonuçlarına kadar bir hastanede hastalık tanısı için yapılan bütün testlerinin sonuçlarıdır. Dolayısı ile karakterizasyon, YAS kütlesi belirlemesinden, YAS kütlelerinin kalite durumunun tespit edilmesine uzanan çalışmaların önemli bir köprüsüdür.

YAS kütlesinin birçok karakteristik yapısı bulunmaktadır: Bağlantılı ekosistemlerle etkileşiminin analizinden kütlelerin geçirgenliğine, beslenme alanındaki toprak kullanımından yıllık dolum hızının hesaplanmasına kadar birçok husus söz konusu olabilmektedir. Yeraltı suyu kütlelerinin karakterizasyonunun yapılmasındaki maksat düşünülürse ve her bir yeraltı suyu kütlesi için detaylı bir karakterizasyon yapılmasının fiyat-zaman-iş gücü ihtiyacı göz önüne alınırsa, her bir YAS kütlesi için detaylı bir karakterizasyon çalışmasının yürütülmesinin gerekmediği ortaya çıkmaktadır.

Bu kapsamda, Su Çerçeve Direktifi, YAS kütleleri için iki karakterizasyon türünden bahsetmektedir:

- a) Başlangıç Karakterizasyonu
- b) Ayrıntılı Karakterizasyon

3.2.1 Başlangıç Karakterizasyonu

Yeraltı suyu kütlelerinin SÇD'de belirtilen kalite hedeflerine ulaşılması noktasında risk arz edip etmediğinin anlaşılması için bir başlangıç karakterizasyonunun yapılması gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012). Dolayısı

ile başlangıç karakterizasyonunun maksadı, YAS kütleleri için risk değerlendirmesinin yapılabilmesidir. Bu analizde mevcut hidrojeolojik, jeolojik, arazi kullanımı, YAS tahsisi gibi veriler kullanılarak aşağıdaki hususlar belirlenir:

- YAS kütlesi ya da kütlelerinin yeri ve sınırları,
- Aşağıdaki hususlar dahil YAS kütlesi ya da kütlelerinin maruz kaldığı baskılar:
 - ✓ Yayılı kirleticiler,
 - ✓ Noktasal kirleticiler,
 - ✓ YAS çekimi,
 - ✓ Suni besleme.
- Yeraltı suyunun beslendiği drenaj alanında yer alan formasyonların genel karakteri,
- Sucul veya karasal ekosistemlere doğrudan bağımlı YAS kütleleri.

YAS kütlelerinin başlangıç karakterizasyonu, söz konusu kütlelerin maruz kaldığı baskı-etkileri, dolayısı ile risk durumunu ve o kütlerde izlenmesi/değerlendirilmesi gereken parametreleri ortaya çıkarmaktadır. Bu kapsamda, YAS kütlelerinin kalite durumunun değerlendirilmesi açısından oldukça önemli bir aşamayı oluşturmaktadır.

3.2.2 Ayrıntılı Karakterizasyon

YAS kütlelerinin başlangıç karakterizasyonu, kütlerdeki risk durumunu ortaya koymaktadır. Risk altında olduğu belirlenen kütlerde, kalite durumunun belirlenmesi için yapılması gereken izleme, doğal arka plan seviyelerinin tespit edilmesi ve eşik değerlerin belirlenmesi çalışmaları için ayrıntılı bir karakterizasyona ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu kapsamda başlangıç karakterizasyonunu takiben, risk altında olduğu belirlenen YAS kütlesi ya da kütleleri için bu riskin öneminin daha hassas şekilde değerlendirilmesi maksadıyla ayrıntılı bir karakterizasyonu yapılır (Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012). Buna

göre, bu karakterizasyon insan faaliyetlerinin etkisinin yanı sıra ilgili olan yerlerde aşağıdaki bilgileri de içerir:

- YAS kütesinin jeolojik özellikleri, geometrisi,
- Hidrolik iletkenlik, porozite ve depolama katsayısı,
- Yeraltı suyunun beslendiği drenaj alanında yer alan formasyonların ve toprak örtüsünün özellikleri, bu birimlerin kalınlığı, geçirgenliği,
- YAS kütesinin dinamik olarak bağlantılı olduğu sucul ve karasal ekosistemlerin bir envanteri,
- YAS kütesi ile ilişkili yerüstü su sistemleri arasındaki karşılıklı su akış yönlerinin ve oranlarının değerlendirilmesi,
- Uzun dönem yıllık ortalama toplam beslenimi hesaplamaya yetecek veri,
- Yeraltı suyunun kalite durumunun tanımlanmasında insani faaliyetlerinden gelen katkıların belirlenmesi de dâhil olmak üzere bu YAS kütleleri için arka plan düzeyleri oluştururken yeraltı suyunu tanımlayan özellikler.

3.2.3 Diğer Hususlar ve Örnek Çalışmalar

Görüldüğü üzere, başlangıç karakterizasyonunda, temel olarak bir kütenin maruz kalacağı baskılar incelenmekteyken, ayrıntılı karakterizasyonda, YAS kütesine ulaşan kirleticilerin hangi şekilde yayılacağını, etkilerinin ne derecede ortaya çıkacağını, kirleticilerin bağlantılı sucul ve karasal ekosistemlere hangi miktarda geçeceği vb. hususlar incelenmeye çalışılmaktadır.

Ayrıntılı karakterizasyon her ne kadar risk teşkil etmeyen kütleler için zaruri değilse de yeraltı suları üzerinde bugüne kadar yapılan çalışmalarından ötürü her bir YAS kütesi için ayrıntılı karakterizasyon ya da neredeyse onun kadar kapsamlı bir karakterizasyon çalışması yapabilecek durumda olan birçok ülke bulunmaktadır. Ayrıntılı karakterizasyon için gereken daha fazla bütçe, iş gücü ve zaman gibi

parametreler çalışmayı yürüten söz konusu ülkeler için önemli değilse, sadece risk teşkil edenler değil tüm YAS kütleleri için ayrıntılı karakterizasyon çalışması yürütmek şüphesiz olarak YAS kütlelerinin davranışını ortaya çıkarmak açısından çok daha faydalı olacaktır.

Öte taraftan, Avrupa Komisyonu'nun, üye ülkelerden aldığı değerlendirmeleri derlediği teknik raporlar incelendiğinde, birçok AB üye ülkesinin, karakterizasyon çalışmalarında birbirlerinden farklı metodolojileri izlediği, farklı verileri değerlendirdiği ve YAS kütlelerinin farklı özellikleri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. YAS kütlelerinin karakterizasyonunun da YAS kütlelerinin belirlenmesinde olduğu gibi bir amaç değil YAS kütlelerinin durumunun değerlendirilebilmesi açısından bir araç olduğu düşünüldüğünde ve SÇD'nin karakterizasyon çalışmaları için de belirli bir esneklik sunduğu hesaba katıldığında, üye ülkeler arasındaki yöntem farklılıkları anormal bir duruma işaret etmemektedir. Buna ilaveten, YAS kütlesi üzerinde yapılacak karakterizasyon çalışmaları için her ülkenin mevcut teknik imkanları, bütçesi ve iş gücü farklılık gösterebilmektedir. Karakterizasyon çalışmalarındaki farklılığın bir nedeni de ülkeler arasındaki bu değişkenliktir.

Karakterizasyon çalışmalarında elde edilmesi istenen verilere örnek teşkil etmesi açısından Tablo 1'de, Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik ve Su Çerçeve Direktifi doğrultusunda YAS kütlelerinin karakterizasyonunda edinilmesi önerilen bilgiler; Tablo 2'de DSİ Genel Müdürlüğü'nce Akarçay Havzası için yapılan YAS kütlesi karakterizasyonu çalışmalarında elde edilen veriler yer almaktadır. Şekil 3'te ise Akarçay Havzası'nda DSİ Genel Müdürlüğü'nce belirlenen YAS kütlelerini gösteren bir harita yer almaktadır.

Söz konusu tablo ve haritalar, karakterizasyon çalışmalarında edinilmesi gereken verileri ve başlangıç karakterizasyonu ile birlikte belirlenen kütlelerin harita üzerinde nasıl gösterilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 1 Karakterizasyon Çalışmaları: YAS Kütlesi ve Elde Edilmesi Önerilen Veriler

| Başlangıç Karakterizasyonu | | Ayrıntılı Karakterizasyon | |
|---|--|--|--|
| Her Bir YAS Kütlesi İçin Yapılır | Yayıllı Kirleticiler | Risk Altındaki YAS Kütleleri İçin Yapılır | YAS Kütlesinin Jeolojik Özellikleri, Geometrisi, Akifer Tipi, Akım Yönü, YAS Eş Potansiyel Eğrileri, YAS Seviyesi, Piyezometrik Seviye, vs |
| | Noktasal Kirleticiler | | Hidrolik İletkenlik, Porozite ve Depolama Katsayısı |
| | YAS Çekimi | | Yeraltı Suyunun Beslendiği Drenaj Alanında Yer Alan Formasyonların ve Toprak Örtüsünün Özellikleri, Bu Birimlerin Kalınlığı, Geçirgenliği |
| | Suni Beslenme | | YAS Kütlesinde Bulunan Yeraltı Suyunun Tabakalaştırma/Katmanlaştırma Özelliği ve Derecesi |
| | Yeraltı Suyunun Beslendiği Drenaj Alanında Yer Alan Formasyonların Genel Karakteri | | YAS Kütlesinin Dinamik Olarak Bağlantılı Olduğu Sucul ve Karasal Ekosistemlerin Envanteri |

| Başlangıç Karakterizasyonu | | Ayrıntılı Karakterizasyon | |
|----------------------------|---|---------------------------|---|
| | Sucul veya Karasal Ekosistemlere Doğrudan Bağımlı YAS Kütleleri | | YAS Kütleleri İle İlişkili Yerüstü Su Sistemleri Arasındaki Karşılıklı Su Akış Yönlerinin ve Oranlarının Değerlendirilmesi |
| | | | Uzun Dönem Yıllık Ortalama Toplam Beslenme |
| | | | Yeraltı Suyunun Kalite Durumunun Tanımlanmasında İnsani Faaliyetlerden Gelen Katkıların Belirlenmesi de Dâhil Olmak Üzere Bu YAS Kütleleri İçin Arka Plan Düzeyleri ve Tanımlayıcı Özellikler |

Tablo 2 DSİ Genel Müdürlüğü'nce Akarçay Havzası İçin Yapılan Başlangıç Karakterizasyon Çalışmalarında Elde Edilen Veriler Örnek Tablosu

| Kodu ^{(9),(10)} | Adı ⁽⁸⁾ | Havza No | Alt Havza No | Litoloji ⁽¹⁾ | | Yaygın, Yerel ⁽²⁾ | Basınçlı, Serbest | Doygun Kalınlık (m) ⁽³⁾ | Yüzeiden Akifer Tavanına Olan Mesafe (m) | Alan (km ²) ⁽⁴⁾ |
|--------------------------|--------------------|----------|--------------|-------------------------|---------------|------------------------------|-------------------|------------------------------------|--|--|
| | | | | Akifer Tipi | Litolojik Yaş | | | | | |
| YAS11-001 | Akarçay | 11 | 1 | Taneli (Kil,Kum,Çakıl) | Kuvaterner | Yaygın | Serbest, Basınçlı | 0-200 | 220 | 220 |
| YAS11-003 | Akarçay | 11 | 9 | Taneli (Kil,Kum,Çakıl) | Kuvaterner | Yaygın | Serbest | 100-150 | 92 | 92 |
| YAS11-004 | Akarçay | 11 | 10 | Taneli (Kil,Kum,Çakıl) | Kuvaterner | Yaygın | Serbest | 0-200 | 143 | 143 |

Tablo 3 DSİ Genel Müdürlüğü'nce Akarçay Havzası İçin Yapılan Başlangıç Karakterizasyon Çalışmalarında Elde Edilen Veriler Örnek Tablosu

| Kodu ^{(9),(10)} | Alan (km ²) ⁽⁴⁾ | Su Tablası Derinliği (m) ⁽⁵⁾ | Beslenme (hm ³ /yıl) ⁽⁶⁾ | Emniyetli Rezerv (hm ³ /yıl) | Çekim (hm ³ /yıl) ⁽⁷⁾ | Özgül Debi (l/sn/m) | Hidrolik İletkenlik (K) (m/gün) | Transmisivite (T) (m ² /gün) | YAS-YÜS İlişkisi |
|--------------------------|--|---|--|---|---|---------------------|---------------------------------|---|--------------------|
| YAS11-001 | 220 | 0-30 | 63 | 51 | 24 | 1-3 | 1-6 | 60-1250 | Akarçayla ilişkili |
| YAS11-003 | 92 | 30-70 | 12 | 9.5 | 3 | 0,1-0,5 | 0,01-0,2 | 2-40 | - |
| YAS11-004 | 143 | 0-20 | 24 | 9 | 2,5 | 1-3 | 0,01-1 | 4-20 | - |

1-Litoloji tanımı mümkün olduğu kadar sade/basit ifade edilmelidir.

2-Yaygın ile yerel anlamından kasıt akiferin tamamından (yaygın) veya belirli bir alandan (yerel) su alınabilmesidir.

3-Doygun Kalınlık: Akiferdeki su tablası ile akiferin tabanı arasındaki mesafedir.

4-YAS kütleinin alanıdır.

5-Su tablası derinliği statik seviyeyi ifade eder.

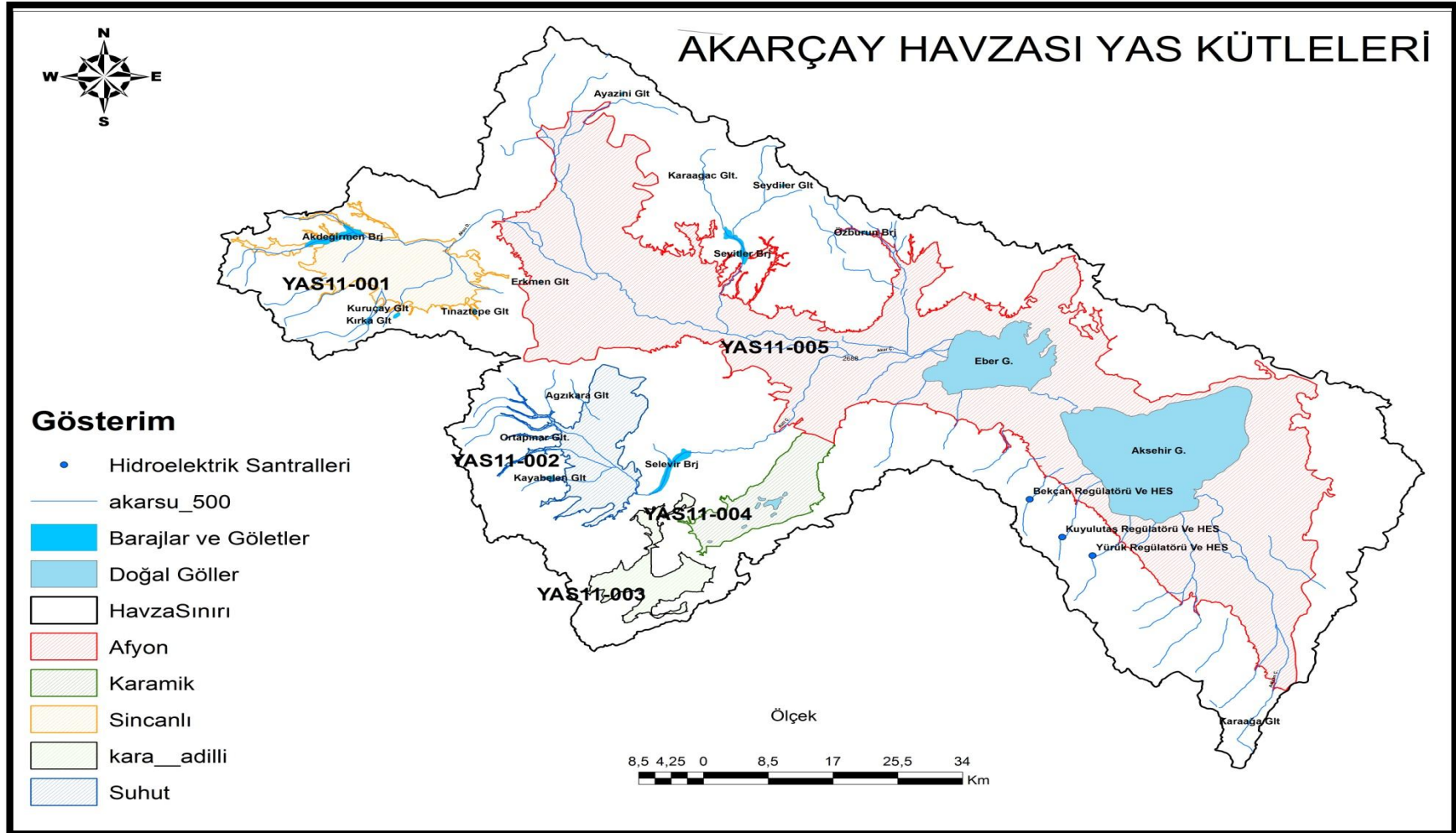
6-Belirlenen her bir YAS Kütleinin farklı litolojileri için beslenme ve çekim ayrı yazılacaktır. Ayrı ayrı belirlenemiyorsa toplam bir değer verilecektir.

7-Çekim, sayaçlar takılıp kesin sonuç alınana kadar tahsis değerlerini ifade eder.

8-Su kütleine ait tanımlanan bir isim varsa yazılacaktır. Yoksa bu bölüm boş bırakılacaktır.

9-YAS kod numaralandırılması ve sıralanmasında litolojik yaşlara göre gençten yaşlıya doğru olmalıdır.

10-YAS_5_001 YAS: yeraltı suyunu, 5: havza numarasını, 001: en genç birimden oluşan yaeraltı suyu kütleinin ifade etmektedir.



Şekil 3 Akarçay Havzası YAS Kütelleri Örnek Haritası.

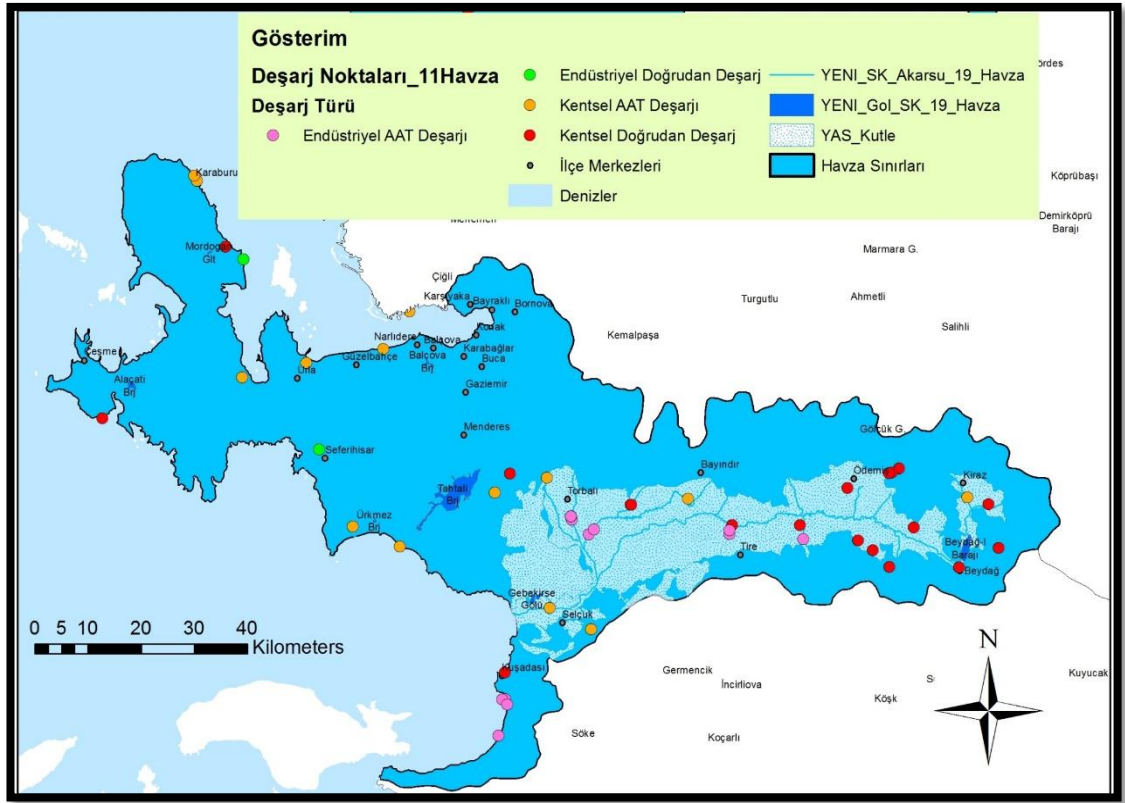
3.3 Baskı-Etkilerin Tespiti ve Kirletici Parametrelerin Belirlenmesi

Baskı ve etki analizi, insani faaliyetlerin yüzey suları ve yeraltı suları üzerindeki etkilerini incelemektedir. Bu analiz insani faaliyetler nedeniyle, çevresel hedeflere ulaşamama riski altında bulunan yüzey ve yeraltı suyu kütlelerini tanımlamak için pek çok disiplin yaklaşımını ve farklı kaynaklardan alınan verileri bir araya getiren bütüncül bir değerlendirmedir. Sanayi, tarım, turizm ve kentleşme gibi insani faaliyetler “baskı” olarak adlandırılmakta iken “etki” ise su kalitesinin bozulması, canlıların sağlığının kötü yönde etkilenmesi gibi çevre üzerindeki sonuçlarıdır (TÜBİTAK MAM, 2010).

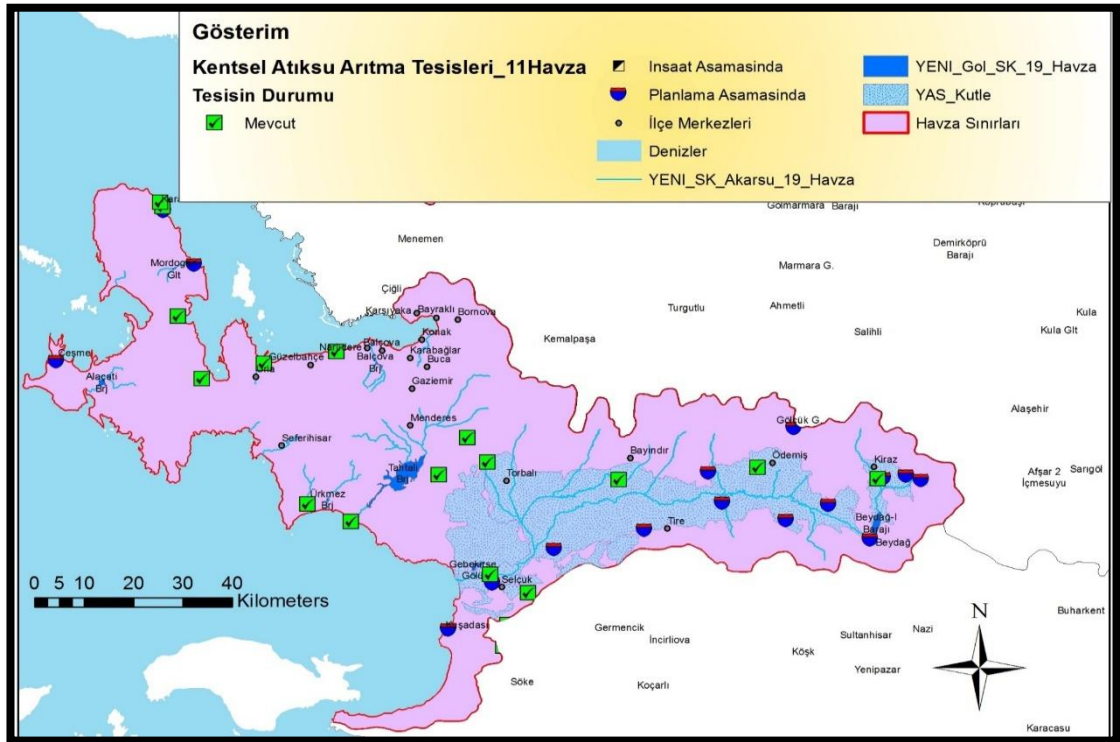
YAS yönetiminde, baskı ve etki analizi her ne kadar kendine ait ayrı bir başlık taşıyorsa da aslında başlangıç karakterizasyonu çalışmaları sırasında YAS kütlesi üzerindeki baskılar da tespit edilmiş olmaktadır. Yukarıda da belirtildiği üzere başlangıç karakterizasyonunda, yayılı kirleticiler, noktasal kirleticiler, YAS çekimi ve suni beslemeye ilişkin verilerin elde edilmesi de gerekmektedir. Dolayısı ile baskıların tespiti de başlangıç karakterizasyonu ile beraber yapılmaktadır.

Baskı analizinde, analize konu olan yeraltı suyu kütlesine sızması muhtemel olan kirleticiler belirlenmektedir. Bunun için de YAS kütlesini etkileyebilecek sanayi tesisleri, tarımsal faaliyetler, atıksu arıtma tesisleri, atık depolama tesisleri gibi baskı unsurları incelenip, buralardan çıkan atık miktarları üzerinden bir değerlendirme yapılması gerekmektedir.

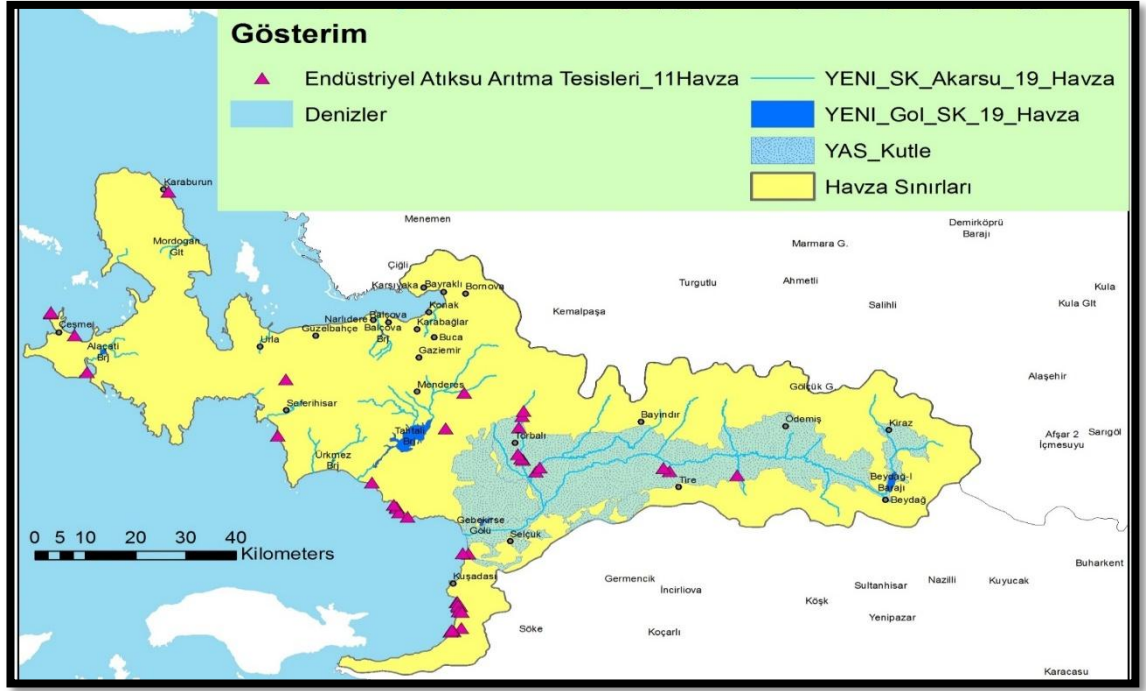
Baskı analizinde, her bir baskı türünün, üzerinde çalışılan havza haritasında (YAS kütlesini de içerecek şekilde) gösterilmesi önem taşımaktadır. Böylelikle, havzada mevcut olan baskıların YAS kütlesi üzerinde yer alıp almadığını, YAS kütlesinin hangi bölgelerinde yoğunlaştığını görmek mümkün olabilmektedir. Baskı analizinde elde edilmesi gereken belli başlı verilere ve baskıların bir haritada gösterimine örnek teşkil etmesi açısından Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8’de Küçük Menderes Havzası’ndaki baskıları göstermek üzere, havza eylem planından faydalanılarak hazırlanmış haritalar yer almaktadır. Söz konusu haritalar, baskı analizine ilişkin genel bir fikir sunacak nitelik taşımaktadır.



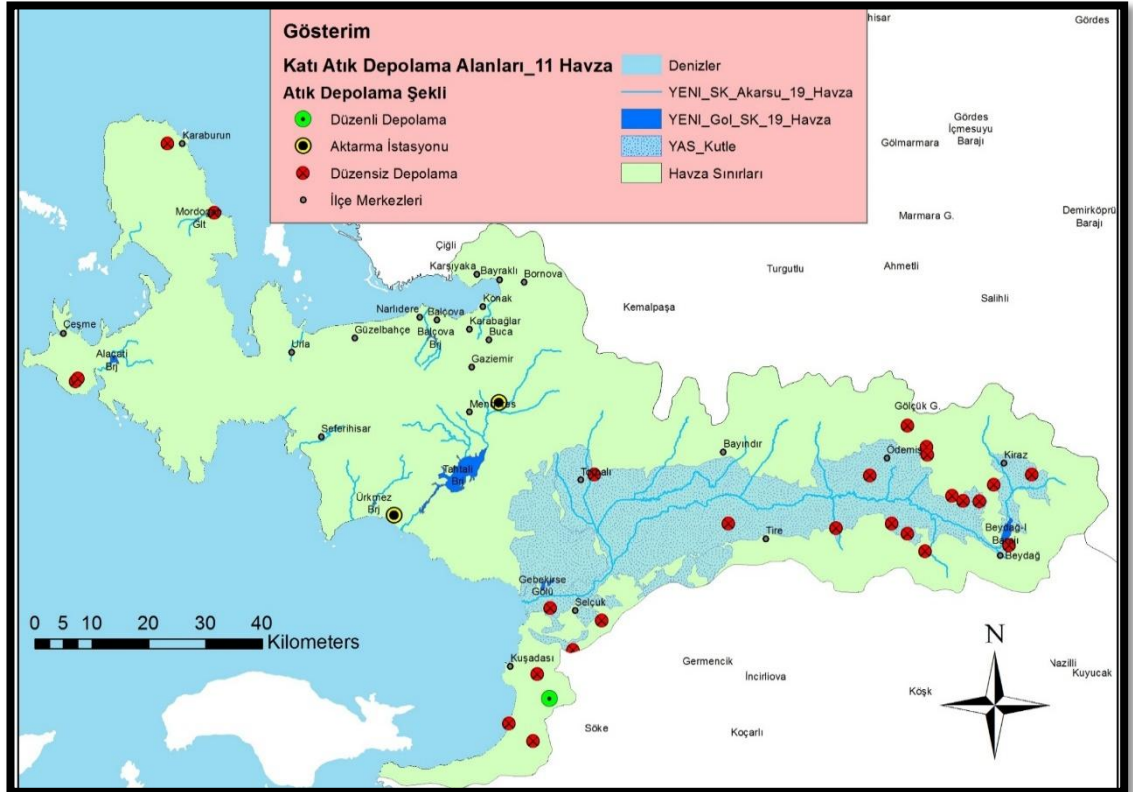
Şekil 4 Küçük Menderes Havzası'ndaki Deşarj Noktaları



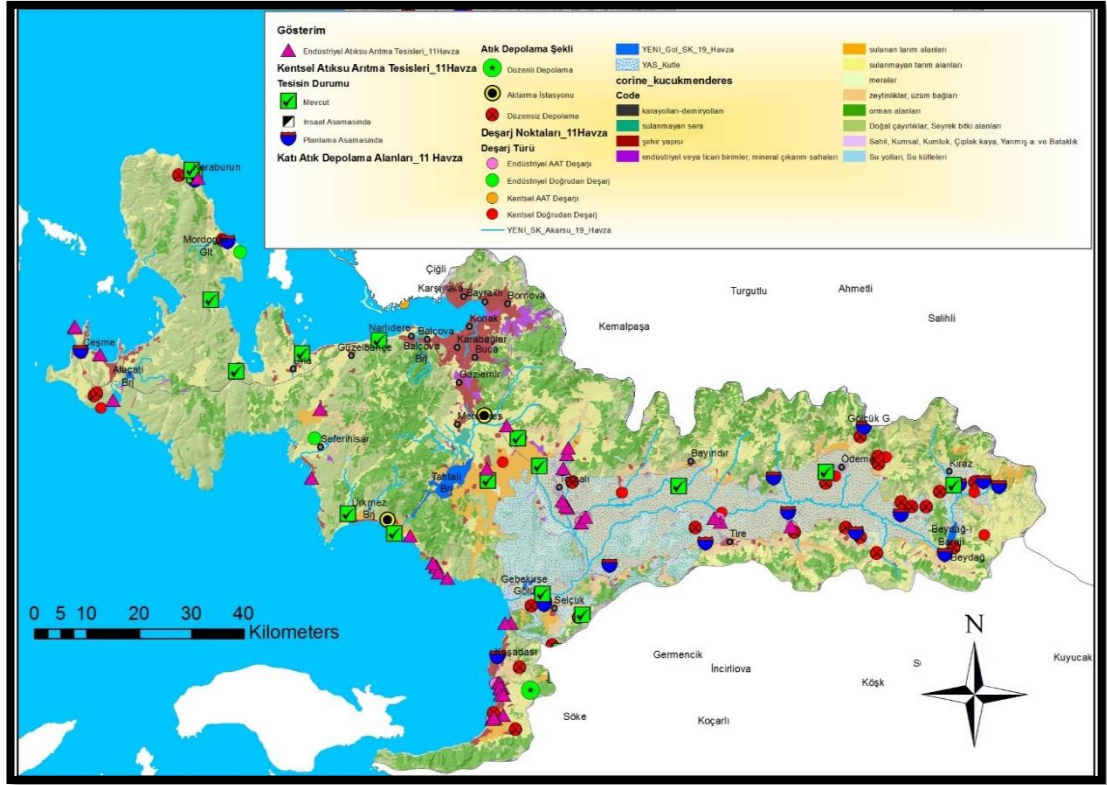
Şekil 5 Küçük Menderes Havzası'ndaki Kentsel AAT'ler



Şekil 6 Küçük Menderes Havzası'ndaki Endüstriyel AAT'ler

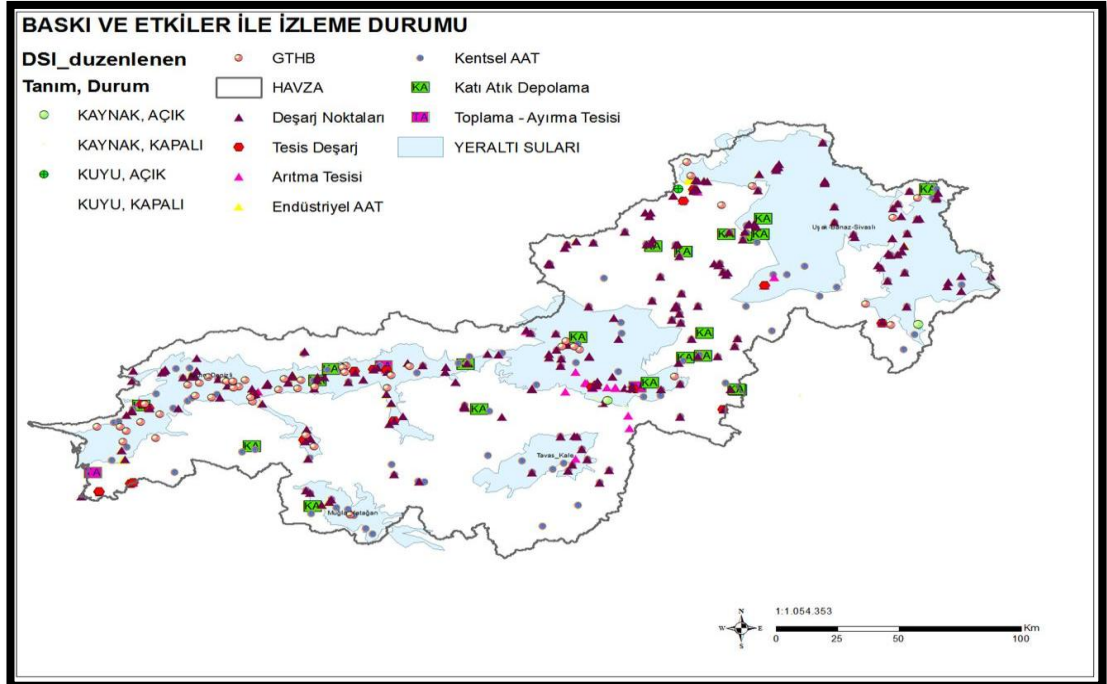


Şekil 7 Küçük Menderes Havzası'ndaki Katı Atık Depolama Alanları



Şekil 8 Küçük Menderes Havzası'ndaki Bütün Baskılar

Şekil 9'da ise Büyük Menderes Havzası'nda var olan baskılar ve YAS kütleleri örnek olarak sunulmuştur:



Şekil 9 Büyük Menderes Havzası'ndaki Tüm Baskılar

Ülkemizde ve birçok Avrupa Birliği ülkesinde, YAS kütlelerini etkileyebilecek belli başlı baskılar şu şekildedir:

- Tarım ve hayvan besiciliği (gübre bileşenleri, bitki koruma ürünleri (pestisitler) ile biyositler, çamur (atık) ve gübre yayılımı kaynaklı kirleticiler ile tıbbi ürünler (antibiyotikler, hormonlar, vb.),
- Endüstriyel faaliyetler (metal üretimindeki cilalama ve yağ temizleme faaliyetleri, ambalajlar, boyalar, kumaş boyaları, deterjanlar, galvanizleme, madencilik, hidrokarbon yakıt çıkarılması ile üretimleri, kullanımları ve çamur yayımları da dahil yakıt katkı maddeleri vb.),
- Kentsel faaliyetler (kanalizasyon boru hatlarının yönetimi, dinlenme alanlarının yönetimi: gübreler, bitki koruma ürünleri, biyositler, metabolitler, kentsel çamur ve atık yönetimi vb.)
- Atık imha alanları, çöplükler ve katı atık sahaları: yukarıda geçen kategorilerden gelen sızıntılar vb.,
- Ulaşımdan kaynaklanabilecek kirleticiler (egzoz gazı içindeki maddeler vb.),
- Yeraltı suyunun aşırı kullanımı: tuz içeriğinde yükselme, çevredeki kirlenmiş sulardan kaynaklanabilecek kirletici madde vb.,
- Yayılı kaynaklardaki süzülme süreçleri,
- Kaza sonucu dökülmeler, noktasal kaynak sebepli sızıntılar,
- Akiferleri besleyen kirlenmiş yüzey suları,
- Tuzlu su girişimi, atmosferik birikim.

Öte taraftan, yeraltı sularında baskı ve etki analizinin yapılmasının temel maksadı, YAS kütlesinde hangi kirleticilerin mevcut olabileceğinin tespit edilmesi, tespit edilen kirleticilerin izleme programına dahil edilmesi, izlenen bu parametreler için limit değerlerin belirlenmesi ve sonuç olarak kirletici konsantrasyonları ile bu limit değerlerin karşılaştırılarak YAS kütlesindeki kalite durumunun belirlenebilmesidir.

Bu kapsamda, yukarıda değinilen baskı türlerinin tespitine ek olarak, mevcut baskıların YAS kütlesi üzerinde ne kadar etkili olacağı ve baskılardan kaynaklanabilecek kirletici yüklerinin ne kadarlık bir kısmının YAS kütlesine ulaştığını tespit etmek de önem taşımaktadır. Öte taraftan, izleme yapılacak parametre sayısı, baskı-etki analizi marifetiyle ne kadar aşağıya çekilirse, YAS kalite durumunun belirlenmesindeki en masraflı faaliyet olan izleme aşaması daha maliyetli bir hale getirilecektir.

Buradan hareketle, baskıların tespit edilmesinden sonra, söz konusu baskıların YAS kütlesine hangi derecede kirlilik yükü getireceğini ve bir kirlilik parametresinin değerlendirmeye alınmasının gerekli olup olmadığını temel olarak iki yaklaşımla belirlemek mümkündür:

1- Baskılara ilişkin çalışma ve verinin çok olduğu durumlar için: Bu durumda, YAS kütlesiyle ilişkili olan tüm baskı türlerinin atık üretim miktarlarının ve emisyonlarının tespitinin yapılması, sanayilerin kapasite raporlarının incelenerek kullanılan ve deşarj sonucu su kaynaklarına ulaşma olasılığı bulunan kimyasal ve benzeri maddelerin envanterinin tutulması, atıksu arıtma tesislerinden deşarj edilen atıksuyun ve içeriğinin tespit edilmesi, pestisit kullanımına ilişkin verilerin elde edilmesi, YAS kütlesiyle bağlantılı yerüstü suları ve karasal ekosistemlere ilişkin yapılmış olan baskı-etki çalışmaları var ise buradan elde edilmiş olan verilerin derlenmesi suretiyle YAS kütlesi için risk arz edecek tüm kirleticilerin belirlenmesi gerekmekte olup önemli bir kirlilik yüküne sahip olmayan kirleticiler elenerek izlemenin daha az maliyetli hale getirilmesi hedeflenmektedir.

2- Baskılara ilişkin çalışma ve verinin yeterli olmadığı durumlar için:

Baskılardan kaynaklanan kirletici parametrelerine ilişkin yeterli bir envanter mevcut değil ise YAS kütlelerinde yapılacak ilk izlemelerde, herhangi bir elemeye tabi tutulmaksızın tüm baskılar göz önünde bulundurularak, parametre sayısının geniş tutulması gerekmektedir. İlk birkaç izlemede ihmal edilebilecek konsantrasyon değerine sahip olduğu tespit edilen kirleticilerin, bütçe miktarına göre, daha sonra yapılacak izleme çalışmalarından çıkarılması gerekmektedir.

Yukarıda değinilen yöntemlerden ilki daha az bütçe gerektirecek olup herhangi bir izleme ağına ihtiyaç duymamaktadır. İkinci yöntemde ise herhangi bir ön hesaplama olmadığından ötürü daha kesin sonuçların elde edileceği açıktır. Öte taraftan, ikinci yöntem daha maliyetli olup bir izleme ağına ve izlemeden elde edilecek sonuçların analiz edilmesine ihtiyaç duymaktadır. Söz konusu iki yöntemin, ülkelerin mevcut verilerine ve teknik imkânlarına göre revize edilebilmesi ya da birbiriyle belli bir entegrasyonun yapılması suretiyle kullanılabilmesi mümkündür.

Ülkemizde, bugüne kadar yayımlanmış 25 Havza Koruma Eylem Planı bulunmaktadır (URL 2). Söz konusu Havza Koruma Eylem Planları'nda baskı-etki analizlerine ek olarak kirletici yüklerine ilişkin hesaplamalar da yer almaktadır. Bu kapsamda yeraltı sularında yapılacak baskı-etki analizlerinde söz konusu havza koruma eylem planlarından faydalanmak mümkündür. Öte taraftan, belirtmek gerekir ki, söz konusu havza koruma eylem planları daha çok yerüstü suyu kütlelerine ilişkin hususlar içermekte olup bu yerüstü suyu kütlelerinin, YAS kütleleriyle ilişkisine dair hususlar yeterli seviyede değildir.

Ayrıca, ülkemizde yerüstü suları için tespit edilen ve bu yerüstü suyu kütlelerinin yeraltı suyu kütleleriyle bağlantısı var ise yeraltı suları için de geçerli olabilecek kirletici parametreleri tespit etmek üzere çeşitli projeler de hâlihazırda yürütülmektedir. Tehlikeli Madde Kirliliğinin Kontrolüne İlişkin Proje, Ülkemiz Kıyı ve Geçiş Sularında Tehlikeli Maddelerin Tespiti ve Ekolojik Kıyı Dinamiği Projesi, Bitki Koruma Ürünlerinin Kullanımı Neticesinde Meydana Gelen Su Kirliliğinin Tespiti ve Madde veya Madde Grubu Bazında Çevresel Kalite

Standartlarının Belirlenmesi Projesi bu çalışmaların örneklerinden olup, söz konusu projeler kapsamında, belirlenmiş olan pilot havzalar ve bölgeler üzerinde tehlikeli maddelere ilişkin baskı-etki çalışmaları yürütülmektedir. Projeler kapsamında, hem Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın kayıtları altında olup 1 tondan fazla miktarda kullanılan kimyasal maddeler hem de pilot bölgelerde faaliyet gösteren sanayi tesisleri için kapasite raporları ve bu tesislerde hammadde kullanımına yönelik olarak yapılan anket çalışmalarının sonuçları incelenmektedir. Diğer taraftan, envanter çalışmaları kapsamında, AB kılavuz dokümanları, BREF dokümanları ve literatürde yer alan bilimsel makalelerden de faydalanılmaktadır. Bu incelemelerden hareketle, hangi kirletici parametrelerinin su kaynakları için risk arz edebileceği belirlenmekte olup literatürde var olan önceliklendirme metotlarının uygulanması ile bu parametrelerden hangileri için çevresel kalite standardı belirlenmesi gerektiği de tespit edilmektedir. Söz konusu önceliklendirme metotlarında, kirleticinin dirençlilik, toksisite, biyobirikim, endokrin bozuculuk, sudaki yarı ömür, Henry katsayısı gibi özellikleri dikkate alınmaktadır. Söz konusu projelerde tespit edilen kirleticilerin, ilgili yerüstü suyu kütlelerinin YAS kütlesiyle bağlantısı varsa, YAS kütlesi için de bir risk faktörü olarak ele alınması faydalı olacaktır. Ayrıca söz konusu projeler, kirleticilerin belirlenmesi için izlenen yöntemin bir benzerinin de yeraltı suyu kütleleri için yapılması açısından da bir örnek teşkil etmektedir.

Ülkemizde yapılacak baskı-etki analizinde faydalanılabilecek bir diğer kaynak da Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın hazırlamış olduğu Nitrat Bilgi Sistemi Veri Tabanı'dır (NİBİS). Söz konusu veri tabanında, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın nitrat izleme noktalarından elde ettiği nitrat değerleri yer almaktadır. Normal koşullarda, YAS kütlesi üzerinde nitrat kirliliği oluşturabilecek kirletici unsurlarının (tarım, hayvan besiciliği vb.) tespit edilip bu noktaları nitrat açısından "riskli" sınıfına sokup nitrat izlemesinin gerçekleştirilmesi gerekmekte iken söz konusu veritabanı bu iş yükünü hafifletmektedir. Aynı şekilde, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından ülke çapında kaydı tutulan bitki koruma ilaçlarının adları, satış miktarları, il ve/veya bölge bazında kullanım miktarları vs. konusundaki kayıtlar da bu değerlendirme de kullanılabilmesi açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, baskı-etki analizi ile birlikte, hangi YAS kütlelerinin risk altında olduğu, hangi parametrelerin risk durumuna sebebiyet verdiği ve dolayısı ile hangi parametrelerin izlenip limit değerlerinin belirleneceği tespit edilmiş olmaktadır.

3.4 Yeraltı Suyu Kütlelerinde Limit Değerler: Kalite Standartları ve Eşik Değerler

3.4.1 Eşik Değer Nedir, Neden Belirlenmektedir?

Yeraltı suyu kütlelerinin kalite açısından değerlendirilebilmesi için bünyesindeki kirletici konsantrasyonlarının istenen düzeyin altında olup olmadığını bilmesi gerekmektedir. Söz konusu “düzeyin” ne olduğunun ortaya konması için de limit değerlere ihtiyaç duyulmaktadır. Su Çerçeve Direktifi’nin yanı sıra Yeraltı Suyu Direktifi’nde (Directive 2006/118/EC) yeraltı suyunun kalite durumunun iyi, zayıf veya belirsiz gibi tanımlarla belirlenmesinde kullanılacak olan ve üye devletlerce tespit edilecek olan standart ve eşik değerlere vurgu yapılmaktadır (Marandi vd., 2008).

Dolayısı ile yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumunun belirlenebilmesi için limit değerlerin (eşik değer/kalite standardı) ortaya konulması gerekmekte olup yeraltı suyunda yapılan izlemelerden elde edilen kirletici konsantrasyonlarının bu limit değerlerle karşılaştırılması gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006). Genel olarak, çalışma yürütülen yeraltı suyu kütlelerinde, risk arz eden tüm parametreler için yapılan izleme çalışmalarından elde edilen değerlerin, belirlenen limit değerlerin altında kalması halinde, söz konusu yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumunun “iyi” olduğu kabul edilmektedir.

3.4.2 Yasal Zemin

Su Çerçeve Direktifi (SÇD)’ne göre Avrupa’daki yeraltı suyu kütlelerinin, 2015 yılına kadar iyi kalite ve miktar durumuna ulaşılması gerekmektedir (Günhan vd., 2013). Bu temelde, Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Direktif (Yeraltı Suyu Direktifi, Directive 2006/118/EC) de, bu

hedefe ulaşılabilmesine ilişkin olarak, yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumlarının değerlendirilebilmesi açısından, SD'de belirtilen hususları hangi açıdan ele almak gerektiğini daha detaylı bir şekilde ele alan bir dizi kriter belirlemiştir. Bu kriterler, kalite standartlarını ve eşik değerleri içermektedir.

Yeraltı Suyu Direktifi'nin üçüncü maddesinde, eşik değerlerin belirlenmesi için temel kriterler yer almakta olup bu maddede üye ölkelerin 22 Aralık 2008'e kadar eşik değerleri belirlemesi gerektiği ve 29 Aralık 2009 itibariyle de yürüttükleri eşik değerlere ilişkin alışmaları Avrupa Komisyonu'na bir rapor olarak sunması gerektiği belirtilmektedir.

Eşik değerlerin belirlenmesi çalışmalarına ilişkin literatür çalışmalarına bakıldığında en somut ve güncel verilerin Avrupa Birliği üye ölkelerinin çalışmalarından elde edilen verilerin olduğu görölmektedir. Öte taraftan, direktiflerin üye ölkelerin kendi koşullarına göre değişik şekillerde uygulanabilecek esnek bir yapıya sahip olması sebebiyle bu ölkelerdeki uygulamaların ölkemize uyarlanmasının daha kolay olacağı düşünölmektedir. Ölkemizde yeraltı sularının kalite durumunun değerlendirilmesi için yapılacak bir metodoloji araştırmasında, bu ölkelerde yapılmış olan çalışmaların göz önünde bulundurulmasında fayda görölmektedir.

3.4.3 Eşik Değer ve Kalite Standardı Farkı

Yeraltı suyunda kirletici konsantrasyonu limit değerlerine ilişkin iki tanım söz konusudur: kalite standardı ve eşik değer. Her iki tanım da yeraltı suyu kütlesinde limit değerlere işaret etmekle beraber farklı anlam taşımaktadırlar.

Yeraltı Suyu Direktifi- Ek 1'de sadece iki madde için kalite standardı belirlemiştir: Nitrat ve pestisit (bkz. Tablo 4). Bu iki madde için kalite standardı belirlenmesinde temel alınan direktifler, AB Nitrat Direktifi (EU Nitrates Directive (91/676/EEC)), Bitki Koruma Ürünleri Direktifi (Plant Protection Products Directive (91/414/EEC)), Biocidal Products Directive (98/8/EC) gibi AB'nin temel direktifleridir. Yeraltı Suyu Direktifi'nde, üye ölkelere insiyatif bırakmaksızın, her iki madde için de sayısal olarak bir limit değer belirtilmiştir. Dolayısıyla, verili

durumda, her iki madde konsantrasyonunun aşmaması gereken bir standart söz konusudur.

Tablo 4 Yeraltı Suyu Direktifi Kalite Standartları

| Kirletici | Kalite Standartları |
|--|-------------------------------|
| Nitratlar | 50 mg/L |
| İlgili metabolitler, bozulma ve reaksiyon ürünlerini içeren pestisitlerdeki aktif maddeler | 0,1 µg/L 0,5 µg/L (toplam) |

Öte taraftan, Yeraltı Suyu Direktifi'nde, yeraltı suyu kütlelerinin risk durumunda olmasına sebebiyet verebilecek diğer kirleticiler için ise bir limit değeri belirtilmesi gerektiği ifade edilmiş olup bu limitlerin sayısal karşılığının belirlenmesi üye ülkelere bırakılmıştır. Her bir üye ülkenin hidrojeolojik koşullarının, doğal arka plan seviyelerinin, baskı-etki miktarının vb. koşullarının diğer ülkelere göre büyük değişkenlik gösterebileceği hususu dikkate alındığından ötürü söz konusu parametreler için genel geçer olan bir sayısal değeri belirlenmemiştir. Üye ülkelerin, kalite standardı halihazırda belirlenmiş olan kirleticiler (nitrat ve pestisit) dışında kalan parametreler için belirleyeceği limit değerlere "eşik değeri" denilmektedir. Eşik değeri, bir değeri deyişle, üye ülkelerce belirlenen kalite standartlarıdır (Avrupa Komisyonu, 2010).

Yeraltı Suyu Direktifi-Ek 2'ye göre, yeraltı suyu kütlelerini en yaygın olarak risk sınıfına sokabilecek 10 parametre için eşik değeri belirlemek gerekmektedir (bkz. Tablo 5). Her bir ülkenin, kendine özgü hidrojeolojik-jeolojik yapısına, baskı-etki durumuna ve akifer çeşidine göre, bu 10 kirleticiye ilave olarak, Su Çerçeve Direktifi'nin Ek 8'inde yer alan "Temel Kirletici Listesi"nden (bkz. Tablo 6) seçilecek ilave parametrelerin de dikkate alınabileceği belirtilmektedir. Yeraltı Suyu Direktifi, parametre sayısı ve çeşidi ile bu parametre konsantrasyonlarının yeraltı

suyu kütlelerinde bulunabileceği minimum değerin her ülkede aynı olmasının mümkün olmadığı gerçeğinden hareketle, eşik değeri belirlemesine ilişkin olarak oldukça esnek bir içerik sunmaktadır.

Tablo 5 Eşik Değerler Belirlenirken Dikkate Alınması Gereken Asgari Parametre Listesi

| Parametreler |
|-----------------|
| Arsenik |
| Kadmiyum |
| Kurşun |
| Civa |
| Amonyum |
| Klorür |
| Sülfat |
| Trikloretilen |
| Tetrakloretilen |
| İletkenlik |

Tablo 5’te verilen maddelerden:

- Arsenik, kadmiyum, kurşun, civa, amonyum, klorür ve sülfat, hem doğal olarak oluşabilen hem de insani faaliyetler sonucunda meydana gelebilen kirletici ya da indikatörleri,
- Trikloretilen ve tetrakloretilen sentetik kirleticileri,
- İletkenlik, klorür ve sülfat ise tuzlu su ya da başka girişleri gösteren kirleticileri temsil etmektedir.

Tablo 6 Temel Kirleticiler Listesi

| Temel Kirleticiler |
|--|
| Organohalojen bileşikler ve su çevresinde bu gibi bileşikler oluşturabilecek maddeler |
| Organofosforlu bileşikler. |
| Organotin bileşikler. |
| Kanserojen ya da biçim bozucu (mutajenik) özellikler ya da stroidojenik, tiroit, üreme yada diğer endokrin bağlantılı faaliyetleri su çevresinde ya da su çevresi yoluyla etkileyebilecek özelliklere sahip olduğu kanıtlanmış maddeler ve preparatlar yada türevleri. |
| Kalıcı hidrokarbonlar ve kalıcı ve biyolojik olarak birikebilir organik toksik maddeler. |
| Siyanürler |
| Metaller ve metal bileşikleri |
| Arsenik ve arsenik bileşikleri |
| Biosidler ve bitki koruma ürünleri |
| Askıda katı maddeler |
| Ötrofikasyona katkıda bulunan maddeler (özellikle nitratlar ve fosfatlar) |

Yeraltı Suyu Direktifi'nde verilen kalite standartları ve eşik değer belirlenecek asgari parametre listesi, Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'te aynı şekilde yer almaktadır.

3.4.4 Eşik Değerlerin Belirlenmesinde Genel Hususlar

Yeraltı Suyu Direktifi ve Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'e göre, eşik değerlerin belirlenmesinde dikkat edilecek temel hususlar aşağıdaki gibidir:

- YAS ile ilişkili sucul ve karasal ekosistemler arasındaki etkileşim boyutu,
- Yeraltı suyunun mevcut ve potansiyel kullanımları (içme suyu, sulama suyu vb.) ve fonksiyonu
- Direktif'in Ek-2'sinin B bölümünde yer alan kirletici listesini (bkz. Tablo 5) göz önünde bulundurarak risk altındaki YAS kütlelerinin risk altında olmasına sebep olan tüm kirleticileri,
- YAS üzerindeki şehirleşme, tarım, sanayi bölgeleri, madencilik faaliyetleri gibi baskı unsurları,
- Doğal hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal süreçlerden elde edilen arka plan konsantrasyonları ile ilgili bilgiler de dahil olmak üzere, yeraltı suyu kütlesinin hidrojeolojik özellikleri,
- Kirleticilerin kaynakları, kirletici konsantrasyonlarının arka plan seviyeleri, oluşum sebepleri, zehirlilik durumları, yayılımları, artma ve azalma eğilimleri, kalıcılıkları ve biyolojik birikme potansiyelleri ,
- Doğal hidrojeolojik nedenlerden ötürü bir arka plan seviyesi var ise, bu arka plan seviyesi,
- Eşik değer belirlenmesinde kullanılacak verinin kalitesi ve analiz hassasiyeti.

Yeraltı suyunun içme, sulama ya da endüstriyel amaçlı kullanımına göre eşik değer de değişkenlik göstereceğinden eşik değerler belirlenirken yukarıda ifade edilen kriterlere ek olarak yeraltı suyunun kullanım amacı da dikkate alınmalıdır.

Ayrıca, yeraltı suyu kütlesine jeolojik nedenlerden ötürü tuzlu su girişi varsa ya da yeraltı suyu kütlesi bir yerüstü suyu kütlesi ile bağlantılıysa, eşik değer belirlerken farklı değerlendirmeler de göz önüne alınmalıdır. Mesela, bir yeraltı suyu kütlesi yer üstü suyu kütlesi ile bağlantılı ise, söz konusu yerüstü suyu kütlesi için

belirlenmiş olan çevresel kalite standardının dikkate alınması gerekli olmaktadır (Hart v.d., 2006).

3.4.5 Eşik Değerin Belirlenmesinde Ölçek

Eşik değerlerin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken bir başka husus da, eşik değerlerin hangi ölçekte belirleneceğidir. Yeraltı Suyu Direktifi'ne göre eşik değerler, ulusal ölçekte, nehir havzası ölçeğinde ya da yeraltı suyu kütlesi ölçeğinde belirlenebilir.

Bir kirletici parametre için ulusal ölçekte belirlenen bir eşik değer, herhangi bir yeraltı suyu kütlesi için daha sıklaştırılabilir ya da yükseltilebilir. Dolayısıyla bir kirletici parametre için ulusal ölçekte ya da havza ölçeğinde bir değer söz konusu iken, özel koşulları nedeniyle bir yeraltı suyu kütlesi için, yerüstü suyu kütlelerindeki "özel hüküm" kavramına benzer olarak, özel eşik değer belirlenebilir (Avrupa Komisyonu, 2010).

Avrupa Birliği üye ülkeleri:

- Ülke bazında 126 parametre için,
- Yeraltı suyu kütlesi bazında 79 parametre için,
- Havza bazında ise 24 parametre için,

eşik değer belirlemiştir (Avrupa Komisyonu, 2010).

Öte taraftan yerel yönetimlere ya da bölgesel yönetimlere sahip olan üye ülkeler (Örn. Almanya ve Belçika), eşik değeri yerel ya da bölgesel yönetim bazında da belirleyebilmiştir.

Tablo 7'de AB üye ülkelerinin hangi ölçekte, kaç parametre için eşik değer belirlediğine ilişkin sayısal veriler yer almaktadır.

Tablo 7 Eşik Değerler ve Belirlenen Ölçekler (Avrupa Komisyonu, 2010).

| Üye Ülke | Bölgesel Yönetim | Bölge, YSK | YSK | YSK, Havza | Üye Ülke | Havza | Üye Ülke, YSK | Toplam Eşik Değer |
|-----------------|------------------|------------|-----|------------|----------|-------|---------------|-------------------|
| Austria | | | | | 21 | | | 21 |
| Belgium | | 20 | | | | | | 20 |
| Bulgaria | | | 3 | 9 | | 7 | | 19 |
| Cyprus | | | 9 | | | | | 9 |
| Czech Republic | | | | | 25 | | | 25 |
| Germany | 9 | | 1 | | 1 | | 7 | 18 |
| Denmark | | | | | | | | |
| Estonia | | | 6 | | | | | 6 |
| Spain | | | 20 | | | | | 20 |
| Finland | | | | | 42 | | | 42 |
| France | | | | | 29 | 3 | 1 | 33 |
| Greece | | | | | | | | |
| Hungary | | | 4 | | 2 | | | 6 |
| Ireland | | | | | 40 | | | 40 |
| Italy | | | | | 52 | | | 52 |
| Lithuania | | | | | 6 | | 2 | 8 |
| Luxembourg | | | | | | 6 | 2 | 8 |
| Latvia | | | | 10 | | | | 10 |
| Malta | | | 6 | | 5 | | | 11 |
| Netherlands | | | 6 | | | | | 6 |
| Poland | | | | | 52 | | | 52 |
| Portugal | | | | | | | | |
| Romania | | | 9 | | | | | 9 |
| Sweden | | | | | 14 | | | 14 |
| Slovenia | | | | | 7 | | | 7 |
| Slovak Republic | | | 20 | | | | | 20 |
| United Kingdom | | | 62 | | | | | 62 |

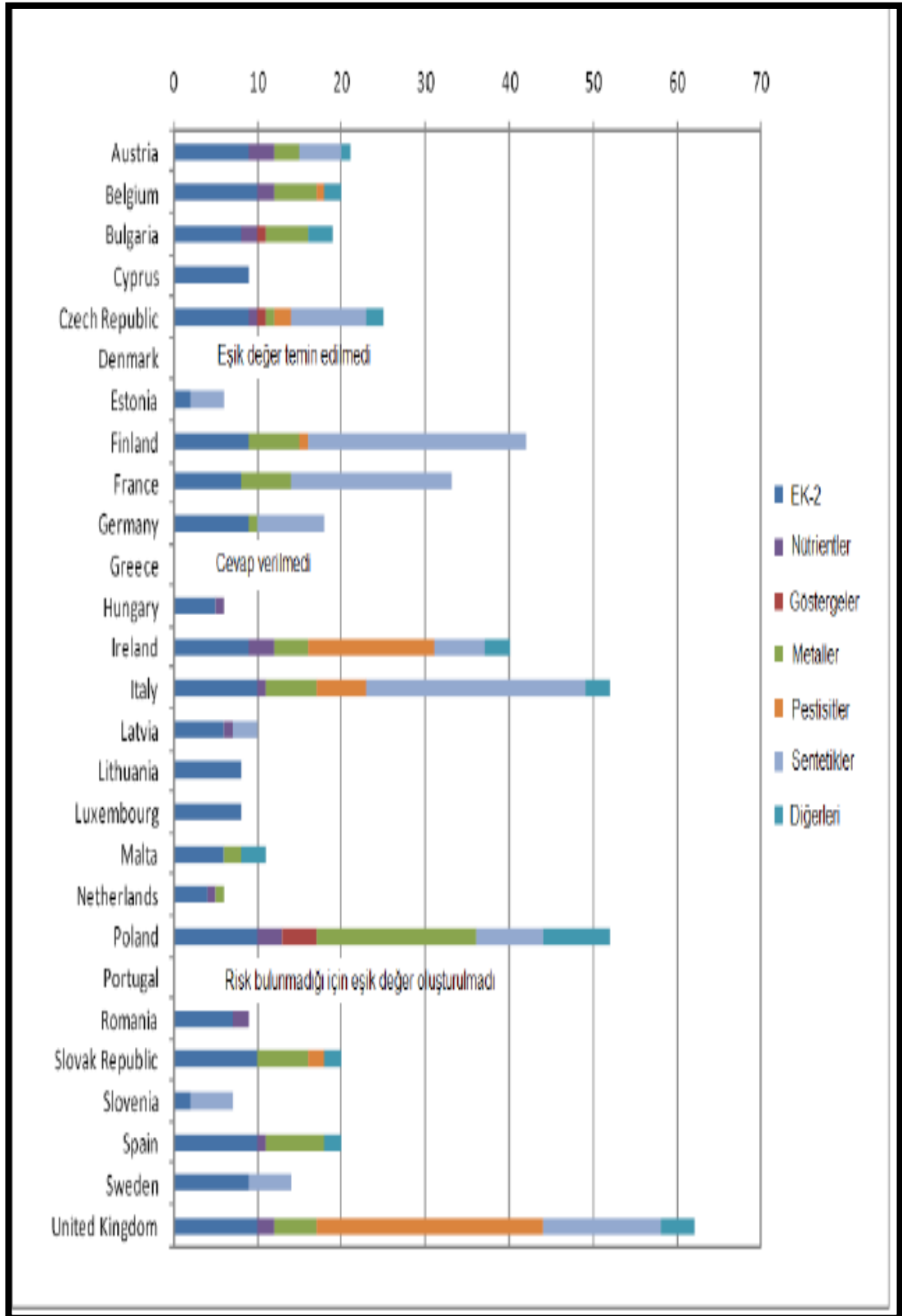
Diğer taraftan, sınır aşan yeraltı suları söz konusu olduğunda, sınırı paylaşan ülkelerin ED belirlenmesi konusunda müşterek hareketi gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006)

3.4.6 AB Ülkelerince Belirlenmiş Olan Eşik Değerler: Genel Bakış, Parametreler ve Değerler

Üye ülkelerce Avrupa Komisyonu'na sunulan raporlara göre, Avrupa Birliği'nin 26 üye ülkesinden Yunanistan, Avrupa Komisyonu'na eşik değer çalışmaları ile ilgili raporlama yapmamıştır. Danimarka, eşik değer belirlemesi için çalışma yaptığını bildirmiş olup herhangi bir sayısal veri sunmamıştır. Portekiz ise, nitrat dışında, YAS kütleleri bakımından risk arz eden bir madde olmadığını belirtmiş ve eşik değer belirlemediğine ilişkin rapor sunmuştur. Bilgi edinilen 25 üye ülkeden 24'ü çeşitli parametreler için eşik değer belirlemiştir. Toplam 158 farklı kirletici/gösterge parametresi için eşik değerler belirlenmiştir:

- ✓ 12 adet ana madde (Yeraltı Suyu Direktifi EK-2, Bölüm B'de yer alan 10 maddenin yanı sıra amonyum ve trichloroethylene ile tetrachloroethylene'nin toplamı)
- ✓ 39 adet pestisit
- ✓ 8 adet nütrient (nitrat, nitrit, fosfor vb.)
- ✓ 21 adet metal
- ✓ 62 adet sentetik madde
- ✓ 10 adet diğer maddeler (bor, kalsiyum, bromat, siyanür vb.)
- ✓ 6 adet indikatör (sertlik, pH vb.) (Avrupa Komisyonu, 2010).

Ülkeler tarafından belirlenen eşik değer sayısı 0 (Portekiz) ile 62 arasında (Birleşik Krallık) değişmektedir. Şekil 10'da ülke bazında belirlenen eşik değer sayısı ve madde çeşidi verilmektedir.



Şekil 10 Her Bir Üye Ülke Tarafından Belirlenen Kirletici Bazında Eşik Değer Sayısı (Avrupa Komisyonu, 2010).

Yeraltı Suyu Direktifi'nin EK-2'sinde yer alan 10 kirletici, AB üye ülkelerince en fazla eşik değer belirlenen maddelerin başında gelmektedir. Direktife, bu maddeler için eşik değer belirlenmesinin bir gereklilik olarak yer alması bu durumu oldukça anlaşılır kılmaktadır. Öte taraftan, Şekil 10'a bakıldığında EK-2 maddelerinin tümü için eşik değer belirlemeyen ülkelerin de olduğu görülmektedir: Yeraltı Suyu Direktifi'ne göre sadece risk arz eden kütlelerde eşik değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, aynı direktifte eşik değerlerin belirlenmesi gerektiği bir "asgari parametre listesi" sunulmuştur. Dolayısı ile hem sadece risk arz eden kütleler için eşik değerlerin belirlenmesi gerektiği hem de risk durumuna bağlı olmaksızın her koşulda eşik değer belirlenmesi gereken bir parametre listesinin olması çelişkili bir durum olarak görünmektedir.

Avrupa Komisyonu Eşik Değer Raporu, söz konusu çelişkili durumu "*her ne kadar asgari parametre listesi için eşik değerlerin belirlenmesi gerekiyorsa da, üye ülkeler, geçerli bir neden belirterek, bu maddeler için eşik değer belirlemeyebilir*" ifadesine yer vererek açıklamıştır (Avrupa Komisyonu, 2010). Buradan hareketle, bazı AB üye ülkeleri, asgari parametre listesindeki bazı maddeler için, bu maddelerin yeraltı suyu için herhangi bir risk arz etmediğini belirterek, eşik değer belirlememiştir. Öte taraftan, "asgari parametre listesi" oluşturulurken, yeraltı sularında çok sık rastlanan ve yeraltı suları için yüksek risk arz eden parametreler düşünülmüştür. Dolayısı ile eşik değerlerin belirlenmesinde asgari parametre listesine uyulması, ülkelerin güvenli tarafta kalmasını sağlayacaktır.

Tablo 8'de en az 10 ülke tarafından eşik değer belirlenen maddeleri ve bu maddeler için farklı ülkelerde belirlenen değer aralıkları verilmiştir. Tablo incelendiğinde, belirlenmiş olan eşik değerler arasında büyük sayısal farkların bulunduğu görülmektedir. Eşik değerler arasında bu derecede büyük farklılıkların görülmesinde: direktifin ülkelere sağladığı metodolojik esneklik, her bir ülkenin her bir yeraltı suyu kütlelerinin değişken derecelerdeki baskı ve etkilere maruz kalması, yeraltı suyunun kullanım amacındaki farklılıklar, yeraltı suyu kütlelerinin sucul ve karasal ekosistemlerle bağlantı derecelerinin farklı olması, her bir yeraltı suyu kütlelerine göre büyük değişkenlik gösterebilen doğal arka plan seviyeleri, doğal arka plan seviyelerinin hesaplanmasındaki anlayış farklılıkları, kirleticilerin davranış ve

karakteristiğindeki farklılıklar, yeraltı suyu izleme verilerinin kalite ve sıklıklarının farklılıklar göstermesi ve her bir ülke ve yeraltı suyu kütlesine göre değişkenlik gösteren hidrojeolojik yapı önemli etkenlerdir. Eşik değerler arasındaki bu büyük farklılıklara bakıldığında, bu etkenlerin eşik değer belirlenmesi çalışmalarında kapsadığı önem açıkça görülmektedir.

Tablo 8 En Az 10 Üye Ülke Tarafından Eşik Değer Belirlenen Parametreler (Avrupa Komisyonu, 2010).

| Madde / Gösterge | Madde Grubu | Üye Ülke Sayısı | Eşik Değer Aralığı | | Birim |
|------------------|-------------|-----------------|--------------------|-----------|-------|
| | | | En Düşük | En Yüksek | |
| Klorür | Ek-2 | 22 | 24 | 12.300 | mg/l |
| Arsenik | Ek-2 | 21 | 0,75 | 189 | µg/l |
| Sülfat | Ek-2 | 21 | 129,75 | 4.200 | mg/l |
| Amonyum | Ek-2 | 21 | 0,084 | 52 | mg/l |
| Kurşun | Ek-2 | 20 | 5 | 320 | µg/l |
| Kadmiyum | Ek-2 | 19 | 0,08 | 27 | µg/l |
| Civa | Ek-2 | 18 | 0,03 | 1 | µg/l |
| İletkenlik | Ek-2 | 14 | 485 | 10.480 | µS/cm |
| Nikel | Metal | 11 | 60 | 60 | µg/l |
| Bakır | Metal | 10 | 10,1 | 2.000 | µg/l |
| Tetrakloretilen | Ek-2 | 10 | 1,1 | 50 | µg/l |
| Trikloretilen | Ek-2 | 10 | 1,5 | 50 | µg/l |

| | | | | | |
|---|------|----|---|----|------|
| Tetrakloretilen ve Trikloretilen Toplamı | Ek-2 | 10 | 5 | 40 | µg/l |
|---|------|----|---|----|------|

Eşik değerler arasında bu derecede farklılığın bulunmasının nedenlerinden birisi de, doğal sebeplerle oluşabilecek parametrelerin söz konusu olduğu durumlarda, her bir ülkenin kendi doğal arka plan seviyesinin (her bir ülkenin kendi jeolojik yapısının değişkenlik göstermesinden ötürü) bir diğer ülkeye göre büyük değişkenlik göstermesidir (Scheidleder, 2012).

Yeraltı Suyu Direktifi'nde Nitrat ve Pestisit için standartlar belirlenmiş olup bu standartların aşılmasına rağmen yeraltı suyundaki nitrat ya da pestisit, bağlantılı sucul ya da karasal ekosistemlerde olumsuz sonuçlara (örn. ötrofikasyon) yol açması durumunda, bu standartlardan daha sıkı değerlerin üye ülkelere belirlenebileceği ayrıca belirtilmektedir (Scheidleder, 2012). AB ülkelerinde Nitrat parametresine bakıldığında, 5 Üye Ülke nitrat için direktifte verilen standart değerden daha sıkı eşik değerler belirlemiş olup bu değerler 18-50 mg/l arasında değişmektedir

Tablo 9: Nitrat İçin Kalite Standardından Daha Sıkı Değer Belirleyen Ülkeler ve Değerler (Avrupa Komisyonu, 2010)

| Üye Ülke | Tek Eşik Değer | Eşik Değer Aralığı | | Birim |
|-----------|----------------|--------------------|-----------|-------|
| | | En Düşük | En Yüksek | |
| Avusturya | 45 | | | mg/l |
| İrlanda | 37,5 | | | mg/l |

| | | | | |
|------------------|------|----|----|------|
| Birleşik Krallık | | 18 | 42 | mg/l |
| Macaristan | | 25 | 50 | mg/l |
| Letonya | 48,7 | | | mg/l |

Paralel bir şekilde, 6 üye ülke, pestisitler içinde yer alan 36 farklı aktif madde için direktifte verilen 0,1 µg/l değerinden daha düşük, bir üye ülke ise toplam pestisit için direktifin önerdiğinden daha düşük bir eşik değer (0,375 µg/l) belirlemiştir. 20 Üye Ülke tarafından direktifin EK-1 ve EK-2'sinde yer almayan 106 farklı madde için eşik değer belirlenmiştir. Söz konusu 106 maddenin 62'si sentetik maddeler grubuna dahildir.

Yeraltı Suyu Direktifi'ne göre, sadece risk altında bulunan yeraltı suyu kütlelerinde, riske neden olan parametreler için eşik değer belirlenmesi zorunludur. Buna karşın, 18 üye ülke, kendi ülkelerinde herhangi bir yeraltı suyu kütlelerinin risk altında olması ile ilintisi olmayan toplam 68 madde için eşik değer belirlemiştir. Üye ülkelerce rapor edilen maddelerin sadece yarısı yeraltı suyu kütlelerinin kötü durumda olmasına sebebiyet veren maddelerdir. Dolayısıyla, üye ülkeler, direktifin kendilerine getirdiği zorunluluktan daha fazla parametre için eşik değer belirlemiş olup söz konusu durumun teknik yeterlilik, veri fazlalığı ve yeraltı suyu kütlelerinin çok fazla kirlenmemiş olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Öte taraftan, ülkemiz gibi, eşik değer çalışmalarına henüz başlamamış ya da yeni başlayacak ülkelerde, en azından başlangıç aşamasında, risk altında olmayan yeraltı suyu kütleleri için eşik değer belirlenmesine gerek olmadığı düşünülmektedir.

Tablo 10'da, Avrupa Birliği genelinde 100'den fazla yeraltı suyu kütlelerinin "risk altında" olarak nitelendirilmesine veya 50'den fazla yeraltı suyu kütlelerinin

“zayıf durumda” olmasına neden olan kirleticilere ilişkin sayısal veriler sunulmaktadır. Bu verilere bakıldığında, nitrat parametresinin en az 504 yeraltı suyu kütlesi için risk oluşturmakta ve en az 478 yeraltı suyu kütlesinin zayıf durumda olmasına neden olduğu görülmektedir.

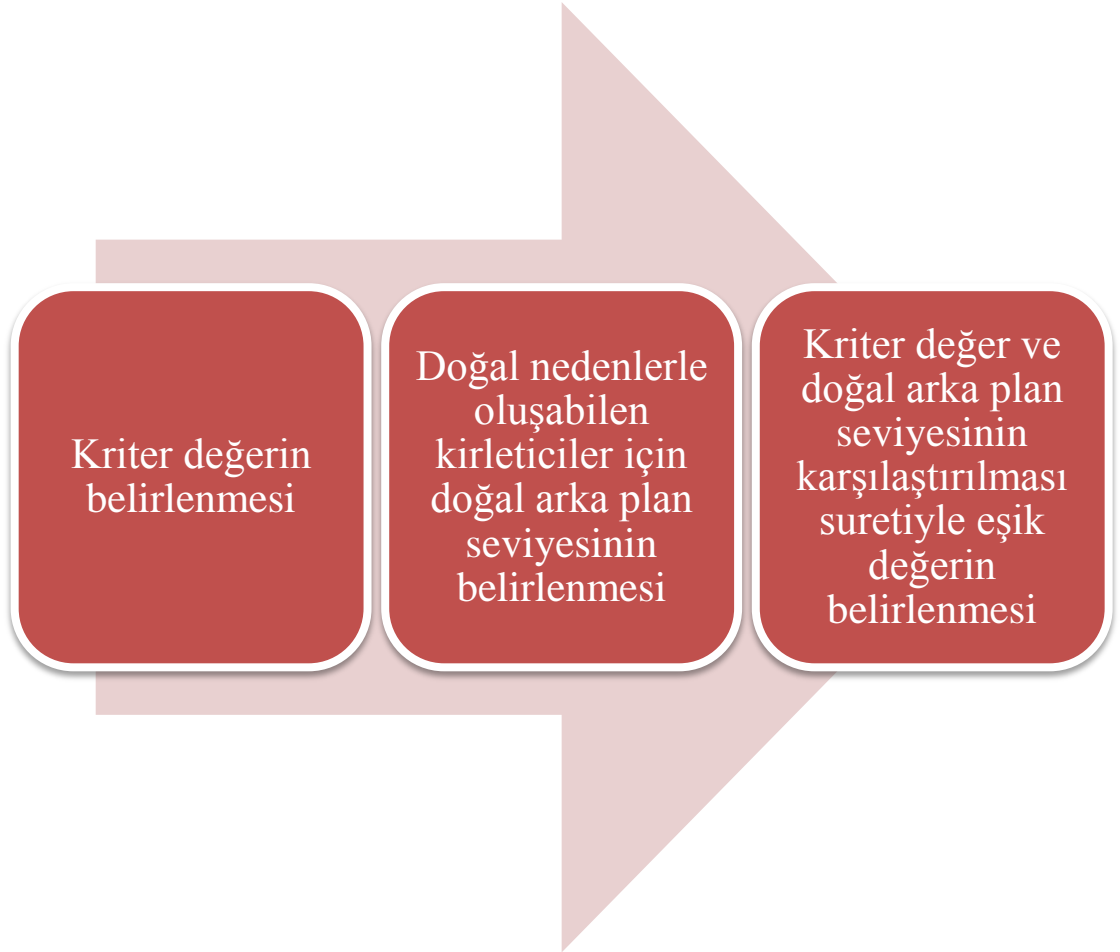
Tablo 10 100’den Fazla Yeraltı Suyu Kütlesi İçin Risk Oluşturan veya 50’den Fazla Yeraltı Suyu Kütlesi İçin Zayıf Duruma Neden Olan Kirleticiler (Avrupa Komisyonu, 2010).

| Kirleticiler | Risk Oluşturan | | Zayıf Duruma Neden Olan | |
|----------------------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | YAS Kütlesi | Üye Ülkeler | YAS Kütlesi | Üye Ülkeler |
| Nitrat | 504 | 17 | 478 | 14 |
| Amonyum | 276 | 14 | 147 | 13 |
| Klorür | 256 | 18 | 117 | 13 |
| Sülfat | 216 | 16 | 117 | 15 |
| Molibdat Reaktif Fosfor | 210 | 1 | 102 | 1 |
| Arsenik | 128 | 13 | 42 | 11 |
| Benzen | 124 | 7 | 58 | 6 |
| Benzopren | 110 | 4 | 51 | 3 |
| Kadmiyum | 101 | 11 | 55 | 5 |
| Tetrakloretilen | 96 | 6 | 62 | 6 |
| Kurşun | 90 | 10 | 51 | 5 |

3.4.7 Eşik Değerlerin Belirlenmesinde Anlayışlar ve Seçenekler

Yeraltı suyunda kirlenme meydana getirebilecek maddelerden hangileri için hangi sınırlarda eşik değerin belirlendiğine, bu eşik değerlerin sayısal olarak karşılığının ne olduğuna ve eşik değerler belirlenirken hangi temel ölçütlere dikkat edildiğine ek olarak, eşik değerlerin belirlenmesinde hangi yöntemlerin izlenebileceği de önem arz etmektedir.

Eşik değerlerin belirlenmesi prosedüründe takip edilmesi gereken adımlar, Şekil 11’de sıralı bir şekilde verilmektedir.



Şekil 11 Eşik Değerlerin Belirlenmesinde Takip Edilmesi Gereken Adımlar

3.4.7.1 Kriter Değerin Belirlenmesi:

Yeraltı sularının birçok değişik fonksiyonu ya da kullanım maksadı bulunmaktadır. Bir yeraltı suyu kütlesi içme suyu kaynağı olarak kullanılabilenken, bir diğeri sulama suyu kaynağı olarak kullanılmakta bazı kütleler her iki kullanım amacına da hizmet etmekte olup bazı yeraltı suyu kütleleri ise bağlantılı olduğu bir yerüstü suyu kütlesini besleyebilmektedir.

Bu kapsamda, içme suyu kaynağı olarak kullanılacak yeraltı suyu kütlesinin, ideal olarak, içme suları için belirlenmiş standartları (söz konusu standartlar Avrupa Birliği İçme Suyu Direktifi ((98/83/EC), Dünya Sağlık Örgütü'nce belirlenmiş standartlar ya da her bir ülkenin içme sularıyla ilişkili kendi ulusal mevzuatınca belirlenmiş içme suyu standartları olabilir) sağlaması beklenirken, yerüstü suyu kütlesini besleyen bir yeraltı suyu kütlesindeki kirletici konsantrasyonunun da, yine ideal olarak, söz konusu yerüstü suyu kütlesi için belirlenmiş Çevresel Kalite Standardı'nın aşılmasına neden olmayacak bir değere sahip olması beklenmektedir.

İçme suyu kaynağı olarak kullanılması düşünölen yeraltı suyu kütlesi için içme suyu standartlarının (Örn. TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ya da benzeri mevzuatta yer alan kriterler) "kriter değer" olarak kabul edilmesi gerekirken, yerüstü suyu kütlesini besleyen bir yeraltı suyu kütlesi için Çevresel Kalite Standardı (ÇKS) değeri "kriter değer" olarak kabul edilmelidir (yerüstü suyu kütlesi için henüz bir ÇKS belirlenmediyse, PNEC değerlerinden de faydalanmak mümkün olabilmektedir). Yeraltı suyu kütlelerinin kullanım maksadına ve fonksiyonuna göre, kriter değer için kullanılacak ölçütler de (Örn. Sulama suları için Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği'nde yer alan sınır değerler vb.) zenginlik ve değişkenlik gösterebilmektedir.

Bir yeraltı suyu kütlesi için aynı anda iki kriter değerin belirlenmesinin gerektiği durumlar da söz konusu olabilmektedir. Bir yeraltı suyu kütlesinin hem içme suyu kaynağı olarak kullanılması planlanıyor hem de bir yerüstü suyu kütlesini besliyor ise, içme suyu standardı ve ÇKS aynı anda "kriter değerler" olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, içme suyu standardı ve ÇKS arasından, daha sıkı değere

sahip olanının kriter değer olarak seçilmesi gerekmektedir. Böylelikle, daha sıkı değerin seçilmesiyle birlikte, her iki kriter değer de karşılanmış olacaktır.

Bu yaklaşım çerçevesinde, Avrupa Birliği'nin 15 ye ülkesi, kriter değerin belirlenmesinde, yeraltı suyu kütleleriyle bağlantılı olan sucul ve karasal ekosistemleri, dolayısıyla KS'leri dikkate alırken, 23 ülkede ise yeraltı suyu kütlesinin kullanım maksadı (rn. içme suyu) kriter değerin belirlenmesinde rol oynamıştır. Bazı AB lkelerinde, yeraltı suyu kütlesinde tuzlu su girişimi var ise, bu durum kriter değerin belirlenmesinde dikkate alınmıştır. Bunlara ek olarak yeraltı suyu kütlesinin sadece sanayide ya da sulamada kullanılması düşünülüyorsa, kriter değer, bu kullanım maksadına göre belirlenmiştir (Avrupa Komisyonu, 2010).

Öte taraftan, yeraltı ve yerüstü suyu kütlesi arasındaki bağlantı konusunda yeterince bilgi mevcut değilse, akım yönleri, akım miktarları vb. hususlar bilinmiyorsa, yeraltı suyu kütlelerinde kriter değerlerin belirlenmesinde yerüstü suyu kütleleriyle bağlantısını dikkate almak zorlaşacaktır. Buradan hareketle, Yeraltı Suyu Direktifi ve Su ereve Direktifi'nin tanıdığı esneklik sebebiyle, bazı AB ye ülkeleri, yeraltı suyu kütleleriyle, sucul ve karasal ekosistemlerin bağlantısı hakkında yeteri bilgiye sahip olmadığını belirterek, eşik değerlerin belirlenmesinde, yerüstü suyu kütleleri için geçerli olan KS'leri dikkate alamadığını belirtmektedir (Avrupa Komisyonu, 2010).

Bunların yanı sıra, “yeraltı suyu kütleleriyle bağlantılı karasal ekosistemler” ifadesinden temel olarak anlaşılması gereken ise yeraltı suyu kütlesiyle bağlantısı bulunan Natura 2000 alanları ile yine yeraltı suyu kütlesiyle bağlantısı bulunan, ekolojik ya da sosyo-ekonomik açıdan önem arz eden karasal ekosistemlerdir (Avrupa Toplulukları, 2003).

Tablo 11'de, AB ye ülkelerince, kriter değerlerin belirlenmesinde hangi ltlerin dikkate alındığı verilmektedir. Tablo'daki değerlendirmeler, AB ye lkelerinin, Avrupa Komisyonu'na sunduğu raporlamada yer alan ifadeleridir.

Tablo 11 AB Üye Ülkelerin “Kriter Değer” Belirleme Ölçütleri (Avrupa Komisyonu, 2010).

| Üye Ülke | Bağlı Sucul ve Karasal Ekosistemlerle Bağlantısı | Yer Altı Suyunun Kullanım Maksadı | Tuzlu Su ve Diğer Girişimler |
|-----------------|---|--|------------------------------|
| AT | Dikkate alınmış olup bağlantılı sucul ve karasal ekosistemler için tehlike arz etmemesine rağmen, fosfat için de eşik değer belirlenmiştir. | İçme suyu | Giriş yok |
| BEL | Dikkate alınmıştır. | İçme suyu, kaynak suyu, sanayi amaçlı kullanım | |
| BGR | | İçme suyu | |
| KBR | | İçme suyu, sulama | |
| ÇEK C. | Yeraltı suları, hiçbir ekosistemi tehlikeye sokmadığı için, dikkate alınmamıştır. | İçme suyu | |
| GE (ALM) | Dikkate alınmıştır | İçme suyu | |
| DK | Bilgi ve veri yetersizliğinden ötürü dikkate alınamamıştır. | İçme suyu | |
| EST | Yeraltı suyu kütlelerinin, bağlantılı sucul ve karasal ekosistemler üzerinde | İçme suyu | |

| | | | |
|----------------------|---|------------------------|---|
| | önemli bir etkisi bulunmadığından ötürü dikkate alınmamıştır. | | |
| İSP | İlgili tüm kriterler dikkate alınmıştır. | İçme Suyu | Dikkate alınmıştır. |
| FIN | Bağlantılı tüm karasal ve sucul ekosistemler dikkate alınmıştır. | İçme suyu | |
| FR | Dikkate alınmıştır. | İçme suyu | |
| GR (YUN) | | | |
| HU (MCR) | Dikkate alınmıştır. | İçme suyu | |
| IRL | Dikkate alınmıştır: Bağlantılı ekosistemleri koruma maksadıyla amonyak ve fosfor için eşik değer belirlenmiştir. | İçme suyu | Dikkate alınmış olup klorür ve iletkenlik için eşik değer belirlenmiştir. |
| İT | Dikkate alınmıştır. | İçme suyu | |
| LİT | Dikkate alınmıştır. | İçme suyu | |
| LÜX | | İçme suyu | |
| LET | | | |
| MALTA | Dikkate alınmıştır. | İçme suyu, sulama suyu | Dikkate alınmıştır. |
| NL (HLND) | Dikkate alınmıştır. | Dikkate alınmıştır. | Dikkate alınmış olup klorür için eşik değer belirlenmiştir. |
| PLY | Dikkate alındı | İçme suyu | |

| | | | |
|----------------------|---|---------------------|--|
| POR | Risk altında olan herhangi bir yeraltı suyu kütlesi bulunmadığından ötürü eşik değer belirleme çalışması yapılmamıştır. | | |
| RO | Bilgi ve veri yetersizliğinden ötürü dikkate alınmıştır. | İçme suyu | |
| SWE (İSV) | | İçme suyu | |
| SLV | | İçme suyu | |
| SLVK | | İçme suyu | |
| UK (İNG) | Dikkate alınmıştır. | Dikkate alınmıştır. | |

3.4.7.2 Doğal Arka Plan Seviyesinin (DAS) Belirlenmesi

Eşik değerlerin belirlenmesi prosedüründe, kriter değer belirlenmesinden sonraki aşama, doğal olarak meydana gelebilen maddeler için doğal arka plan seviyesinin belirlenmesidir. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, doğal arka plan seviyesini, “*bir maddenin, insan faaliyetleri sebebiyle bozulmamış veya ihmal edilebilir ölçüde bozulmuş yeraltı suyu kütlesindeki konsantrasyonu ya da bir göstergenin değerini ifade eder*” şeklinde tanımlamaktadır. Doğal arka plan seviyesi için başka bir tanımlama ise şöyledir: “*büyük oranda insani faaliyetlerden türememiş, genelde jeolojik, biyolojik veya atmosferik kaynaklardan etkilenmiş sudaki element, tür veya kimyasal madde derişimi*” (Shand vd., 2007; Wendland vd., 2008). Doğal arka plan seviyesi birçok nedenden ötürü oluşabilmektedir: su-kayaç etkileşimi, vadoz zondaki kimyasal ya da biyolojik prosesler, yağışların etkisi, yeraltı suyu kütlesinin başka akiflerle iletişimi bu nedenlerden bazılarıdır (Avrupa Toplulukları, 2009).

Doğal arka plan seviyesi, basit anlamıyla, yeraltı suyu kütlesi herhangi bir antropojenik baskıya maruz kalmasa dahi, bölgenin jeolojik-hidrojeolojik yapısından ötürü yeraltı suyunda sürekli olarak bulunan kirletici konsantrasyonunu

tanımlamaktadır. Bu kapsamda, herhangi bir kirletici, yeraltı suyu kütlesinde doğal olarak meydana geliyorsa, teknik olarak, söz konusu parametre için doğal arka plan seviyesinden daha düşük bir konsantrasyona ulaşmak mümkün değildir. Doğal arka plan seviyesi, bu maddeler için, minimum konsantrasyon seviyesidir.

Yeraltı Suyu Direktifi ve Su Çerçeve Direktifi'nin yeraltı sularıyla ilgili hükümlerinde, doğal arka plan seviyelerinin belirlenmesi gerektiği ifade edilmektedir. Öte taraftan, her bir ülkenin, her bir yeraltı suyu kütlesinin birbirinden oldukça değişik karakteristiğe sahip olduğu da düşünülerek söz konusu direktiflerde, doğal arka plan seviyesi belirlenmesinin nasıl yapılması gerektiği konusunda bir formülasyon sunulmamıştır (Shand vd., 2008).

Avrupa Birliğindeki endüstri sektörünün uluslararası boyutta rekabet gücünü arttırmak için bilimsel ve teknolojik altyapı sağlanması ve Avrupa Birliği'nin diğer politikalarının desteklenmesi amacıyla Çerçeve Araştırma Programları oluşturulmuştur. Bu kapsamda, çerçeve programlar ile birlik içerisinde karşılaşılan sosyo-ekonomik güçlükler ve çeşitli problemlere çözüm önerileri getirilmiştir. Çerçeve Araştırma Programları AB'nin araştırma ve geliştirme çalışmalarına fon sağlanması için en önemli araçtır. 6. Çerçeve Program kapsamında, Üye Ülkelerin yeraltı sularında eşik değerleri tespit etmek için kullanacağı ortak bir yöntem geliştirmek amacıyla BRIDGE Projesi (**B**ackground **c**Riteria for the **ID**entification of **G**roundwater **thrE**sholds, Yeraltı Sularında Eşik Değerlerinin Belirlenmesi için Temel Kriterler) yürütülmüştür. Projeye 17 ülkeden toplam 27 kuruluş (akademik, kamu, özel) destek vermiş ve proje 2 yıl sürmüştür (Doğan, 2010).

Söz konusu BRIDGE Projesi'nde, AB direktiflerinin eşik değer ve doğal arka plan seviyesi belirlenmesinde, mümkün olduğu ölçüde, ortak bir akılla hareket edebilmesini teminen bir yaklaşım geliştirilmiştir (Doğan, 2010).

BRIDGE Projesi kapsamında, doğal arka plan seviyesinin hesaplanmasına ilişkin geliştirilen formülasyon istatistik bilimiyle ilgili olup, kısaca bir yeraltı suyu kütlesinde yapılan izlemelerden elde edilen ve antropojenik etkinin olmadığı düşünülen yeraltı suyu kimyası verilerinden dikkatli seçilmiş veri setinde, diğer verilere göre daha uçta kalan/anomalite sergileyen verilerin elenmesinin sağlanması

açısından, 90 ve 97,7'lik olasılık yüzdelerine (percentile (P90 ve P97,7)) karşılık gelen değerlerin doğal arka plan seviyesi olarak tespit edilmesi ilkesine dayanmaktadır (Wenland vd., 2006).

Bu ilkeye göre, öncelikle, yeraltı suyu kimyasal analiz verilerinde antropojenik etkilerin olduğu verilerin elenmesi gerekmektedir. Bu eleme, yeraltı suyunda doğal yollarla mevcut olamayacak maddeler (örn. pestisitler, PAH vb.) ile yeraltı suyunda doğal yollarla ancak düşük miktarlarda (örn. nitrat, ağır metaller vb.) bulunabileceği düşünülen ve buna rağmen yüksek konsantrasyona sahip olan verileri kapsamakta olup bu verilerin elenmesiyle herhangi bir insani etkinin söz konusu olamayacağı verilerin elde edilmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, elenmesi gereken verilere ilişkin bazı örnekler aşağıda sunulmaktadır:

- Ortalama nitrat konsantrasyonunun (yükseltgen ortamda) 10 mg/L üzerinde olduğu örneklerde antropojenik kirlilik göstergesi olduğundan, bu veriler kullanılmaz.
- Tamamen antropojenik etki gösteren (örn. pestisit, PAH (polisiklik aromatik hidrokarbonlar, vb. antropojen kaynaklı maddeler içeren) örnekler kullanılmaz.
- Alındığı derinlik bilinmeyen ve akifer tipi mevcut olmayan örnekler kullanılmaz.
- Tuzlu su girişimi etkilerinin tespit edildiği ($\text{Na}+\text{Cl} >1000$ mg/L) veriler kullanılmaz.
- Hatalı iyon dengesi %10'u geçen veriler kullanılmaz (Müller vd., 2006).

Söz konusu veriler elendikten sonra, izlenecek metod, istatistik bilimiyle ilgili bir süreci takip etmektedir: doğadaki birçok olay ve bu olaylara ait veriler normal veya normale yakın bir dağılım gösterdiği düşünüldüğü için, elde edilen analiz verilerinin “normal dağılım kümülatif olasılık” değerleri ve grafiği elde edilmektedir (Müller vd, 2006). Bu grafikte:

- Yüksek sayıda (>60 örnekleme noktası) ve doğal içeriği temsil edici yeraltı suyu kimyası verisi varsa $P_{97,7}$ değerine karşılık gelen derişim doğal arka plan seviyesi olarak kabul edilir (Shand vd., 2008).
- Eğer veri seti boyu küçükse P_{90} değerine karşılık gelen derişim doğal arka plan seviyesi olarak önerilmektedir (Wenland vd., 2006).

BRIDGE Projesi'nde önerilen doğal arka plan seviyesi hesaplaması yöntemi yukarıda verilen aşamaları içermekte iken, bazı uygulamalarda ve literatür çalışmalarında, farklı yöntemlerin de izlendiği görülebilmektedir:

- Yeraltı suyu kimyasal analiz verilerini herhangi bir ön elemeye tabi tutmaksızın değerlendirmeye alan fakat olasılık yüzdelik dilimini %50 (P_{50}) ya da %75 (P_{75}) olarak seçen AB üye ülkeleri mevcuttur.
- Bir diğer yaklaşıma göre, doğal arka plan seviyelerinin belirlenmesinde, öncelikle herhangi bir baskıya maruz kalmayan (ya da ihmal edilebilir derecede bir baskıya maruz kalan) yeraltı suyu kütlelerinde, doğal olarak oluşan parametreler için yapılan izleme sonucunda elde edilen değerler doğal arka plan seviyesi olarak kabul edilmekte olup bir veri bankası oluşturulmaktadır. Daha sonra, baskıya maruz kalan yeraltı suyu kütlelerindeki doğal arka plan seviyesi, bu veri bankasında tutulan ve jeolojik-hidrojeolojik yapı açısından çok büyük oranda benzer olan yeraltı suyu kütlelerinde hesaplanan doğal arka plan seviyesine eşit ya da çok büyük oranda yakın bir değer olarak kabul edilmektedir (Wenland vd., 2006). Öte taraftan, bu yöntemde hem "uzman yaklaşımı" hem de tahmini değerler söz konusu olabilmekte olup bu yaklaşım ülkelere, BRIDGE Projesi'nde önerilen yaklaşıma kıyasla, uygulayıcılara çok daha fazla insiyatif vermekte ve esneklik sunmaktadır.

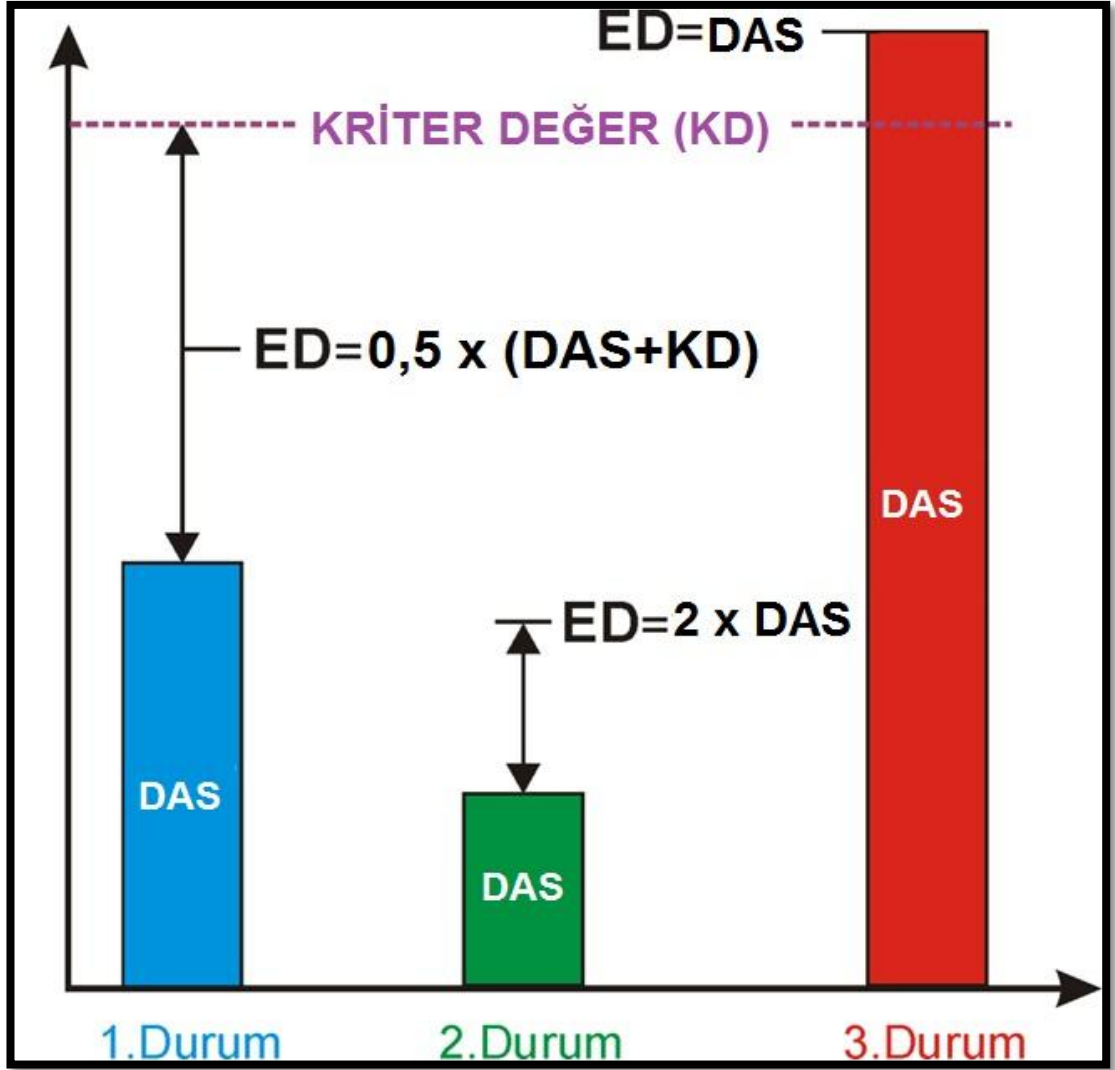
Belirtilmesi gereken önemli bir husus da şudur ki, görüldüğü üzere doğal arka plan seviyelerinin belirlenmesinde sabit bir yöntem bulunmamaktadır. Ayrıca, hidrojeolojik ve jeolojik yapı her bir ülke ve yeraltı suyu kütlelerine göre değişkenlik göstermektedir. Doğal arka plan seviyesinin hesaplanmasında kullanılan izleme verilerinin sıklığının ve kalitesinin de her bölge ya da ülkede aynı olması mümkün

değildir. Ayrıca, ilgili direktiflerde doğal arka plan seviyelerinin tespit edilmesi yönünde bir gereklilik belirtilmiş olup bunun nasıl yapılacağına ilişkin bir metodoloji sunulmamıştır. Tüm bu faktörler, ülkeden ülkeye ve yeraltı suyu kütlelerinden yeraltı suyu kütlelerine büyük değişiklikler gösteren doğal arka plan seviyelerinin tespit edilmesine yol açmaktadır. Doğal arka plan seviyelerindeki bu büyük farklılıklar ise eşik değerlerin, farklı ölçek ve kütlelerde, büyük sayısal farklılıklar göstermesine sebebiyet vermektedir.

3.4.7.3 Kriter Değerle Doğal Arka Plan Seviyesinin Karşılaştırılması Suretiyle Eşik Değerin Belirlenmesi

Eşik değerlerin belirlenmesi prosedüründe son aşama kriter değerlerle doğal arka plan seviyelerinin mukayese edilmesi suretiyle eşik değer belirlenmesidir.

Söz konusu mukayese, BRIDGE Projesi'nde önerilen yaklaşımla, Şekil 12'de açık bir şekilde özetlenmektedir.



Şekil 12 DAS ve Kriter Değerin Karşılaştırılarak Eşik Değerin Belirlenmesi

Şekil 12'den de anlaşılacağı üzere doğal arka plan seviyesinin seçilen bir kriter değere (KD) göre karşılaştırılmasıyla aşağıdaki üç durum ortaya çıkmaktadır:

- 1- $DAS \leq KD$ (DAS'ın KD'den küçük ve ya eşit olduğu durumlar)
- 2- $DAS < 1/3 \times KD$ (DAS'ın KD'den oldukça küçük olduğu durumlar)
- 3- $DAS > KD$ (DAS'ın KD'den büyük ya da eşit olduğu durumlar)

1. ve 2. durum için, doğal arka plan seviyesinin kriter değere oranla küçüklüğü farklı olsa da bu iki durum için eşik değerin belirlenmesinde aynı yöntem izlenmektedir. Bu kapsamda, 1. ve 2. durum, aynı çatı altında, "1. durum" olarak nitelenebilir. Halihazırda, BRIDGE Projesi'nin ilk ara raporlarında 2. durum'dan

bahsedilse de, son raporda 1. durum çatısı altına sokulmuştur. Dolayısı ile yeni denklemde iki durum söz konusu olmaktadır:

Birinci Durum: $DAS \leq KD$

İkinci Durum: $DAS > KD$

Yukarıda verilen birinci ve ikinci durum için ayrı eşik değer belirleme yaklaşımının takip edilmesi gerekmektedir.

Birinci Durum:

Birinci durumda, doğal arka plan seviyesi, kriter değerden daha düşüktür. Dolayısı ile kriter değer hedefine ulaşma şansı bulunmaktadır. Birinci durum için BRIDGE Projesi'nce önerilen formülasyon aşağıdaki şekildedir:

$$\text{Eşik Değer} = (KD+DAS)/2$$

Bu formüle göre, eşik değer, kriter değerle doğal arka plan seviyesinin orta noktasına denk gelmektedir. Bu yaklaşıma göre, Arsenik için belirlediğimiz kriter değer 10 mg/L, tespit ettiğimiz arka plan seviyesi ise 6 mg/L ise, eşik değer 8 mg/L olması gerekmektedir.

Öte taraftan, BRIDGE Projesi'nde yukarıdaki formülasyonun önerilmesine karşın, buradaki temel felsefe, herhangi bir ülkenin, herhangi bir kirletici konsantrasyonunu zaten doğal arka plan seviyesinin altına düşürmeyeceği, kriter değeri de aşmaması gerektiği gerçeğinden hareketle eşik değeri, kriter değer ve doğal arka plan seviyesinin arasında bir noktaya tekabül edecek şekilde belirlemesidir. Dolayısıyla, KD ve DAS aralığında bir noktaya (bu noktalara DAS ve KD'in kendisi da dahildir) tekabül etmesi koşuluyla kriter değer ve doğal arka plan seviyesinin orta noktası dışında bir noktaya denk gelecek bir eşik değer belirlenebilmektedir. Baskıların az olduğu ve tedbirler programının güçlü olduğu durumlar için eşik değer, doğal arka plan seviyesi ya da ona yakın bir değer olarak seçilebilirken, baskıların daha yoğun olduğu kütleler için ise kriter değer ya da kriter değere daha yakın noktalar seçilebilmektedir.

Tablo 12’de, birinci durum söz konusu olduğunda AB üye ülkelerinde, genel olarak, uygulanan formülasyon yer almaktadır.

Tablo 12 Birinci Durum İçin AB Üye Ülke Yaklaşımları (AB Komisyonu, 2010)

| DAS < KD (Birinci Durum) | Üye Ülke | |
|-----------------------------|----------|---|
| Eşik Değer (ED) = DAS | 4 | Bulgaristan, Çek C (metaller için), Litvanya (amonyum için) ve Romanya |
| ED = 0.5 x (RF+DAS) | 2 | Belçika ve Slovakya |
| ED = DAS ve KD arasında | 2 | İspanya ve Malta (ED= x% RD) |
| ED = KD | 3 | Almanya, Danimarka ve Hollanda |

İkinci Durum:

İkinci durumda, doğal arka plan seviyesi, kriter değerden daha büyük bir değere sahiptir. Dolayısı ile kriter değere ulaşma şansı bulunmamaktadır. Bu

durumda, örneğin yeraltı suyu kütlesi içme suyu kaynağı olarak kullanılacaksa ve dolayısıyla kriter değerler, içme suyu standartlarına göre belirlenmişse, yeraltı suyu kütlesinden çekilen su ancak uygun bir arıtmadan sonra içme suyu olarak kullanılabilir. Bu çerçevede, kriter değeri yakalama şansı bulunmasa dahi, yeraltı sularının hiç kirletilmemesi ya da mümkün olduğu ölçüde az kirletilmesi ilkesinden hareket etmek gerekmektedir.

İkinci durum için BRIDGE Projesi’nce önerilen formülasyon aşağıdaki şekildedir:

Eşik Değer =DAS ya da

Eşik Değer = DAS + küçük oranlı ekleme (Örn. DAS’ın %X’i)

Formülasyondaki “küçük ekleme” ye baskının yoğunluğuna ya da ülkenin gelişme/büyüme durumuna göre mevcut baskının ekonomik açıdan önemli olmasından ötürü kısıtlanmasının hangi dereceye kadar yapılabileceğine göre karar verilmelidir. Üye ülkeler, söz konusu eklemelerin hangi nedenle yapıldığını açıklamakla yükümlü olmakla beraber, bu eklemelerin Su Çerçeve Direktifi ve diğer ilgili direktiflerde belirlenmiş olan ekolojik çevre hedefleri açısından da kabul edilebilir bir oranda olması gerekmektedir (Avrupa Komisyonu, 2009).

Tablo 13’de, ikinci durum söz konusu olduğunda AB üye ülkelerinde, genel olarak, uygulanan formülasyon yer almaktadır.

Tablo 13 İkinci Durum İçin AB Üye Ülke Yaklaşımları (AB Komisyonu, 2010)

| DAS > KD | Üye Ülke | |
|-----------------------|----------|--|
| ED=DAS | 10 | Belçika, Kıbrıs (sülfat, klorür ve iletkenlik için), Çek C., Almanya, Danimarka, İspanya, İrlanda, İtalya, Malta, Slovakya |
| ED= DAS+ küçük ekleme | 1 | Hollanda |

| | | |
|---------------------|---|-------------|
| ED= DAS + DAS x 0,1 | 1 | Bulgaristan |
| ED=DAS + DAS x 0,2 | 1 | Romanya |
| ED= 2 x DAS | 1 | Finlandiya |

Doğal arka plan seviyeleri hesaplanırken hangi yaklaşımdan hareket edildiğine ve doğal arka plan seviyesi ile eşik değer belirlenmesi arasındaki ilişkinin hangi ölçütlere göre yapıldığına örnek teşkil etmesi açısından Tablo 14’te bütün Avrupa Birliği üye ülkelerinin izlediği genel yöntem verilmektedir. Tablo incelendiğinde, eşik değerlerin doğal arka plan seviyesiyle ilişkisinin kurulmasında ve doğal arka plan seviyesinin belirlenmesinde oldukça değişken ve esnek yaklaşımların takip edildiği görülmektedir. Öte taraftan, söz konusu tablo, ülkelerin eşik değer belirlemesine yaklaşımının genel bir fotoğrafını çekmekte olup her bir ülkenin farklı parametre ya da farklı yeraltı suyu kütlesi için tabloda belirttiği genel yaklaşımdan farklı bir yöntem izleyebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 14 AB Üye Ülkelerinin Doğal Arka Plan Seviyesi ve Eşik Değer Belirleme Metodolojisi (Avrupa Komisyonu, 2010)

| Üye Ülke | ED ve DAS İlişkisi | DAS Hesaplaması |
|----------|--|---|
| AT | DAS, eşik değerler belirlenirken kullanılmamış olup yeraltı suyunun durum değerlendirmesinde kullanılmıştır. | Ülke genelinde her bir yeraltı suyu kütlesinde önemli sayıdaki parametre için hesaplanmıştır. |

| | | |
|-----------------|---|---|
| BEL | DAS, CIS 18 Rehber Dokümanında belirtilen hususlar ışığında dikkate alınmıştır. Eğer $KD > DAS$: $ED = 0.5 (KD + DAS)$ Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | DAS, BRDIGE Projesinde önerilen yaklaşıma göre hesaplanmıştır. |
| BGR | SO_4, Cl, EC için : $ED = DAS$ Eğer $KD > DAS$: $ED = DAS$ Eğer $KD < DAS$: $ED = 1.1 DAS$ (%10'luk ekleme) | |
| KBR | SO_4, Cl, EC için : $ED = DAS$ | DAS genellikle içme suyu standartlarından küçük olarak hesaplanmıştır (SO_4, Cl, EC hariç) |
| ÇEK C. | Eğer $KD > DAS$: $ED = DAS$ (metaller için) Eğer $KD < DAS$ ve bilinen bir antropojenik etki yoksa: $ED = DAS$ | DAS, izleme verilerinin 95'lik olasılık yüzdeleri dilimi olarak hesaplanmıştır. |
| GE (ALM) | Eğer $KD > DAS$: $ED = KD$ Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | |
| DK | Eğer $KD > DAS$: $ED = KD$ Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | |
| EST | | Klorür için DAS hesaplamasının yapıldığı ifade edilmiştir. |
| İSP | Tuzlu su girişi var ise: $ED = DAS$. İçme suyu olarak kullanılacak yeraltı sularında: Eğer $KD > DAS$: $DAS < ED \leq KD$ Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | Risk altında olan yeraltı suyu kütlelerinin her biri için DAS belirlenmiş olup her bir parametre için 50, 90 ya da 97.7'lik olasılık yüzdeleri dilimi DAS |

| | | |
|-----------------|---|---|
| | | olarak hesaplanmıştır. |
| FIN | ED= 2 x DAS | Sülfür, Kadmiyum, Krom, Bakır ve Civa için, ön eleme yapılan kimyasal su analiz verilerine ait 90'lık olasılık yüzdeleri dilimi DAS olarak ele alınmıştır. |
| FR | Fransa'da, yeraltı suyunda bulunan maddelerin ya tamamen doğal yollarla medyana geldiği ya da tamamen insani faaliyetler sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Tamamen doğal yollarla meydana gelen maddeler için, herhangi bir antropojenik etki olmadığı için, eşik değeri belirlenmemiştir. İnsani faaliyetler sonucunda oluşan maddeler içinse içme suyu standartları eşik değeri olarak belirlenmiştir. | |
| GR (YUN) | Avrupa Komisyonu'na eşik değeri belirleme çalışmalarına ilgili herhangi bir rapor sunmamıştır. Dolayısıyla, hangi metodolojiyi izlediği bilinmemektedir. | |
| HU (MCR) | İçme suyu | Amonyum, sülfat ve iletkenlik (Eİ) için, ön eleme yapılan kimyasal su analiz verilerine ait 90'lık olasılık yüzdeleri dilimi DAS olarak ele alınmıştır. Bu maddeler için DAS, |

| | | |
|-----------------|--|--|
| | | içme suyu standardından daha yüksek bir değer olarak tespit edilmiştir. |
| IRL | Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | DAS, BRDIGE Projesinde önerilen yaklaşıma göre hesaplanmıştır |
| İT | Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | |
| LİT | | |
| LÜX | | |
| LET | Tüm ED ler $> DAS$ Amonyum ve BTEX (Benzen, Toleun, Etilbenzen ve Xetilen'ler) için $ED=DAS$ | |
| MALTA | Eğer $KD > DAS$: $ED = KD$ 'nin belirli bir yüzdesi KD'nin yüzde kaçının alınacağı, risk durumuna ve kirleticinin kimyasal/toksikolojik özelliğine göre belirlenecektir. Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | |
| NL (HLN) | Eğer $KD > DAS$: $ED = KD$ Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ (İkinci durum için klorür dışındaki parametreler için, DAS değerine bazı eklemeler de yapılabilmektedir) | Her bir yeraltı suyu kütlesi için DAS hesaplaması yapılmıştır. |
| PLY | | DAS, yeraltı suyunun kalite durum değerlendirilmesi aşamasında dikkate alınmıştır. |

| | | |
|------------------|---|--|
| POR | Risk altında olan herhangi bir yeraltı suyu kütlesi bulunmadığından ötürü eşik değer belirleme çalışması yapılmamıştır. | |
| RO | Eğer $KD > DAS$: $ED = DAS$ Eğer $KD < DAS$: $ED = 1.2 \times DAS$ | DAS, BRIDGE Projesi metodolojisini de dikkate alarak, 50 ya da 90'lık olasılık yüzdeleri dilimi değerleri ile elde edildi. |
| SWE (İSV) | | DAS, yeraltı suyunun kalite durum değerlendirilmesi aşamasında dikkate alınmıştır. |
| SLV | DAS değerlerine ihtiyaç duyulmamış olup eşik değerler sadece antropojenik olarak oluşabilen maddeler için belirlenmiştir. | |
| SLVK | Eğer $KD > DAS$: $ED = 0.5 \times (KD+DAS)$ Eğer $KD < DAS$: $ED = DAS$ | Sentetik maddeler için $DAS=0$. |
| UK (İNG) | Eşik değerler, genel olarak DAS'lardan daha büyük olacak şekilde belirlenmiştir. | DAS, BRIDGE Projesinde önerilen yaklaşıma göre hesaplanmıştır |

Diğer Hususlar:

Doğal olarak meydana gelmeyen maddeler için doğal arka plan seviyesi söz konusu olmadığı için, kriter değer üzerinden eşik değer belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısı ile doğal olarak meydana gelmeyen maddeler için eşik değer belirlenmesi, doğal olarak meydana gelen maddeler için eşik değer belirlenmesinden daha kolay ve basit bir çalışmayı gerektirmektedir.

Bunlara ek olarak, yeraltı suyu kütlesinden yerüstü suyu kütlesine bir akış var ise, dolayısı ile yeraltı suyu kütlesinde eşik değer belirlenirken kriter değer olarak yerüstü suyu kütlesinin Çevresel Kalite Standardı dikkate alınmıyorsa ve yeraltı

suyundaki doğal arka plan seviyesi ya da ölçülen kirletici parametre konsantrasyonu, yerüstü suyunun ÇKS'sini aşıyorsa:

- i) Yeraltı suyu kütlesinden, yerüstü suyu kütlesine geçecek olan kirletici konsantrasyonunun, yerüstü suyunda ya da yerüstü suyuna geçiş yolunda hangi ölçüde seyreceği ve kirleticinin akiferde tutulması, bozulması vb. nedenlerle hangi ölçüde hafifleyeceğinin (atenüe olacağıının) bilinmesinde fayda bulunmaktadır. Eğer yerüstü suyu kütlesi, yeraltı suyundan gelen kirleticiyi seyreltecekse ya da kirletici akiferde tutulma, bozulma vb. nedenlerle hafifleyecekse, doğal olarak yeraltı suyu için belirlenen eşik değer, ÇKS değerinden daha yüksek bir şekilde hesaplanabilmektedir. Bu durumda karşımıza iki çarpan çıkmaktadır: “Seyrelme Faktörü” (SF) ve “Atenüasyon (Hafifleme) Faktörü” (AF)
- ii) **Seyrelme Faktörü:** Yeraltı suyunun, yüzey suyunda ya da yüzey suyuna geçiş aşamasında belli bir ölçüde seyreceğini varsayan ve bunun derecesini belirleyen faktördür (Müfit Şefik Doğdu, 2011).
Atenüasyon (Hafifleme) Faktörü: Kirleticinin akiferde tutulması, bozulması vb. nedenlerle hafifleyeceğini varsayan faktördür (Müfit Şefik Doğdu,2011).
- iii) Bir parametre için yerüstü suyu kütlesi ÇKS değerinin 10 mg/L olduğu ve yeraltı suyunda bulunan bu kirleticinin yerüstü suyunda ya da yerüstü suyuna geçiş yolunda seyreceği ya da kirleticinin akiferde tutulması, bozulması vb. nedenlerle hafifleyeceği varsayımlarıyla bu kirleticinin yerüstü suyuna geçişte toplam olarak %50 oranında seyreceği ya da hafifleyeceği bir durum ele alınırsa: Bu durumda, kriter değer 10 mg/l olmasına karşın yeraltı suyunda eşik değer 20 mg/L olarak hesaplanabilmektedir. Sonuç olarak yeraltı suyunda 20 mg/L olan konsantrasyon, yerüstü suyuna geçerken ya da yerüstü suyuna ulaştığında %50'lik bir seyrelme ve hafiflemeye uğrayarak 10 mg/L olacak ve yerüstü suyu kütlesinin ÇKS değeri aşılmamış olacaktır. Bu durumda SF ve AF'nin eşik değer için çarpan etkisi 2 olacaktır: $ED= KD \times 2$.

iv) BRIDGE Projesi'ne göre, yeraltı suyu kütlesi ve yerüstü suyu kütlesi arasındaki bağlantı ve etkileşim konusunda ya da kirleticinin akiferde tutulması, bozulması vb. nedenlerle hangi ölçülerde hafifleyeceği hususunda yeterli veri yoksa, söz konusu seyrelme ve atenüasyon faktörleri 1 olarak kabul edilmelidir, yani dikkate alınmamalıdır. Öte taraftan, seyrelme ve atenüasyon faktörlerinin belirlenmesi hususunda, Yeraltı Suyu Direktifi, Su Çerçeve Direktifi, rehber dokümanlar ve BRIDGE Projesi'nde genel geçer bir formülasyon ya da modelleme yöntemi sunulmamış olduğundan bu faktörlerin hesaplanmasındaki yaklaşımların oldukça subjektif olacağı ve ülkeden ülkeye değişkenlik göstereceği aşikardır.

3.5 Yeraltı Suyu Kütlelerinin Kalite Durumlarının Değerlendirilmesi

Yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi, bu kütlelerin karakterizasyonunun yapılması, baskı ve etkilerin ortaya konularak izlenmesi gereken kirletici parametrelerinin belirlenmesi gibi çalışmalar, yeraltı sularının kalite durumlarının değerlendirilebilmesi için yapılan ön çalışmaları oluşturmaktadır.

Belirlenen kirletici parametreler için eşik değerlerin belirlenmesi ise yukarıda bahsedilen aşamalardan farklı olarak, yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumlarının değerlendirilmesini doğrudan etkilemekte olup yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesinde anahtar niteliği taşımaktadır. Yeraltı sularının kalitesinin değerlendirmesi çalışması, eşik değerlerin belirlenmesi ile büyük oranda tamamlanmış olarak değerlendirilebilse de kalite durumunun değerlendirilebilmesi için kirletici konsantrasyonlarının, eşik değerlerle karşılaştırılması; eşik değerlerin aşılıp aşılmadığının tespit edilmesi; eşik değerlerin aşılması söz konusu ise, bu aşımın, ihmal edilebilir bir derecede olup olmadığının “yorumlanarak” ortaya konması gerekmektedir.

3.5.1 Eşik Değerlerin ve Kirlenici Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Eşik değerlerin belirlenmesi işlemlerine benzer şekilde, yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumlarının tespiti de yalnızca risk altında olan yeraltı suyu kütlelerinde, riski oluşturan parametreler bazında yapılmalıdır. Bir yeraltı suyu kütlesi için risk durumu söz konusu değilse, o kütle iyi kalite durumunda olarak kabul edilmelidir (Avrupa Toplulukları, 2009). Bir yeraltı suyu kütlelerinin iyi kalite durumunda olduğunun söylenebilmesi için Tablo 15’te yer alan koşulların sağlanması gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000).

Tablo 15 İyi Yeraltı Kalite Durumu Gereksinimleri (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2000)

| Elementler | İyi durum |
|------------|--|
| Genel | <p>İyi kalite durumu, YAS kütlelerinde izlenen kirlenici konsantrasyonlarının;</p> <ul style="list-style-type: none">i)Tuz ya da diğer kirlenici etkilerini göstermediği,ii)Kalite standartlarının ve belirlenmiş olan eşik değerlerin aşılmadığı,iii)YAS kütlelerine doğrudan bağımlı olan karasal ekosistemlere önemli bir zarar vermeyecek veya yeraltı suları ile ilişkili yerüstü sularının ekolojik ve kimyasal kalitesinde bozulmaya sebep olmayacak kadar düşük olduğu <p>durumdaki yeraltı sularını ifade eder.</p> |

Tablo 15'in (ii) öncülünde belirtilen durum esasında (i) ve (iii) öncülünü de kapsamaktadır (Avrupa Toplulukları, 2009): Eşik değerler ve kalite standartları, zaten tuzlu su girişimini, bağlantılı sucul ve karasal ekosistemleri de hesaba katarak belirlenmiş olan limitlerdir. Buradan hareketle, Yeraltı Suyu Direktifi ve Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, Su Çerçeve Direktifi'nde yer alan ve yukarıda belirtilen 3 koşulun sağlanıp sağlanmadığının anlaşılması için, öncelikle kirletici konsantrasyonları ile o kirletici için belirlenen eşik değerin ya da kalite standardının karşılaştırılması gerektiğini belirtmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012). Eşik değerin ya da kalite standardının, konsantrasyonla karşılaştırılmasından iki sonuç elde edilebilir:

- Birinci Durum: Eşik değerlerin ve kalite standartlarının, yeraltı suyu kütlesinin hiçbir noktasında aşılmadığı durumlar.
- İkinci Durum: Kirletici konsantrasyonlarının bir veya daha fazla noktada kalite standardını veya eşik değeri aştığı durumlar.

Belirtilmesi gereken önemli bir husus da şudur ki: eşik değerlerle ya da kalite standartları ile karşılaştırılacak olan kirletici konsantrasyonlarının, yeraltı suyu kütlesindeki her bir izleme noktasında ölçülüp, her bir nokta için yıllık aritmetik ortalamalarının hesaplanarak, bu yıllık aritmetik ortalamalarının eşik değeri ya da kalite standartları ile mukayese edilmesi gerekmektedir (Scheidleder, 2012; Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012). Kaldı ki, yeraltı suyu kalite durumlarının AB'ye ya da ilgili mercilere raporlanmasında, yeraltı suyu kütlesindeki izleme noktalarından hangisinde ve hangi parametre için eşik değerin aşıldığının harita üzerine işlenip sunulması gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006; Avrupa Toplulukları, 2009). Dolayısı ile izleme ve kıyaslama işlemlerinin, yeraltı suyu kütlesinin bir bütün olarak ele alınıp yapılması değil kütledeki her bir izleme noktası için ayrı ayrı yapılması gerekmektedir. Öte taraftan, kirletici konsantrasyonlarının aritmetik ortalamasını yıllık olarak değil, 9 yıllık ya da 5 yıllık izleme periyodu için hesaplayan AB üye ülkeleri de bulunmaktadır. Aritmetik ortalamasının bu şekilde uzun periyotlar için hesaplanması yeraltı suyu kütlesinde,

daha yakın zamanda meydana gelen kirliliğin gözden kaybolmasına yol açmaktadır (Schiedleder, 2010).

3.5.2 Birinci Durum: Eşik Değerlerin ya da Kalite Standartlarının, YAS Kütlesi Üzerindeki İzleme Noktalarından Hiç Birisinde Aşılmadığı Durumlar

Eşik değerlerin ya da kalite standartlarının, yeraltı suyu kütlesi üzerindeki izleme noktalarından hiç birisinde aşılmaması durumunda, bu yeraltı suyu kütlesinin kalite durumu “iyi” olarak sınıflandırılmalıdır (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006; Avrupa Toplulukları, 2009; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012). Bu mukayesenin, söz konusu yeraltı suyu kütlesinde eşik değer belirlenen her bir parametre ve kalite standardı için, her bir izleme istasyonunda, ayrı ayrı yapılması gerekmektedir (Avrupa Toplulukları, 2009). Görüldüğü üzere, bu mukayesede, hiç bir yoruma yer bırakılmaksızın, sayısal bir karşılaştırma yapmak suretiyle, yeraltı suyu kütlesinin “iyi” durumda olduğunun tespit edilmesi söz konusudur.

3.5.3 İkinci Durum: Eşik Değerin ya da Kalite Standardının Bir veya Daha Fazla Nuktada Aşılmış Olduğu Durumlar

Bir yeraltı suyu kütlesinde, herhangi bir noktada eşik değer ya da kalite standartının aşılması, o yeraltı suyunu otomatik olarak “kötü” kalite sınıfına sokmamaktadır. Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik’in 10(2)-c fıkrasına ve Yeraltı Suyu Direktifi’nin 4(2)-c fıkrasına göre, eşik değer ya da kalite standardı bir veya daha fazla noktada aşılmış olsa dahi, aşağıdaki kriterlerin sağlanması durumunda, söz konusu yeraltı suyu kütlesinin kalite durumu “iyi” olarak nitelendirilmelidir:

“Kirlenici konsantrasyonlarının bir veya daha fazla noktada YAS kalite standardını veya eşik değeri aşması durumunda;

- 1) Eşik değeri ya da kalite standardını aşan bu kirletici konsantrasyonlarının, etkilenen YAS kütlelerinin etkilenen kısmının boyutu da dikkate alınarak, önemli bir çevresel riske sebep olmadığı tespit edilmesi,
- 2) Tablo 15'te yer alan diğer şartları [i) öncülü: 'tuz ya da diğer kirletici etkilerini göstermediği' durumu ve iii) öncülü: 'YAS kütlelerine doğrudan bağımlı olan karasal ekosistemlere önemli bir zarar vermeyecek veya yeraltı suları ile ilişkili yerüstü sularının ekolojik ve kimyasal kalitesinde bozulmaya sebep olmayacak kadar düşük olduğu' durumu] sağlaması,
- 3) Yeraltı suyu koruma alanlarına ilişkin gereklilikleri [SÇD 7.3'te belirtilen, yeraltı suyunun mümkün mertebe az arıtmaya ihtiyaç duyarak insani tüketime sunulması için koruma alanlarının oluşturulması ilkesi] sağlaması,
- 4) Söz konusu kirliliğin insani maksatlı kullanımları önemli ölçüde azaltacak/sınırlandıracak şekilde etkilememesi

gerekmektedir." (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012)

Görüldüğü üzere, bölüm 3.5.1'de belirtilen birinci durumda (eşik değerin aşılmadığı durum) eşik değerlerin/kalite standartlarının kirletici konsantrasyonu ile sayısal bir mukayesesi söz konusu iken ikinci durumda eşik değerin aşılmış olmasına karşın, söz konusu aşımın önemli bir ölçüde olup olmadığı yorumlanması söz konusudur.

Kirletici konsantrasyonlarının bir veya daha fazla noktada YAS kalite standardını veya eşik değeri aştığı durumlar için, yukarıda verilen Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik ile Yeraltı Suyu Direktifi hükümlerinden (bkz. sayfa 83):

a) 1. ve 4. fıkra,

- aa) Eşik değeri ya da kalite standardını aşan kirletici konsantrasyonlarının, ilgili YAS kütlelerinin önemli bir kısmında aşılmış olduğunu ve bu aşımın, yeraltı suyu kütlelerinin insani maksatlı

kullanımı için uygun olan alanını hangi ölçüde azaltıp azaltmayacağını konu edinmektedir. Söz konusu aşımın boyutunun anlaşılabilmesi için, yeraltı suyu kütlesinin kavramsal modelinin kurularak ilgili kirleticilerin yeraltı suyundaki kirlilik dağılımı için senaryolar oluşturulması buradan hareketle kalite standardından veya eşik değerden daha yüksek olan bir kirletici konsantrasyonunun, yeraltı suyu kütlesi üzerindeki yıllık aritmetik ortalama yayılımının tahmin edilmesi gerekmektedir (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012). Bu modelde, yeraltı suyu kütlesinin hangi noktalarına kadar eşik değerin aşılma halinde olduğu ve hangi sınırdan itibaren kirlilik konsantrasyonlarının eşik değerin altına düştüğünün elde edilmesi ve buradan hareketle eşik değerin aşıldığı alanın, tüm yeraltı suyu kütlesinin alanına oranının hesaplanması gerekmektedir. Söz konusu modellemenin yapılabilmesi için, yeraltı suyu kütlesinin akım bilgilerine, hidrojeolojik yapısına, hidrokimyasal özelliklerine vb. verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Avrupa Topluluklar, 2009). Dolayısı ile söz konusu yeraltı suyu kütlesinin ayrıntılı karakterizasyonunda ortaya çıkarılan kavramsal model, başka birçok aşamada olduğu üzere, kalite durumunun belirlenmesinin bu aşamasında da da önem arz etmektedir.

b) 2. ve 3. fıkra ise:

- bb) Yeraltı suyuna tuz ya da diğer girişlerin olup olmadığının ve var ise bu girişlerin yoğunluğunun önemli ölçüde olmadığını tespitini,
- cc) Kendisine bağımlı sucul ekosistemlere yeraltı suyu kütlesinden geçen veya geçmesi muhtemel kirletici konsantrasyonları miktarının/etkisininin tespit edilerek bu miktarın/etkinin önemli ölçüde olmadığını tespitini,
- dd) Kendisine bağımlı karasal ekosistemlere yeraltı suyu kütlesinden geçen veya geçmesi muhtemel kirletici konsantrasyonu

miktarının/etkisinin tespit edilerek bu miktarın/etkinin önemli ölçüde olmadığı tespitini,

ff) Yeraltı suyu kütlesindeki kirleticilerin, insani tüketim için yeraltı suyundan çekilen veya çekilecek suyun kalitesinde oluşturacağı riski ve yeraltı suyundan çekilecek suyun mümkün mertebe düşük ölçüde arıtmaya ihtiyaç duyularak tüketiciye sunulabiliyor olma durumunun tespitini,

gerektirmektedir. (Avrupa Toplulukları, 2009).

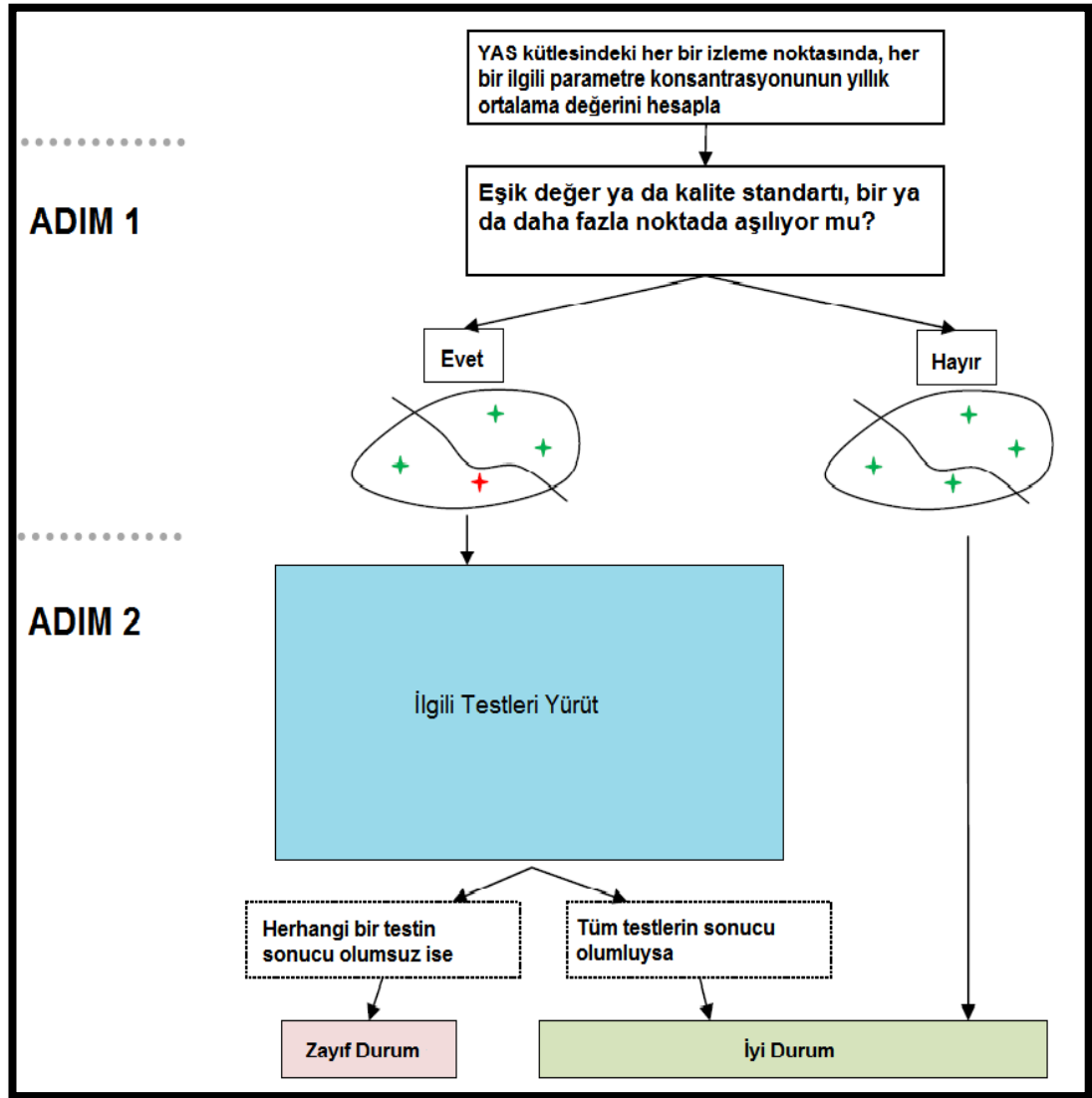
Görüldüğü üzere, eşik değerin ya da kalite standardının bir veya daha fazla noktada aşılmış olduğu durumlarda (ikinci durum), yeraltı suyu kalite durumunun yorumlanabilmesi ve bu yeraltı suyu kütlelerinin iyi kalite durumunda olup olmadığına ilişkin değerlendirme yapılabilmesi için (a) ve (b) öncüllerinde belirtilen beş hususun (aa, bb, cc, dd, ee ve ff) sağlanıp sağlanmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, söz konusu 5 hususun tamamını karşılayabilen yeraltı suyu kütlelerinin iyi kalite durumuna sahip olduğu kabul edilmelidir. (Avrupa Parlamentosu Konseyi, 2006; Avrupa Toplulukları, 2009; Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik, 2012).

Öte taraftan yeraltı suyuna ilişkin direktiflerde ve ülkemiz mevzuatında, (a) ve (b) öncüllerinde sunulan hususlar için değerlendirme yapılmasının gerekliliği belirtilmiş olmakla birlikte bu değerlendirmenin nasıl yapılması gerektiğine ilişkin herhangi bir öneride bulunulmamış ve bir metodoloji sunulmamıştır. Bu eksiklikten hareketle, eşik değerin ya da kalite standardının bir veya daha fazla noktada aşılmış olduğu durumlarda (ikinci durum), yeraltı suyu kalite durumunun pratik bir şekilde değerlendirilebilmesini teminen, Avrupa Komisyonu'nun 18 numaralı "Yeraltı Sularının Durum ve Eğilim Değerlendirmesi Rehber Dokümanı" nda bir takım testler önerilmiştir. Söz konusu testler (a) ve (b) öncüllerinde belirtilen 5 hususun (aa, bb, cc, dd, ee ve ff) değerlendirilebilmesini amaçlamaktadır. Dolayısı ile eşik değerin ya da kalite standardının bir veya daha fazla noktada aşıldığı bir yeraltı suyu kütlelerinin iyi kalite durumunda olduğunun söylenebilmesi için söz konusu testlerin bütününden "iyi kalite durumu" sonucunun alınmış olması gerekmektedir. Herhangi bir testin "zayıf durum" olarak sonuçlanması, yeraltı suyu kütlelerinin kalite durumunun "zayıf"

olduğunu göstermektedir (Avrupa Toplulukları, 2009). (A) ve (b) öncüllerinde belirtilen 5 hususun her birinin sağlanmasının yapılması için 5 test bulunmaktadır.

Öte taraftan, söz konusu testler, her ne kadar direktifte yer alan esnek ve genel ifadeyi belli bir formülasyona büründürmeyi amaçlayıp bunu bir ölçüde başarmış olsa da, bu testlerde de hala esnek ve göreceli hususlar bulunmaktadır.

Şekil 13'te yeraltı suyu kalite durumunun değerlendirilmesinde takip edilmesi gereken aşamalar sırasına göre sunulmuş olup söz konusu testlerin kalite durumu değerlendirmesindeki fonksiyonu verilmektedir.



Şekil 13 Yeraltı Suyu Kalite Durumunun Belirlenmesinde Genel Prosedür (Avrupa Toplulukları, 2009).

Eşik değerin ya da kalite standardının bir veya daha fazla noktada aşılmış olduğu durumlarda kalite durumunun iyi olarak nitelendirilebilmesi için gereken koşullar ve bu koşulların karşılanıp karşılanmadığını inceleyen testler Tablo 16’da sunulmaktadır.

Tablo 16 Gereklilikler ve Testler

| Kalite Durumun “İyi” Olarak Nitelendirilebilmesi İçin Gereken Koşullar | Yapılması Gereken Test |
|--|---|
| Eşik değerin ya da kalite standardının yeraltı suyu kütlesinin, boyut olarak, sadece önemsiz bir kısmında aşılmış olması ((aa) öncülü) | Test 1: Yeraltı suyu kütlesinin bütünün genel kalite durumunun tespiti |
| Yeraltı suyuna tuz ya da diğer girişlerin mevcudiyetinin tespiti ve bu girişlerin yoğunluğunun önemli ölçüde olmaması ((bb) öncülü) | Test 2: Tuzlu su ve diğer girişimlerin tespiti |
| Kendisine bağımlı sucul ekosistemlere yeraltı suyu kütlesinden geçen veya geçmesi muhtemel kirletici konsantrasyon miktarının/etkisinin önemli ölçüde olmaması ((cc) öncülü) | Test 3: Bağlantılı yerüstü suyu kütlesinin kimyası ve ekolojisine olan etkilerin tespiti |
| Kendisine bağımlı karasal ekosistemlere yeraltı suyu kütlesinden geçen veya geçmesi muhtemel kirletici konsantrasyon miktarının/etkisinin önemli ölçüde olmaması ((dd) öncülü) | Test 4: Bağlantılı karasal ekosisteme olan etkilerin tespiti |
| Yeraltı suyundan, insani tüketim amacıyla çekilecek suyun mümkün mertebe düşük ölçüde arıtmaya ihtiyaç duyması ((ff) öncülü) | Test 5: İçme suyu koruma alanlarına ilişkin SÇD gereksinimlerinin (Madde 7.3) karşılanıp karşılanamadığının tespiti |

3.5.3.1 Kalite Değerlendirme Testleri

Eşik değerlerin ya da kalite standartlarının aşıldığı durumlarda YAS kütlelerinin kalite durumlarının belirlenmesi için önerilen testler ve testlerin uygulama adımları aşağıda yer almaktadır.

Test 1: Yeraltı Suyu Kütlesinin Bütünün Genel Kalite Durumunun Tespiti

“Yeraltı Suyu Kütlesinin Bütünün Genel Kalite Durumunun Tespiti” testi eşik değerlerin ya da kalite standardının yeraltı suyu kütlesinin, boyut olarak, sadece önemsiz bir kısmında aşılarak aşılmadığını kontrol etmeyi amaçlamaktadır.

1.Adım: Eşik değerlerin ya da kalite standartlarının, yeraltı suyu kütlesi üzerindeki izleme noktalarından herhangi birisinde aşılarak aşılmadığı tespit edilir. Herhangi bir aşımın olmaması durumunda, diğer adımlara geçilmeksizin, bu yeraltı suyu kütlesinin kalite durumu “iyi” olarak sınıflandırılır. Herhangi bir izleme noktasında eşik değerlerin ya da kalite standardının aşılması söz konusu ise 2. adıma geçilir.

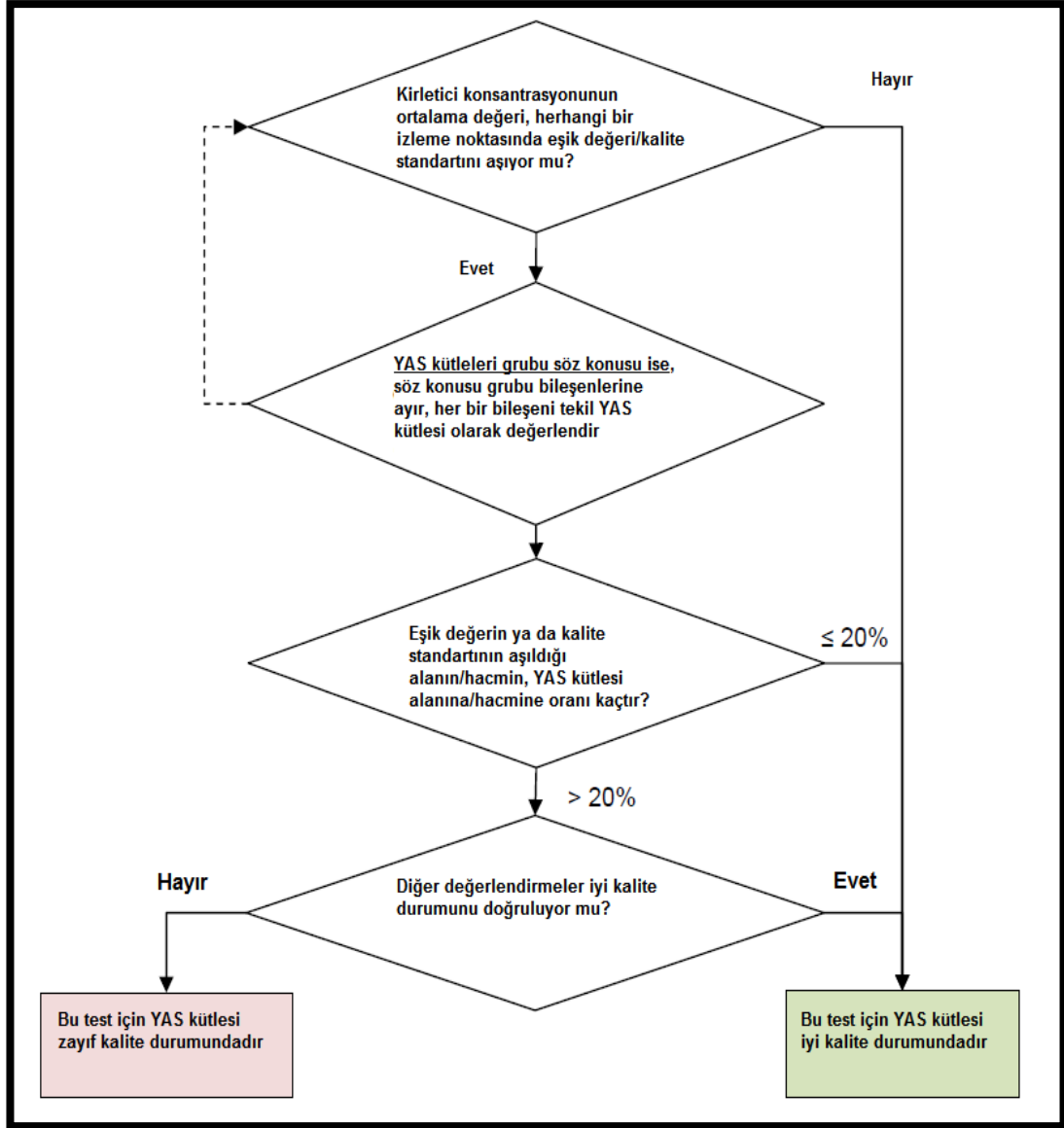
2.Adım: Birbirlerine benzer hidrojeolojik ve jeolojik özellikler gösterdiği, benzer baskı-etkilere maruz kaldığı, baskı-etkilerin miktarı ile kütlelerinin boyutu birbirine yakın olduğu için, yönetsel kolaylık açısından, bir yeraltı suyu kütlesi çatısı altında gruplandırılarak tek bir yeraltı suyu kütlesi olarak değerlendirilen yeraltı suyu kütleleri söz konusu ise (bkz. bölüm 3.1.4.2) eşik değerlerin ve kalite standardının aşıldığı bileşen ya da bileşenler söz konusu “çatı yeraltı suyu kütlesi”nden çıkarılarak elde edilen yeni yeraltı suyu kütleleri için birinci adım tekrar edilir. Bu adım sadece yeraltı suyu kütlelerinin gruplandırılarak, tek bir yeraltı suyu kütlesiymiş gibi ele alındığı durumlar için geçerli olup test için, bu adımdan sonra tekrar 1. adıma dönülmesi ve 1. adımdan 3. adıma geçilmesi gerekmektedir. Eğer böyle bir gruplandırma yok ise, bu adım geçilmelidir.

3.Adım: Yeraltı suyu kütlesinde eşik değerlerin ya da kalite standardının aşıldığı kısımların büyüklüğü hesaplanıp bu büyüklüğün önemli ölçüde olup

olmadığı değerlendirilir. Söz konusu büyüklüğün alan ya da hacim şeklinde hesaplanmasına ek olarak bu büyüklüğün toplam yeraltı suyu kütlesinin büyüklüğüne oranının %20'si olarak ele alınması önerilmektedir. Dolayısı ile bu adımda, eşik değerin ya da kalite standardının aşıldığı kısımların yeraltı suyu kütlesi alanının ya da hacminin %20'sinden fazla olmaması önerilmektedir.

Bu adım için önem arz eden başka bir husus da şudur ki: Yeraltı suyunda kirletici konsantrasyonları sadece izleme noktalarında ölçülmektedir. Öte taraftan bu adım için “eşik değerin ya da kalite standardının aşıldığı kısımların büyüklüğünün” belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu kısımlar, ancak uygun kirlilik dağılım modellemesi ile, yeraltı suyu kütlesinin hangi noktalarına kadar eşik değerin aşılma halinde olduğu ve hangi sınırdan itibaren kirlilik konsantrasyonlarının eşik değerin altına düştüğünün elde edilmesi ve buradan hareketle eşik değerin aşıldığı alanın, tüm yeraltı suyu kütlesinin alanına oranının hesaplanması ile mümkün olabilecektir. Söz konusu modellemenin yapılabilmesi için de yeraltı suyu kütlesininin akışına, hidrojeolojik yapısına, hidrokimyasal özelliklerine vb. verilere ihtiyaç duyulacağı açıktır (Avrupa Toplulukları, 2009).

4.Adım: Aşım %20'nin üzerindeyse: ölçüm ve analizlerdeki belirsizlikler/hata payları, izleme ağının tam olarak doğru bir şekilde kurulamamış olması ve kirletici konsantrasyonlarının çok fazla dalgalanma göstermesi gibi hususların hangi derecede mevcut olduğu da hesaba katılarak, aşım derecesinin kabul edilebilir ölçüde olup olmadığına yönelik değerlendirilme yapılmalıdır (Avrupa Toplulukları, 2009). Bir başka ifadeyle izlemedeki belirsizliklerin/hata payının, %20'lik kabul edilebilir aşım oranına da belli bir $\pm X$ değeri getireceği düşünülmektedir. Görüldüğü üzere, Avrupa Komisyonu'nun 18 numaralı “Yeraltı Sularının Durum ve Eğilim Değerlendirmesi Rehber Dokümanı” nda önerilen 1. testin bu adımı oldukça esnek bir yaklaşım içermekte olup uygulamada birçok subjektif değerlendirmeye de yol açabileceği açıktır. Öte taraftan, aşımın olduğu alanın/hacmin “önemsiz” sayılacağı boyutun büyüklüğü Yeraltı Suyu Direktifi'nde de verilmediğinden ötürü, rehber dokümanın bu alanı %20'lik oran olarak bağlayıcı bir şekilde belirlenmesinin beklenemeyeceği de açıktır.



Şekil 14 “Test 1” İçin Uygulama Prosedürü (Avrupa Toplulukları, 2009).

Test 2: Tuzlu Su ve Diğer Girişimlerin Tespiti

Bu test, jeolojik ya da coğrafik nedenlerden ötürü yeraltı suyu kütlesinde doğal olarak bulunan tuzluluğu değil, su çekiminden ötürü meydana gelen tuzlu su ve diğer (Örn. kötü kaliteli su muhteva eden ve temas halinde olan akiferden gelen girişim) girişimleri incelemektedir. Dolayısı ile bu test için öncelikle miktar durumu analizinin yapılması gerekmektedir. Bu analiz ile, yeraltı suyu kütlesinin, çekimden ötürü tuzlu su ve diğer girişim risklerini taşıyan kısımları saptanmaktadır (Avrupa Toplulukları, 2009).

“Tuzlu su girişimi, sahil b6lgelerinde yer alan akiferlerin denize doğru aılması halinde tuzlu suyun sahil akiferlerine doğru ilerlemesidir. Deniz suyu ile etkileşim halinde olan akiferlerde, tuzlu deniz suyu ile tatlı yer altı suyu arasındaki yoğunluk farkından dolayı bir girişim yuzyeyi meydana gelmektedir. Bu b6lgelerde insan aktivitelerinin artması ile birlikte tuzlu su ile tatlı su arasındaki denge bozulmakta ve kıyı b6lgelerinde bulunan akiferlerin b6y6k bir çoğunluğu deniz suyu girişimi nedeniyle tuzlanma tehlikesi altında kalmaktadır.”(Arslan vd., 2011). Dolayısı ile çekimden 6t6r6 tuzlu su girişimi 6zellikle kıyı b6lgelerinde olup da aşırı çekim yapılan yeraltı suyu k6tleleri için s6z konusu olabilmektedir. Aşırı çekimden 6t6r6 yeraltı suyu seviyesi d6řd6ke, tuzlu su girişimi meydana gelmektedir. Bu kapsamda, bu test için de 6zellikle bu niteliği taşıyan yeraltı suyu k6tleleri hesaba katılmalıdır.

S6z konusu testin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

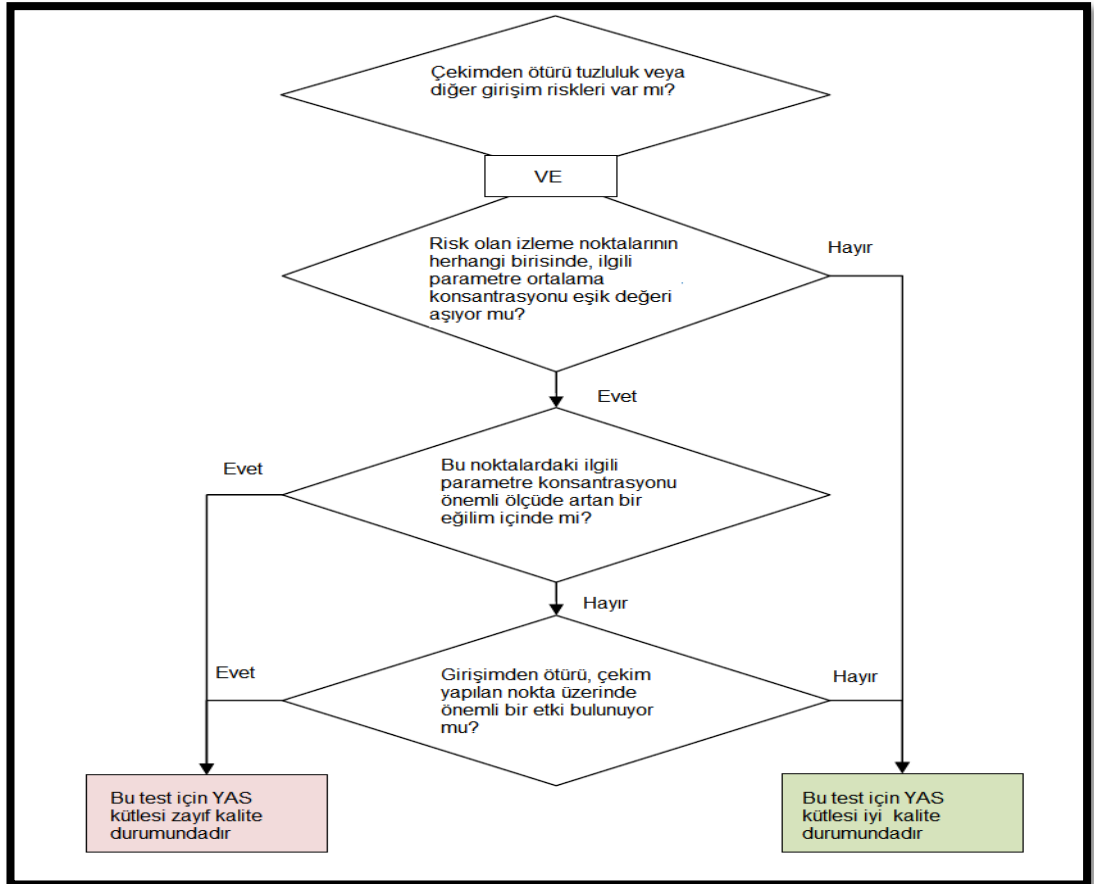
1.Adım: Yeraltı suyu k6tlesinin, çekimden 6t6r6, tuzlu su ve diğer girişim risklerini taşıyan alanları saptanır. Bu saptama yeraltı suyu k6tlesinin miktar analizi ve su b6tesinin yapılmasıyla m6mk6n olabilmektedir.

2.Adım: Çekimden 6t6r6 tuzlu su ve diğer girişim risklerini taşıyan izleme noktalarında, tuzlu su ve diğer girişimleri temsil eden parameterler (6rn. Cl^- , SO_4^{2-} ve elektriksel iletkenlik) için belirlenmiş eşik değerlerin aşılıp aşılmadığı kontrol edilir. Eşik değer herhangi bir izleme noktasında aşılmışsa, 3. adıma geçilir; aşılmamışsa yeraltı suyu k6tlesi bu test için iyi kalite durumunda olarak nitelendirilir.

3.Adım: İlgili izleme noktalarındaki ilgili parametre (6rn. Cl^- , SO_4^{2-} ve elektriksel iletkenlik) konsantrasyonlarının trend analizi yapılır ve bu trendin istatistiki olarak 6nemli 6l6de artıp artmadığı kontrol edilir. Bu adım 4. adımla birlikte değerlendirilmekte olup, iyi kalite durumu için her iki adımdan da “olumlu” sonucun alınması gerekmektedir.

4.Adım: Tuzlu su ve diğer girişimlerden ötürü, çekim yapılan nokta ya da noktalar üzerinde önemli bir etkinin bulunup bulunmadığı değerlendirilir. Böyle bir etki yoksa ve 3. adımda incelenen trend önemli ölçüde artmıyorsa, yeraltı suyu kütlesi bu test için iyi kalite durumunda olarak nitelendirilir (Avrupa Toplulukları, 2009).

Görüldüğü üzere, Test 2'nin ilk adımlarında izleme noktaları üzerinden bir değerlendirme yapılırken son adımda sadece çekim yapılan noktaları üzerinden bir değerlendirme yapılmaktadır. Bu kapsamda, bu test genel ölçekte (izleme noktası) yapılan değerlendirmelerin kalite açısından olumsuz sonuçlanmasını müteakiben değerlendirmeyi daha noktasal (çekim noktası) bir ölçüğe kaydırmaktadır. Testin 4. adımını, çekilen suyun, kullanım maksadını sağlayıp sağlamadığını tespit ederken 3. adımda yapılan trend analizi ise çekilen su mevcut durumda kullanım maksadını sağlıyorsa bile bu karşılama durumunun uzun vadede geçerli olup olmayacağını incelemektedir.



Şekil 15 “Test 2” İçin Uygulama Prosedürü (Avrupa Toplulukları, 2009).

Test 3: Bağlantılı Yerüstü Suyu Kütlesinin Kimyası ve Ekolojisine Olan Etkilerin Tespiti

Bu test, yeraltı suyu kütlelerinin, bağlantılı olduğu yerüstü suyu kütleleri üzerinde, bu yerüstü suyu kütlelerinin SÇD'de belirtilen çevresel hedeflere ulaşmasını engelleyecek oranda, bir etkisinin bulunup bulunmadığını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla test, risk arz eden yerüstü suyu kütleleriyle bağlantıda olan yeraltı suyu kütlelerini kapsamaktadır (Avrupa Toplulukları, 2009).

Testin uygulama adımları şu şekildedir:

1. Adım: Yerüstü suyu kütlesinin çevresel hedefleri sağlayıp sağlayamadığı tespit edilir ve yeraltı suyu kütlesinin bu çevresel hedeflere ulaşamamasında bir katkısının olup olmadığı belirlenir.

Bu adımda temel olarak, yeraltı suyu kütlesinin herhangi bir yerüstü suyu kütlesiyle bağlantısının olup olmadığı ve bağlantı var ise bağlantılı yerüstü suyu kütlesinin iyi kimyasal ve ekolojik durumda olup olmadığına bakılır. Yeraltı suyu kütlesinin herhangi bir yerüstü suyu kütlesiyle bağlantısı yok ise ya da bağlantılı olan yer üstü suyu kütlesi kendisi için belirlenen çevresel hedeflere ulaşıyor ise, yeraltı suyu kütlesi bu test için iyi kalite durumunda olarak nitelendirilir. Bu koşullar sağlanmıyorsa ikinci adıma geçilir.

2. Adım: Yeraltı suyu kütlesinde, kirlenici ortalama konsantrasyonunun eşik değeri ya da kalite standardını aşan izleme noktaları tespit edilir. Aşım olan noktalardan yerüstü suyu kütlesine bir taşınım olup olmayabileceği değerlendirilir (söz konusu değerlendirme, yeraltı suyu kütlesinin yer üstü suyu kütlesiyle etkileşim halinde olan kısımlarını göz önünde bulundurarak, ilgili izleme noktasının etkileşim halinde olan kısımda olup olmamasına ya da bu kısma yakınlığına bakılarak yapılır). Eğer bir taşınım olasılığı söz konusu değilse yeraltı suyu kütlesi bu test için iyi kalite durumundadır. Aksi takdirde bir sonraki adıma geçilir.

3. Adım: Yeraltı suyu kütlesinden yerüstü suyuna taşınan kirletici miktarları ve etkileri hesaplanır. Seyrelme faktörü ve hafifleme faktörünün de (bkz. Bölüm 3.4.7.3, kısım “Diğer Hususlar”) dikkate alınmasıyla, yeraltı suyunun yerüstü suyunun kirlilik yüküne olan katkısı hesaplanır. Bu katkı önemli oranda ise (genellikle %50'nin üzerinde ise) (Avrupa Toplulukları, 2009) bu yeraltı suyu kütlesinin bu test için zayıf kalite durumunda olduğu belirlenir.

Görüldüğü üzere bu adımın tam olarak tatbik edilebilmesi için yeraltı suyu kütlesi ile yerüstü suyu kütlesi arasındaki etkileşim hakkında yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir.

Test 4: Bağlantılı Karasal Ekosisteme (BKE) Olan Etkilerin Tespiti

Bu test, yeraltı suyu kütlelerinin, bağlantılı olduğu karasal ekosistemler üzerinde, bu karasal ekosistemlerin SÇD'de ve ilgili korunan alanlar mevzuatında belirtilen çevresel hedeflere ulaşmasını engelleyecek oranda, bir etkisinin bulunup bulunmadığını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla test, risk arz eden karasal ekosistemlerle bağlantıda olan yeraltı suyu kütlelerini kapsamaktadır. Ayrıca, “yeraltı suyu kütleleriyle bağlantılı karasal ekosistemler” ifadesi, yeraltı suyu kütleleriyle bağlantısı bulunan Natura 2000 alanları ile yine yeraltı suyu kütleleriyle bağlantısı bulunan, ekolojik ya da sosyo-ekonomik açıdan önem arz eden karasal ekosistemleri işaret etmektedir.

Testin uygulama adımları şu şekildedir:

1.Adım: Bağlantılı karasal ekosistemin çevresel hedefleri sağlayıp sağlayamadığı tespit edilir ve yeraltı suyu kütlesinin bu çevresel hedeflere ulaşamamasında bir katkısının olup olmadığı belirlenir.

Bağlantılı karasal ekosistem, kendisi için belirlenmiş olan çevresel hedeflere ulaşıyor ise, yeraltı suyu kütlesi bu test için iyi kalite durumunda olarak nitelendirilir. Bu koşullar sağlanmıyorsa ikinci adıma geçilir.

2. Adım: Yeraltı suyu kütlesinde, kirletici ortalama konsantrasyonunun eşik değeri ya da kalite standardını aşan izleme noktaları tespit edilir. Aşım olan noktalardan bağlantılı karasal ekosisteme bir taşınım olup olmayabileceği değerlendirilir (söz konusu değerlendirme, yeraltı suyu kütlesinin risk arz eden bağlantılı karasal ekosistemle etkileşim haline olan kısımlarını göz önünde bulundurarak, ilgili izleme noktasının etkileşim halinde olan kısımda olup olmamasına ya da bu kısma olan mesafesine bakılarak yapılır). Eğer bir taşınım olasılığı söz konusu değilse yeraltı suyu kütlesi bu test için iyi kalite durumundadır. Aksi takdirde, bir sonraki adıma geçilir.

3. Adım: Yeraltı suyu kütlesinde bağlantılı karasal ekosisteme taşınan kirletici miktarları ve etkileri hesaplanır. Bu taşınım önemli bir miktardaysa ve bağlantılı karasal ekosisteme zarar veriyorsa, söz konusu yeraltı suyu kütlesinin bu test için zayıf kalite durumunda olduğu belirlenir (Avrupa Toplulukları, 2009).

Test 5: İçme Suyu Sağlanan YAS Kütlelerinde SÇD'nin 7(3). Maddesinin Karşılanma Durumunun Tespiti

İçme suyu sağlanan yeraltı suyu kütleleri için yapılan bu testin maksadı, SÇD'nin 7(3). Maddesi'nde de belirtildiği üzere, içme suyu sağlanan YAS kütlelerinde, içme suyunun mümkün olan en az arıtmaya (ekonomik vb. nedenlerden ötürü) ihtiyaç duyularak tüketiciye ulaştırılabilmesidir.

Söz konusu test, diğer testlerde de olduğu gibi, sadece hâlihazırda eşik değerlerin/kalite standartlarının aşılmış olduğu YAS kütleleri için yapılmaktadır. Öte taraftan, içme suyu sağlanan YAS kütlesinde, ilgili parametre için eşik değer/kalite standardı aşılmışsa, içme suyu elde etmek için bir (ya da daha fazla) arıtma tesisi zaten mevcut olmak durumundadır. Bu kapsamda, bu test, var olan arıtma tesisinin kapasitesinin arttırılmasını gerektirecek derecede bir antropojenik kirlilik artışının olup olmadığını irdelemektedir.

Testte, içme suyu için çekim yapılmakta olup arıtmaya verilen noktalarda, ilgili parametre konsantrasyonlarının eğilimleri tespit edilir. Söz konusu eğilimler, arıtma tesisinin kapasitesinin arttırılmasına neden olacak bir şekilde sürekli bir artış içindeyse, söz konusu yeraltı suyu kütlesi bu test için zayıf kalite durumunda olarak kabul edilir. Aksi durumda, yeraltı suyu kütlesinin bu test için iyi kalite durumunda olduğunu söylemek mümkündür.

Söz konusu testte, incelemeyi minimize etmek üzere, sadece risk oluşturan parametrelerin ele alınmasında fayda bulunmaktadır. Ayrıca söz konusu test, sürekli ve önemli ölçüde artan eğilimin tespit edilmesini de içerdiğinden test için istatistik biliminden de faydalanmak gerekmektedir.

4 DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER

Ülkemizde yeraltı sularının yönetiminin sağlanabilmesi için önemli bir adım olarak düşünülen ve “Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliği” gereğince de ülkemiz için yasal bir zorunluluk hale gelen yeraltı sularının kalite değerlendirmelerinin gerçekleştirilebilmesi için faydalanılan kaynaklardan edinilen bilgiler ışığında kalite değerlendirmesi için uygun bir metodolojinin araştırılması esnasında aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

“Yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesine ilişkin bir metodoloji” ifadesi her ne kadar tekil bir kavramı çağırırsa da esasında bu metodolojinin her bir aşamasında birden fazla yaklaşım söz konusu olabilmektedir. Bu tez çalışmasında ele alınan söz konusu yaklaşımların büyük bir kısmının ülkemizde uygulanması teorik olarak mümkün görülmekle birlikte ülkemizdeki teknik kapasite, konuya ilişkin olarak yetiştirilmiş insan gücü ve ekonomik durum vb. hususlar bu yaklaşımların seçiminde belirleyici faktörlerdir. Ülkemizin teknik imkânları, yeraltı sularının izlenmesi ve değerlendirilmesi için gereken çalışmalar için ayrılan ekonomik kaynak ve gerekli bilgi altyapısı arttıkça bu araştırmada konu edilen yaklaşımların uygulanabilme imkânı artacaktır.

Yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesinin sağlıklı bir biçimde yapılabilmesi için, yeraltı suları ile ilgili yapılan tüm çalışmaların zeminini oluşturan kütle belirleme çalışmalarının dikkatli bir şekilde yapılmış olması ve bu çalışmalarda ülkemiz koşullarının dikkate alınmasında fayda bulunmaktadır. Yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesine ilişkin olarak SÇD’de $10 \text{ m}^3/\text{gün}$ kriteri yer almakta olup bu rakama göre ülkemizin neredeyse tamamının YAS kütlesi kabul edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle söz konusu değer en az $0,5 \text{ l/s}$ olarak ele alınması kütlelerin değerlendirilebilmesi açısından da önemli görülmektedir.

Yeraltı sularının kalite değerlendirmesinde önemli bir aşama olan yeraltı suyu kütlelerinin karakterizasyonu çalışmaları yapılırken kütlelerin hidrojeolojik yapısı, akım yönleri, sınırları, baskı-etki durumları ve kütleyle bağlantılı sucul ve karasal ekosistemlerin bağlantı durumları hakkında azami ölçüde bilgi edinilmesi ve bu

kütlelerin yerüstü suları ile etkileşim boyutunun ortaya konulmasında fayda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, karakterizasyon çalışmaları esnasında yeraltı sularının kullanım maksatlarının detaylı olarak belirlenmesi de önem arz etmektedir. Suyun birden fazla maksatla kullanılması halinde suyun öncelikli kullanım amacının belirlenerek kalite durumunun bu tespite göre yapılması gerekli görülmektedir.

Maliyet-işgücü-zaman ihtiyacının daha yüksek olması sebebiyle ülkemizde ayrıntılı karakterizasyonun sadece risk arz eden kütleler için yapılmasının yerinde olacağı düşünülmekle birlikte henüz risk altında olmayan ancak önemli etkisi olabileceği düşünülen yeraltı suyu kütlelerinde ise fayda maliyet analizi yapılarak ayrıntılı karakterizasyonun yapılmasının şüphesiz ki daha net bir tablo ortaya çıkaracağı aşikardır.

Karakterizasyon çalışmalarının önemli bir parçası olan baskı-etki analizinin, yeraltı sularının kalite değerlendirmesinde önemli bir aşama olan eşik değerlerin belirleneceği YAS kütlelerinin ve parametrelerin belirlendiği aşama olması hasebiyle, dikkatli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Yeraltı suyu kütleleri için bu çalışma yapılırken, yerüstü sularını etkileyen baskıların büyük oranda yeraltı sularını da etkileyebileceği düşüncesinden hareketle, daha önce farklı projeler kapsamında ele alınan (nehir havza yönetim planları vs.) ve/veya yerüstü suları için yapılmış olan çalışmalardan faydalanılmasının zaman ve işgücü kaybını önemli ölçüde azaltacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, söz konusu çalışma ve projelerden elde edilen bilgiler ışığında kirletici unsurların yeraltı sularını etkileme olasılıklarının yeniden ele alınması, toprağın kirleticileri tutma durumunun ortaya konması ve eksik olduğu düşünülen bilgilerin tamamlanmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

YAS kütlelerinin kalitesinin değerlendirilmesi aşamasında yapılacak olan kirlilik dağılım modellemelerinin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için, karakterizasyon aşamasında, bu kütlelerdeki akış yönlerinin dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmekte olup baskı analizinde tespit edilen kirleticilerin söz konusu YAS kütlelerine etkisinin belirlenebilmesi için, YAS kütlelerinin kirleticilere olan hassasiyeti dikkatli bir şekilde saptanmalıdır.

Eşik değerlerin belirlenmesi ve yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi için belirlenecek yaklaşımların seçiminde düzenli kalite izleme sonuçlarının mevcut olması önem arz etmektedir. Ülkemizde yeraltı sularının kalite izleme çalışmalarının spesifik alanlarda ve/veya projeler kapsamında yapıyor olması ve SÇD'nin ve Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliği'nin gereksinimlerini henüz karşılayamaması önemli bir eksiklik olarak görülmektedir. Bu kapsamda, yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi için gerekli olan bu ön koşulların sağlanmasını için; öncelikle yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi ve bunların karakterizasyonunun yapılması, baskı ve etki analizinin gerçekleştirilmesi ve sisteme uygun olarak oluşturulacak olan izleme ağının kurularak işletilmesi ve elde edilen verilerin güvenilirliğinin sağlanması önem arz etmektedir.

Yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesindeki en önemli aşamanın eşik değerlerin belirlenmesi olduğu düşünülmekte olup ülkemizin çok büyük bir coğrafya sahip olması ve jeolojik ve hidrojeolojik yapının bölgeden bölgeye ve kütleden kütleye değişkenlik gösterebileceğinden hareketle, bu çalışmaların oldukça zaman alacağı ve maliyet açısından da diğer ülkelere göre daha büyük bir maliyet getireceği düşünülmektedir. Bu sebeple, ülkemizde bu konuda yapılacak ilk çalışmalarda eşik değer belirlenecek parametre sayısının sınırlı tutulması ve baskı ve etkilere bakılarak o yeraltı suyu kütlesi için önem taşıyan parametrelere öncelik verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Eşik değerlerin ülke, havza ya da yeraltı suyu kütlesi bazında belirlenebilmesi mümkün olmakla beraber ülkemizin hidrojeolojik yapısının havzadan havzaya, kütleden kütleye büyük değişkenlik gösteriyor olması doğal olarak oluşabilen maddelerin farklı doğal arka plan seviyelerine sahip olmalarını da beraberinde getirecektir. Bu kapsamda, doğal arka plan seviyeleri her bir YAS kütlesi için farklı olacağından, eşik değerlerin de her bir YAS kütlesi için ayrı ayrı belirlenmesinin ülkemiz için daha uygun olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, doğal arka plan seviyelerinin daha sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için yüksek sayıda numune alınması önerilmekte olup ülkemizde de bu nedenle izleme sıklıklarının yeterli düzeye çıkarılması elzemdir.

Ülkemizde YAS kütleleri ile bağlantılı sucul ve karasal ekosistemler arasındaki bağlantı konusunda, hafifleme faktörü ve seyrelme faktörünü hesaplayabilecek kadar bir bilginin henüz mevcut olmadığı düşünülmektedir. Ülkemizin eşik değerlerin belirlenmesinde de henüz yeteri kadar tecrübesi olmadığından, eşik değerlerin belirlenmesi ilk dönem çalışmaları için hafifleme ve seyrelme faktörlerinin hesaba katılmamalıdır. Bu konudaki veriler arttıkça, söz konusu faktörlerin de hesaba katılması eşik değerlerin daha isabetli olarak belirlenmesi hususunda faydalı olacaktır.

Doğal arka plan seviyesinin belirlenmesi için yeterli izleme verisi yoksa, diğer üye ülkelerde de olduğu gibi ülkemizde de baskı-etkinin olmadığı ya da çok az olduğu YAS kütleleri tespit edilerek bu kütlelerdeki kirletici konsantrasyonunun büyük ölçüde doğal arka plan seviyesi olduğu kabul edilmesi ve buradan hareketle, bu YAS kütlelerine benzer hidrojeolojik-jeolojik yapı gösteren YAS kütleleri için de aynı doğal arka plan seviyesi baz alınması gereklidir.

Ülkemiz yeraltı sularının önemli bir kısmı içme suyu kaynağı olarak kullanılmaktadır. İçme sularının insan sağlığı yönünden önemi açıktır. Bununla beraber yeraltı sularının kirlenmesi halinde, iyileştirilmesi oldukça zahmetli ve maliyetli bir süreci beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, yeraltı sularının kalite değerlendirmelerinin yapılarak özellikle içme suyu olarak kullanılan veya gelecekte kullanımı planlanan su kaynaklarının korunmasına ilişkin tedbirlerin önceden belirlenerek gerekli önlemlerin alınması hem insan sağlığının korunması hem de ülkemizdeki arıtma maliyetlerinin düşürülmesinde önemli rol oynayacaktır.

Ülkemizdeki yeraltı sularının kalite değerlendirmelerinin sağlıklı bir şekilde yapılması ve bundan sonraki süreçte takip edilebilmesi için her bir yer altı suyu kütlesi bazında elde edilecek bilgi ve belgelerin her bir aşama için düzenli olarak toplanması, bu bilgi ve belgelerin bir sistem altına kaydedilmesi, sorgulanabilir olması gerekmektedir.

Tüm bu öneriler ışığında, bu tez çalışmasında değinilen yaklaşımlar dikkate alınarak yeraltı sularının kalite değerlendirilmesine ilişkin oluşturulan metodolojinin özeti Tablo 17’de yer almaktadır.

Tablo 17 Yeraltı Sularının Kalitesinin Değerlendirilmesinde Takip Edilecek Adımlar

| Adım | Dikkat Edilecek Ek Hususlar |
|---|--|
| 1.Yeraltı Suyu Kütlelerinin Belirlenmesi (bkz. bölüm 3.1) | <p>-Akım yönleri dikkate alınmalıdır.</p> <p>-10 m³/gün (~0.11 L/s) ülkemiz için düşük bulunduğundan ötürü bu rakam en az 0,5 L/s olarak değiştirilmelidir.</p> <p>-Kalite belirlemesi belirlenen kütlelerle yapılamıyorsa, kütleler alt-birimlere bölünerek yeni kütleler elde edilmelidir.</p> |
| 2.Başlangıç Karakterizasyonu (bkz. bölüm 3.2) | |
| 3.Baskı-Etki Analizi (Risk Altında Olan YAS Kütlelerinin ve İzlenmesi-Eşik Değer (ED) Belirlenmesi Gereken Parametrelerin Tespiti) (bkz. bölüm 3.3) | <p>-Yerüstü sularına ilişkin yapılmış baskı-etki analizlerinden faydalanılmalıdır.</p> <p>-Her bir baskı unsurunca üretilecek kirletici miktarı tespit edilmelidir.</p> <p>-YAS kütlelerinin, kirleticilere olan hassasiyeti, toprağın kirleticileri hangi oranda geçirebildiği gibi bilgiler var ise, bunlar dikkate alınmalıdır.</p> <p>-Baskılara ilişkin yeterli veri yoksa izlenecek parametre sayısı yüksek tutulup, ilk birkaç izlemede ihmal edilebilecek derecede düşük konsantrasyona sahip olduğu görülen kirleticiler elenerek, YAS kütleleri için hangi kirleticilerin risk oluşturduğu tespit edilmelidir.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>4. Risk Altında Olan YAS Kütelleri İçin Ayrıntılı Karakterizasyon (bkz. bölüm 3.2)</p> | <p>-Akım yönü, akım hızı, hidrolik iletkenlik, depolama katsayısı, YAS kütlesinin YÜS kütleriyle bağlantısının boyutu (YAS'den YÜS'e geçen debi vs.) gibi kalite değerlendirmesinde kullanılacak detaylı bilgiler temin edilmelidir.</p> |
| <p>4.Parametrelerin İzlenmesi</p> | <p>-Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'e uygun bir şekilde izleme yapılmalıdır.</p> <p>-Doğal arka plan seviyelerinin belirlenebilmesi için yüksek sayıda veriye ihtiyaç duyulduğu hesaba katılmalıdır.</p> |
| <p>5.Kriter Değerlerin (KD) Belirlenmesi (bkz. bölüm 3.4.7.1)</p> | <p>-Yeraltı suyunun kullanım maksadı (örn içme suyu, sulama suyu) ya da fonksiyonuna göre (örn. yerüstü sularıyla ilişkide olması ya da tuzlu su girişimine maruz kalması) kriter değer belirlenmelidir.</p> |
| <p>6.Doğal Arka Plan Seviyelerinin (DAS) Belirlenmesi (bkz. bölüm 3.4.7.2)</p> | <p>-Bölüm 3.4.7.2'de belirtilen eleme yöntemlerine göre belirlenmelidir. Henüz yeterince izleme verisinin olmadığı ilk dönemlerde ise referans YAS kütlesi DAS'ı dikkate alınmalıdır.</p> |
| <p>7.DAS ve KD'nin Mukayesesi Marifetiyle ED'nin Belirlenmesi (bkz. bölüm 3.4.7.3)</p> | |
| <p>8.ED'lerin Ölçülen Kirletici Konsantrasyonlarıyla Karşılaştırılması (bkz. bölüm 3.5.1)</p> | <p>-Kirletici konsantrasyonları, her bir YAS kütlesinin her bir izleme noktasında her bir parametre için ölçülmelidir. Her bir izleme noktasındaki kirletici konsantrasyonlarının yıllık ortalamaları eşik değerlerle karşılaştırılmalıdır.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>9.Kirletici Konsantrasyonlarının ED'yi Aştığı YAS Kütlelerinde Kalite Testlerinin Yürütülmesi (bkz. bölüm 3.5.3)</p> | <p>-ED'nin hiçbir noktada aşılmadığı YAS kütleleri “iyi kalite durumunda” olarak nitelendirilmelidir.</p> <p>-ED bir ya da daha fazla noktada aşılmışsa, Bölüm 3.5.3.1’de belirtilen kalite testleri tatbik edilmelidir.</p> |
|--|--|

5 SONUÇ

Kirletici etkilere maruz kalma ihtimali yerüstü sularına oranla daha düşük olan yeraltı suları dünya genelinde olduğu gibi AB ülkeleri ve Türkiye’de de önemli oranda içme suyu amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Türkiye gibi su sıkıntısı çeken ve su fakiri olması muhtemel ülkelerde yeterli yağış olmamasından dolayı tarımsal faaliyetlerde çok miktarda yeraltı suyu tüketimi mevcuttur. Bu durum da bu ülkeler için yeraltı suyunun önemini daha da çok arttırmaktadır. Ayrıca, yeraltı suları dünyanın pek çok bölgesinde yerüstü suları için sürekli bir akış oluşturmakta olup kurak dönemlerde sulak alanların devamlılığını sağlamaktadır. Yeraltı suyunun kalitesi kullanım amaçlarını karşılamadıkça, yeraltı suyu miktarının yeterli durumda olmasının bir anlamının olmayacağı açıktır. Dolayısı ile yeraltı sularının kalite açısından da korunması ve yönetilmesi önemli ve gereklidir.

Yeraltı sularının zeminin altında oldukça yavaş bir şekilde hareket etmesi ve kirleticilerin yeraltı suyuna nüfuz etme süresinin daha geç olması nedeniyle yeraltı sularında, yerüstü sularına oranla, kirlenmenin etkileri daha geç ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, kirlenmenin gerçekleşmesini müteakiben yeraltı sularının temizlenmesi oldukça zor ve maliyetli; hatta bazı durumlarda imkânsız olmaktadır. Sanayi veya diğer insani aktiviteler sonucunda onlarca yıl önce oluşan kirlilik, günümüzde halen yeraltı suyunun kalitesini tehdit edebilmekte ve hatta bazı durumlarda bu süreç nesillerce devam edebilmektedir. Bu nedenle yeraltı sularında kirliliğin önlenmesi için öncelikle yeraltı suyu kütlelerinin mevcut durumunun ortaya konması ve kirliliğin önlenmesi için tedbir programlarının oluşturulması gerekmektedir. Öte taraftan, her yeraltı suyu kütesine aynı tedbirler programının uygulanması işgücü-ekonomik imkânlar açısından uygun olamamakta ve farklı nitelikte kirlenmeye maruz kalan yer altı suyu kütleleri için bir anlam ifade etmemektedir. Tedbirler programının etkili ve doğru uygulanabilmesi için yeraltı suyu kütlelerinin hangilerinin zayıf kalite durumunda olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, yeraltı sularının kalite durumlarının değerlendirilmesi önem arz etmekte olup bunun yapılabilmesi için de uygun bir metodolojiye ihtiyaç duyulduğu açıktır.

Konuyla ilgili olarak gerçekleştirilen literatür çalışması neticesinde , yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesi açısından, AB mevzuatı ve rehber dokümanlarının oldukça zengin ve güncel bir içeriğe sahip olduğu, EPA (Çevre Koruma Ajansı) gibi kuruluşların ilgili dokümanlarına dahi altlık oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca, AB'nin yeraltı suyuna ilişkin direktifleri uzun süreçler ve teknik çalışmalar neticesinde şekillendirilmiş ve bu direktifleri destekleyici birçok rehber doküman yayımlanmış olup bu dokümanlar çeşitli ülkelerde test edildikten sonra sonuçları teknik rapor olarak yayımlanmıştır.

Yeraltı suyu kalitesi değerlendirmesi, AB'de uzun yıllardır ön planda tutulan bir konu olduğu için bu konuda AB'ye üye ülkelere yürütülen pek çok proje ve uygulama mevcuttur. Üye ülkelere, direktiflerin uyumlaştırılması, bu konuya ilişkin olarak kurumsal yapıların oluşturulması, yeraltı suyu kalitesinin izlenmesi, kirleticilerin sınıflandırılması ve eşik değerlerin belirlenmesi ile ilgili hususlara ilişkin çalışmalar yürütülmüş ve hâlihazırda yürütülmektedir.

Ülkemizin AB 'ne üye olma yönünde gösterdiği irade ve bu konuda ülkemizde de yasal alt yapının oluşturulmuş olması, AB'nin yeraltı sularının kalitesini değerlendirmesine yönelik yapmış olduğu çalışmalar ve elde edilen tecrübelerden faydalanılması ve dolayısı ile yeraltı suyu kalite değerlendirmesi için uygun bir metodolojinin araştırılmasında AB'nin ilgili direktif, rehber doküman ve teknik raporlarından faydalanılmasını kaçınılmaz kılmıştır.

Ülkemizin yeraltı suyu kalite yönetimine ilişkin mevcut konumuna bakıldığında, 2012 yılında yayımlanarak yürürlüğe giren Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'in yayımı ile birlikte, yeraltı sularının kalite yönetimi açısından mevzuat boşluğunun kalmadığı bilinmekle beraber söz konusu yönetmelikte yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi için genel kriterler sunulmaktadır. Söz konusu genel kriterler, AB'nin Yeraltı Suyu Direktifi ve Su Çerçeve Direktifi ile uyumlu olduğundan, bu direktifleri destekleyici nitelikte olan rehber dokümanlar ve teknik raporların, ülkemiz için de dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir. Diğer üye ülkelerde de

bu teknik raporlar ve rehber dokümanların yol gösterici olarak yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'in mevzuat boşluğunu gidermesine karşın, yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi konusu ülkemiz için çok yeni bir çalışma konusudur.

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'te yer alan adımların etkili bir şekilde ve belirtilen süreler içerisinde uygulanabilmesini teminen 2013-2024 yılları arasında yapılacak olan faaliyetlerin programlanmasını ihtiva eden bir "Yeraltı Suyu Yönetimi Eylem Planı" hazırlanmıştır. Bu Eylem Planı'nda her bir uygulama adımı, uygulamadan mesul kurumlar ve eylemin tamamlanması gereken süreler yer almaktadır.

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliğin uygulamalarına yön vermek maksadıyla hazırlanan "Eylem Planı" 2013/5 sayılı Orman ve Su İşleri Bakanlığı Genelgesi ekinde 11.07.2013 tarihinde imzalanarak yürürlük kazanmıştır. Bu Eylem Planı ile yönetmelikte yer alan uygulama adımlarına ilişkin faaliyetler eylemlere, süreçler ise ayrıntılı zamanlama tablolarına dönüştürülmüştür.

Söz konusu Eylem Planı'na göre ülkemizde eşik değerler ilk olarak 2020 yılında belirlenecektir. Dolayısı ile ülkemizde eşik değer belirlenmiş bir yeraltı suyu kütlesi henüz bulunmamaktadır.

Benzer şekilde, ülkemizde, yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesine ilişkin yapılmış akademik çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılmış bazı çalışmalar ise ilgili direktifler ve Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'le getirilen yeni yaklaşımı karşılamaktan uzaktır.

Bu kapsamda, bu tez çalışması, bu boşluğu gidermeyi, ülkemizde yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesine ilişkin yapılacak çalışmalara bir altlık teşkil etmeyi, bu çalışmalarda başvurulacak bir kaynak olmayı amaçlamaktadır.

AB rehber dokümanlarının hazırlanmasında görev alan çalışma grupları, bu dokümanları, “AB ülkelerinde ve başka yerlerdeki ilgili uygulamalar arttıkça ve çeşitlendikçe, tekrar ele alınması ve güncellenmesi gereken, yaşayan belgeler” şeklinde nitelendirmektedir. Paralel bir şekilde, bu tez çalışmasında ele alınan ve değerlendirmeler ve öneriler kısmında ülkemiz açısından değerlendirilen metodoloji de bu konudaki uygulamalar, veriler ve teknolojik yenilikler arttıkça tekrar ele alınması ve güncellenmesi gereken “yaşayan bir metodoloji” olmak durumundadır.

KAYNAKÇA

Akın, M., Akın, G. (2007). “Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği”. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 47:105-118

Arslan, H., Cemek, B., Demir, Y., Yıldırım, D., (2011). “Deniz Suyu Girişiminin Belirlenmesinde Çevresel İzotopların Kullanılması”, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (2): 59-64.

Avrupa Komisyonu. (2010). Report From The Commission in accordance with Article 3.7 of the Groundwater Directive 2006/118/EC on the Establishment of Groundwater Threshold Values, (C(2010) 1096 final), Brussels.

Avrupa Parlamentosu Konseyi. (1980). Directive 80/68/EC of The European Parliament and of The Council of 17 December 1979 on the Protection of Groundwater Against Pollution Caused by Certain Dangerous Substances, Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, 18 Aralık 1980

Avrupa Parlamentosu Konseyi. (2000). Directive 2000/60/EC of The European Parliament and of The Council of 12 December 2000 on Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy, 22 Aralık 2000, L 327/1.

Avrupa Parlamentosu Konseyi. (2006). Directive 2006/118/EC of The European Parliament and of The Council of 12 December 2006 on the Protection of Groundwater against Pollution and Deterioration, Avrupa Birliği Resmi Gazetesi, L 372/19, 27 Aralık 2006

Avrupa Toplulukları. (2003). Guidance Document No.2: Identification of Water Bodies, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.

Avrupa Toplulukları, (2003): Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive, Guidance Document No 12: role of the wetlands in the Water Framework Directive, Luxemburg.

Avrupa Toplulukları. (2003). Common Implementation Strategy For The Water Framework Directive, Guidance Document No 3: Analysis of Pressures and Impacts, Luxemburg.

Avrupa Toplulukları. (2004). Groundwater Body Characterisation, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg..

Avrupa Toplulukları, (2007). Guidance Document No. 18: Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment, Luxemburg.

Avrupa Toplulukları. (2007). Guidance Document No. 15: Guidance on Groundwater Monitoring, Luxemburg.

Avrupa Toplulukları, (2009). Guidance Document No:26:Guidance on Risk Assessment and The Use of Conceptual Models for Groundwater, Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.

Çakmak, Ö. (2013). “Avrupa Birliği Sürecinde Yeraltı Suyu Yönetimi ve Ülkemizdeki Yeni Yaklaşımlar”, Uzmanlık Bitirme Tezi, Avrupa Toplulukları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara.

Çevre Kanunu. (1983). TC Resmi Gazete, 2827, 9 Ağustos 1983.

Dogan, A., (2010). Avrupa Birliği’nde ve Türkiye’de Yeraltı Suyu Yönetimi, Çevre ve Orman Bakanlığı Uzmanlık Tezi, Ankara

Doğdu. M. Ş. (2011). “Yeraltısularındaki Bazı Kimyasal Parametrelerin Doğal Arka Plan Seviyelerinin Ve Eşik Değerlerinin Belirlenmesi”, DSİ Teknik Bülteni, Sayı 14: 1-13.

Günhan, Ö., Çakmak, Ö., Karaaslan, Y., (2013), “New Approaches of Groundwater Management in Turkey”, Istanbul International Solid Waste, Water and Wastewater Congress, İstanbul, 22-24 Mayıs 2013

Hart, A., Müller, D., Blum, A., Hookey, J., Kunkel, R., Scheidleder, A., Tomlin, C. And Wendland, F., (2006). Preliminary Methodology to Derive Environmental Threshold Values, Specific Targeted EU Research Project BRIDGE (Contract No SSPI-2004-006538), Report: D15, www.wfd-bridge.net.

Marandi, A. and Karro, E., (2008). “Natural Background Levels and Threshold Values of Monitored Parameters in The Cambrian-Vendian Groundwater Body, Estonia”, Environmental Geology, Vol. 54, 1217-1225.

Müller, D., Blum, A., Hookey, J., Kunkel, R., Scheidleder, A., Tomlin, C. and Wendland, F., (2006). Final Proposal of A Methodology to Setup Groundwater Threshold Values in Europe, Specific Targeted EU Research Project BRIDGE (Contract No SSPI-2004-006538), Report: D18, www.wfd-bridge.net.

Özgürler, H. (1997). “Su, Su Kaynakları ve Çevresel Konular”. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı Sayı 2: 57-63.

Scheidleder, A. (2012). “In-depth assessment of the differences in groundwater threshold values established by Member States”, Umweltbundesamt GmbH, Vienna.

Shand, P., Edmunds, W. M., Lawrence, A. R., Smedley, P. L. and Burke, S.,(2008). The Natural (Baseline) Quality of Groundwater in England and Wales, British Geological Survey Research Report No. RR/07/06, ISBN 978 085272595 5, 72 p.

Shand, P. and Edmunds, W.M., (2008). “The Baseline Inorganic Chemistry of European Groundwaters”, In: Edmunds, W.M. and Shand, P. (eds.) Natural Groundwater Quality, Blackwell, Oxford, 22-58.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. (2004). TC Resmi Gazete, 25687, 31 Aralık 2004.

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2013). Yeraltı Suyu Yönetimi Eylem Planı Genelgesi, Ankara.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi-Çevre Enstitüsü. (2010). Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi: Küçük Menderes Havzası Proje Sonuç Raporu, Kocaeli.

Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik. (2012), TC Resmi Gazete, 28257, 7 Nisan 2012.

Yeraltı Suları Hakkında Kanun. (1960). TC Resmi Gazete, 10688, 23 Aralık 1960.

Yeraltı Suları Tüzüğü. (1961). TC Resmi Gazete, 10875, 8 Ağustos 1961.

Yiğitler, Ö., Yiğitler, O., Doğdu, M. Ş., (2012), “Yeraltısuyu Kalite İzleme Ağınının Oluşturulmasına Bir Örnek: Büyük Menderes Nehir Havzası”, DSİ Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi, Ankara.

Wendland, F., Berthold, G., Blum, A., Elsass, P., Fritsche, J.G., Kunkel, R. and Wolter, R. (2008). “Derivation of Natural Background Levels and Threshold Values for Groundwater Bodies in The Upper Rhine Valley (France, Switzerland and Germany)”, Desalination, 226, 160-168.

URL 1, “Su Kaynakları Hakkındaki Gerçekler, Birleşmiş Milletler Dünya su Gelişim Raporu 2'nin Özeti”, Haziran 15, 2014, www.greenfacts.org/tr/water-resources/water-resources-foldout-tr.pdf

URL 2, “Havza Korumaları Eylem Planları”, 15 Haziran 2014, http://suyonetimi2.ormansu.gov.tr/su/AnaSayfa/Havza_Yonetimi_Planlamasi_Daire-Baskanligi/HavzaKoruma.aspx?sflang=tr.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Özgür GÜNHAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Kars - 1984
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce (KPDS-B)
Lisans : ODTÜ – Çevre Mühendisliği (2010)
İş Deneyimi :
-Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (Temmuz 2011-...)
-ABRA Atık, Çevre Görevlisi (Şubat 2011-Haziran 2011)