

AB SU ÇERÇEVE DİREKTİFİNE GÖRE TÜRKİYE'DEKİ YÜZEYSEL SU KÜTLELERİNİN CBS ORTAMINDA BELİRLENMESİ

Cihangir AYDÖNER¹, Ömer Visali SARIKAYA², Selma AYAZ³, Elif AYTİŞ⁴, B.Hande HAKSEVENLER⁵, Şebnem AYNUR⁶, Nur ÇINAR⁷, Mehmet DİLAVER⁸, Nail ERDOĞAN⁹, Mehmet BEŞİKTAŞ¹⁰, Emine DERELİ¹¹, Burcu KIRAN¹², Cem ŞENDURAN¹³, Yakup KARAASLAN¹⁴

¹Dr., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, cihangir.aydoner@tubitak.gov.tr

²Yük.Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, omer.sarikaya@tubitak.gov.tr

³Dr., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, selma.ayaz@tubitak.gov.tr

⁴Yük.Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, elif.atasoy@tubitak.gov.tr

⁵Yük.Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, hande.gursoy@tubitak.gov.tr

⁶Dr., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, sebnem.aynur@tubitak.gov.tr

⁷Dr., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, nur.findik@tubitak.gov.tr

⁸Yük.Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, mehmet.dilaver@tubitak.gov.tr

⁹Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, 41470, Gebze, Kocaeli, nail.erdogan@tubitak.gov.tr

¹⁰Yük.Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze, Kocaeli, mehmet.besiktas@tubitak.gov.tr

¹¹Yük.Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze, Kocaeli, emine.metin@tubitak.gov.tr

¹²Dr., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze, Kocaeli, burcu.uysur@tubitak.gov.tr

¹³Yük.Müh., TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi, MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Gebze, Kocaeli, cem.senduran@tubitak.gov.tr

¹⁴Genel Müd.Yrd., Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Söğütözü, Ankara, ykaraaslan@ormansu.gov.tr

ÖZET

"Türkiye'de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi" Projesi Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği ile Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği kapsamında gereklilikleri yerine getirmek adına başlatılmış bir projedir. Projenin amacı, Türkiye'deki 25 su havzasında bulunan yüzeysel sularda hassas alanların tespit edilmesi ve yüzey, yeraltı sularında belirlenmiş olan nitrata hassas su alanlarının güncellenerek su kalitesi hedefleri ile su kalitesinin iyileştirilmesi için alınacak tedbirlerin belirlenmesidir. Bu kapsamda TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü'nün T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na yaptığı bu projenin bir iş kalemi olan yüzeysel su kütlelerinin AB Su Çerçeve Direktifi'ne göre CBS ortamında belirlenmesi çalışması bitirilmiştir. Bu kapsamda; su kütlelerindeki kentsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlere bağlı olarak oluşan baskılar ve havza bazında kirlilik yükleri belirlenerek su kütleleri 25 havza için oluşturulmuştur. Su kütleleri belirlendikten sonra her bir su kütlelerinin drenaj alanı Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen 1:25000 ölçekli YÜKPAF'lardan oluşturulan Sayısal Yükseklik Modeli ile belirlenerek ve akış rejimi, rakım, eğim, yıllık toplam yağış, kümülatif drenaj alanı, jeoloji, yüzey alanı ve derinliğe göre önceden SÇD'ye göre belirlenmiş sınıflara göre sınıflandırılarak tipolojileri belirlenmiştir. Su kütleleri ve tipolojilerinin belirlenmesiyle, su kalitesi izleme noktalarının belirlenmesi ve su kalitesinin iyileştirilmesinde alınacak tedbirler için CBS tabanlı bir altlık oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler: CBS, Drenaj Alanı, SÇD, Su Kütleli.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE WATER BODIES ACCORDING TO THE EU WATER FRAMEWORK DIRECTIVE USING GIS TECHNIQUES

The aim of the "Determination of Sensitive Areas and Water Quality Objectives for Turkish River Basins" project is to fulfill the requirements of the "Urban Wastewater Treatment" and "Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources" regulations and to determine the sensitive surface waters and the groundwater areas in the 25 river basins in Türkiye. In addition to this, regions defined by the Ministry of Food, Agriculture and Livestock as vulnerable to nitrate will be updated, water quality objectives and measures for improving the water quality will be determined. In this context, the "Determination of the water bodies according to the EU Water Framework Directive (WFD) using GIS techniques" study, which is one of the work packages of this project undertaken by TÜBİTAK MRC and coordinated by Ministry of Forestry and Water Affairs, is completed. Analyzing the spatial distribution of the pressure and impacts, pollution loads (point and diffuse), existing water quality and flow measurement station data with expert judgements, the water bodies were determined with the help of GIS techniques. After determining the water bodies, the typologies were determined according to the WFD. For this reason each water body catchment area was created with the help of the DEM created from the 1:25.000 scale produced contour maps of the General Command of Mapping. Altitude, total annual rainfall, cumulative drainage area and geology classification of the water bodies were determined on a drainage area based analysis. Flow regime and slope class of the river water bodies and surface area and depth class of the lake and dam water bodies were also determined with the help of GIS. With the help of the produced GIS data the water quality monitoring stations and precautions for improving the water quality were determined.

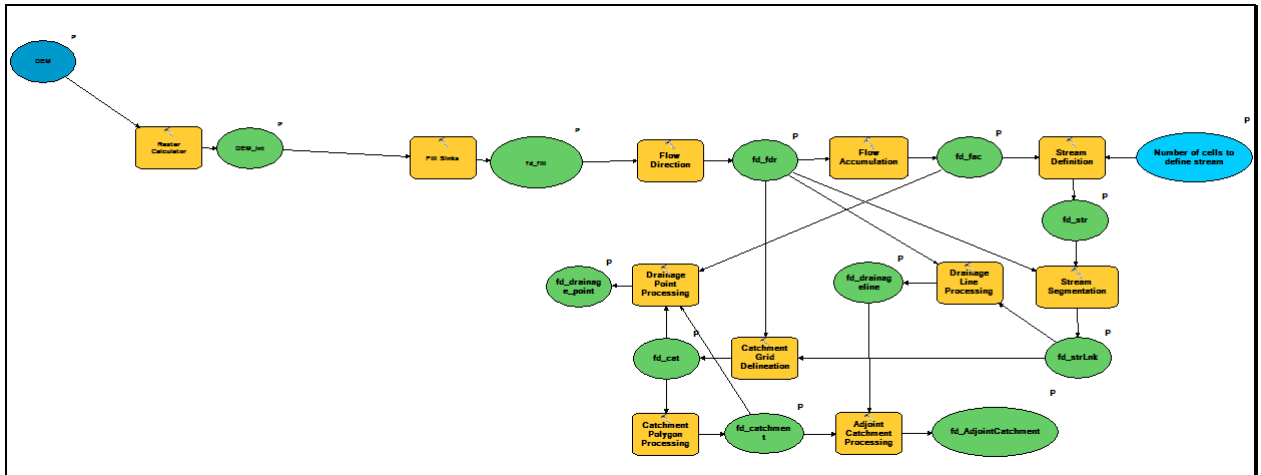
Keywords: Catchment Area, GIS, WFD, Water Body.

1. GİRİŞ

"Türkiye'de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi" Projesi Kentsel Atıksu Arıtma Yönetmeliği ile Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği kapsamında gereklilikleri yerine getirmek adına başlatılmış bir projedir. Projenin amacı, Türkiye'deki 25 su havzasında bulunan yüzeysel sularda hassas alanların tespit edilmesi ve yüzey, yeraltı sularında belirlenmiş olan nitrata hassas su alanlarının güncellenerek su kalitesi hedefleri ile su kalitesinin iyileştirilmesi için alınacak tedbirlerin belirlenmesidir. Bu kapsamda projenin ilk iş paketi olan su kütlelerinin ve tipolojilerinin SÇD' ye göre belirlenmesi işi CBS teknikleri yardımıyla yapılmıştır. İş paketinin ilk adımı olan su kütlelerinin belirlenmesinde Noktasal ve yayılı Kentsel ve Endüstriyel yükler ile yayılı tarımsal yükler dikkate alınmıştır. Noktasal ve yayılı yüklerin konumları önceden Orman ve Su İşleri Bakanlığı destekli ve TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen "Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması" projesi kapsamında arazide el GPS' leri yardımıyla belirlenmişti. Tarımsal yükler ise yine 2006 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yaptırılan ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak üretilen CORINE 2006 arazi kullanım verisi kullanılarak belirlenmiştir. Su kütleleri belirlendikten sonra her bir su kütlelerinin drenaj alanı oluşturularak, SÇD' ye göre tipolojiler belirlenmiştir.

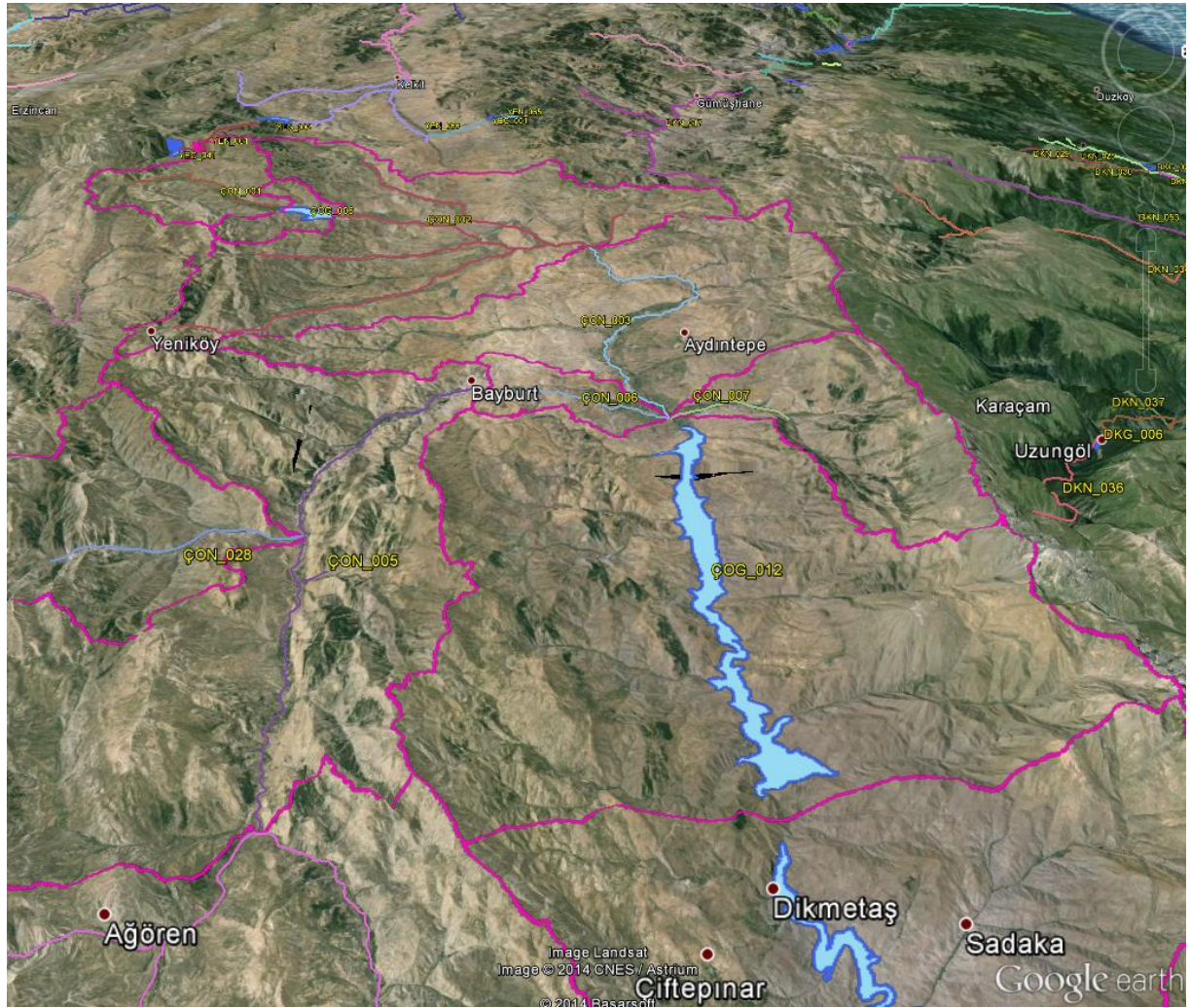
1.1 Su Kütleleri Drenaj Alanlarının Oluşturulması

Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen 1:25000 ölçekli YÜKPAF yükseklik paftalarından havza bazlı 10 metre çözünürlüklü SYM'ler üretilerek, tüm Türkiye için bir SYM veritabanı oluşturulmuştur. Havza bazlı SYM'ler girdi olarak girilerek, ArcHydro 10.2 yazılımı ile drenaj alanları oluşturulmuştur. İşlemin sonunda minimum 25 km²'lik su toplama alanına sahip drenaj alanları belirlenmiştir. Aşağıda drenaj alanlarının oluşturulmasında kullanılan model görülmektedir. Modelde sırasıyla SYM, işlemlerin daha hızlı yapılabilmesi için tamsayı görüntüye çevrilmekte, hatalı çukurlar (sink) elimine edilmekte, akış yönleri, akış toplamları, eşik değerinin üstündeki (25 km²) hesaplanan akarsular ve en sonunda su toplama havzaları belirlenmektedir. ArcGIS 10.2 yazılımının "Modelbuilder" özelliğini kullanarak model parametre, girdi ve çıktılarını belirleyebildiği grafiksel bir arayüze dönüştürülebilmektedir. (ArcHydro 10.2 Tutorial, 2011)

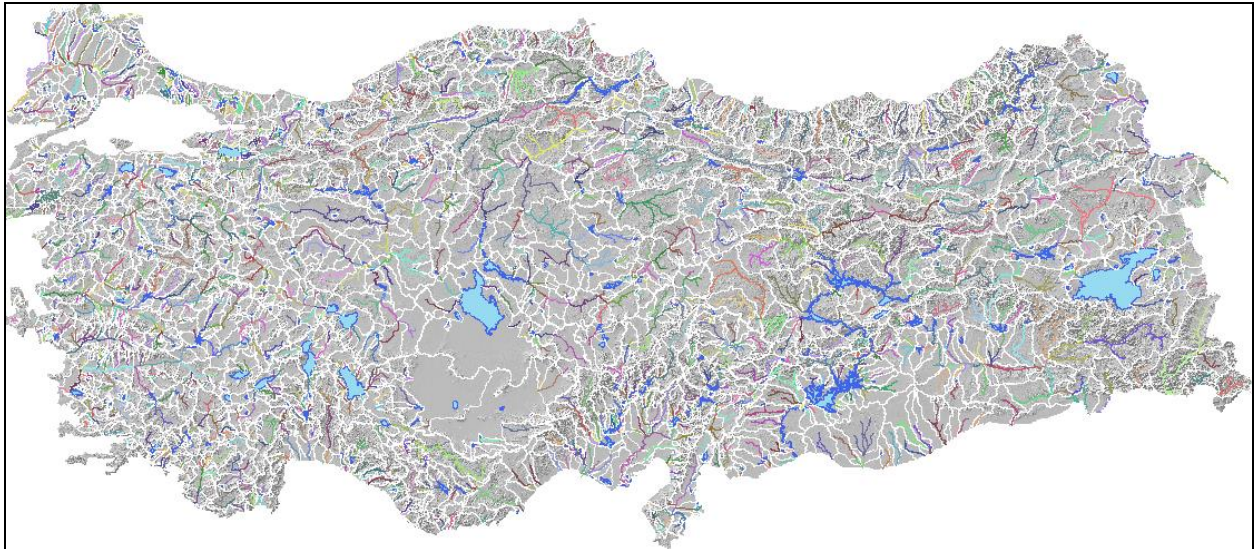


Şekil 1. Drenaj Alanlarının Oluşturulmasında kullanılan ArcHydro Modeli.

Sayısal yükseklik modelinin düz seyrettiği ve dolayısıyla drenaj alanının oluşturulmasının sıkıntılı olduğu yerlerde Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1:25000 ölçekli Hidroloji veri katmanı (Akarsular ve Göller) kullanılmıştır. 1:25000 ölçekli Hidroloji verisinin olmadığı yerlerde 1:100000 ve 1:250000 ölçekli hidroloji veri setlerinden yararlanılmıştır. Şekil 2'de Çoruh Havzasının bir bölgesinde oluşturulan su kütleleri ve drenaj alanları Google Earth platformunda görülmektedir. Çalışmanın sonunda 1814 adet akarsu su kütlesi, 656 adet göl/baraj/gölet su kütlesi oluşturulmuştur. Şekil 3'de ise tüm ülkemiz için belirlenen su kütleleri ve drenaj alanları görülmektedir.



Şekil 2. Google Earth Platformu üzerinde görülen su kütleleri ve drenaj alanları.



Şekil 3. Su Kütleleri ve drenaj alanları

Akarsu tipolojisinin belirlenmesinde aşağıda Çizelge 1'de gösterilen parametre ve sınıflar kullanılmıştır. Yönetmelikte bahsi geçen rakıma göre sınıflandırma proje amacına göre yeniden düzenlenmiştir. (**Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik Eki**, 2012);

1.2 Tipolojilerin Belirlenmesi

Çizelge 1'de belirtilen sınıfların belirlenmesi için aşağıdaki çalışmalar gerçekleştirildi;

Çizelge 1. Akarsuların tipolojisinde kullanılan parametreler ve sınıflandırmaları

Kriter	Sınır Değerler	Kod
Akış Rejimi (İlk Yaklaşım)	Mevsimsel	A1
	Sürekli	A2
Rakım	0-800 m	R1
	800-1600 m	R2
	>1600 m	R3
Eğim	< % 2	E1
	> % 2	E2
Yağış	0 - 400 mm	Y1
	> 400 mm	Y2
Drenaj Alanı	< 1000 km ² (ıslak alanlarda) / < 3000 km ² (kuru alanlarda)	D1
	> 1000 km ² (ıslak alanlarda) / >3000 km ² (kuru alanlarda)	D2
Jeoloji	Yüksek Mineralizasyonlu	J1
	Düşük Mineralizasyonlu	J2

a) Akarsuların akış rejimleri belirlenmiştir:

DSI Su Veritabanından alınan aylık ortalama debi verileri kullanılarak uzun yıllar aylık ortalama debi değerleri her bir AGI (Akış Gözlem İstasyonu) için belirlenmiştir. Herhangi bir aydaki uzun yıllar aylık ortalama debi değeri 10 litre/san.'den az ise ilgili istasyonun bulunduğu akarsu su kütlesi "Mevsimsel" olarak kabul edilmiştir. Bir diğer değerlendirme kriteri ise 1:25000 ölçekli hidroloji haritalarında bulunan "Kuru Dere" katmanıdır. Bu tür derelerin olduğu akarsu su kütleleri de "Mevsimsel" olarak kabul edilmiştir.

b) Akarsu ve Göl/Baraj su kütlelerinin Rakım sınıfları belirlenmiştir:

1:25000 ölçekli HGK YÜKPAF' larından üretilen Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak, 3 bölge (R1 : 0-800 m ; R2 : 800-1600 m ; R3 : 1600 m ve üstü) bir CBS katmanı elde edilmiştir ve bu katman ilgili akarsu veya göl/baraj su kütlesinin drenaj alanı ile karşılaştırılarak hangi bölgenin en çok drenaj alanının içine düştüğü CBS analizleriyle tespit edilip, ilgili bölge tipi (R1; R2; R3) su kütlesine atanmıştır.

c) Akarsu eğim sınıfları belirlenmiştir:

Bunun için yine sayısal yükseklik modeli kullanılarak yüzde olarak akarsu ortalama eğimleri hesaplanmıştır. Bu işlem yapılırken aşağıdaki yöntem kullanılmıştır;

i) Öncelikle akarsu çizgileri SYM kullanılarak 3 Boyutlu çizgiler (SYM üzerine giydirilmiştir) haline getirilmiştir.

ii) Birden fazla kolu olan su kütlelerinin her bir kolunun başlangıç ve son noktalarının kotunun farkı kuşbakışı uzunluğuna (haritada okunan uzunluk) bölünerek yüzde eğimler bulunmuştur.

iii) Her bir kolun eğimi 3 boyutlu (akarsuyun arazi üzerinden aktığı gerçek uzunluk) uzunluğu ile ağırlıklandırılmıştır. (3B uzunluk * Eğim)

iv) Her bir su kütesinin eğimi tüm kollarının ağırlıklı eğimlerinin ortalaması alınarak bulunmuştur. Bunun için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$[(3B \text{ uzunluk1} * \text{eğim1}) + (3B \text{ uzunluk2} * \text{eğim2}) + \dots] / [3B \text{ uzunluk1} + 3B \text{ uzunluk2} + \dots] \quad (1)$$

v) Çıkan sonuca göre akarsu su kütlelerine eğim tipleri atanmıştır.

d) Yağış sınıfları akarsular için belirlenmiştir:

Devlet Meteoroloji İdaresinden temin edilen Türkiye Yıllık Ortalama Toplam Yağış (mm/yıl) haritası sayısallaştırılarak CBS ortamına aktarılıp, yine bu harita 400 mm'den az ve çok olmak üzere 2 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Bu yeni 2 bölgeli yağış haritası ilgili akarsu su kütesinin drenaj alanı ile çakıştırılarak hangi bölgenin en çok drenaj alanının içine düştüğü CBS analizleriyle tespit edilip, ilgili bölge tipi (Y1 ; Y2) akarsu su kütesine atanmıştır.

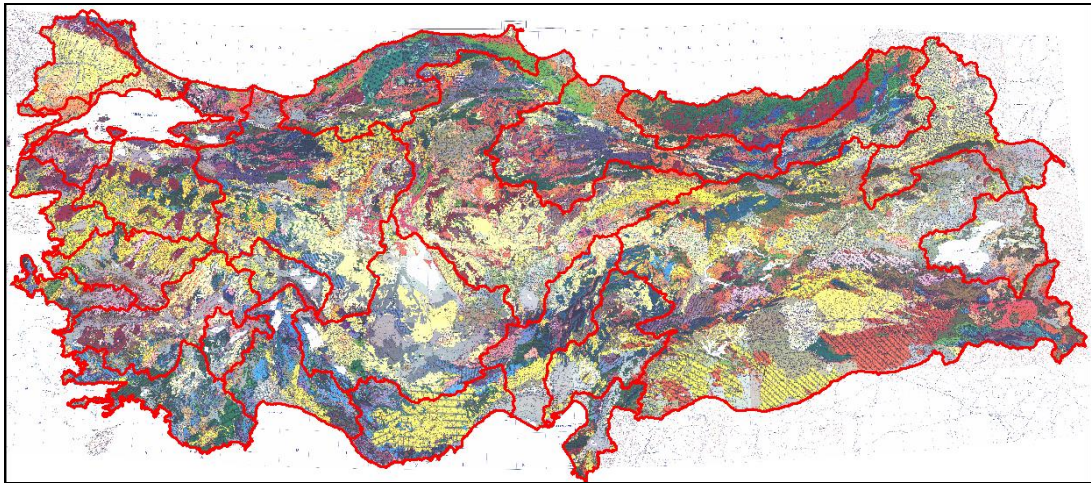
e) Jeoloji sınıfları akarsular ve göl/baraj/gölet su kütleleri için belirlenmiştir:

MTA Genel Müdürlüğü 1:25000 ölçekli jeoloji paftaları birleştirilerek tek bir jeoloji katmanı elde edilmiştir ve bu katmandaki formasyonlarından yararlanarak ve aşağıdaki kabuller yapılarak jeoloji katmanı 3 ayrı tipe ayrılmıştır; Yüksek Mineralli (J1), Düşük Mineralli (J2) ve Alüvyonlu (J3).

Evaporit, Jips, sadece soğuk ve asidik (yağmur suyu) sularda erimesi yüksek olan karbonatlı kayalar, traverten, kılıç, kireçtaşı, mermer ve kalkerli formasyonlar yüksek mineralli, alüminyum silikat içeren kayalar, çakıtaşı, kumtaşı ve silis ağırlıklı olan formasyonlar ise düşük mineralli diye sınıflandırılmıştır.

Su Kütesi drenaj alanları ile 3 tipte ayrılmış olan jeoloji haritası çakıştırılarak, en çok hangi tipin (J1 ve J2 bölgelerinden) drenaj alanına düştüğü tespit edilerek ilgili tip (J1 ve J2) su kütesine atanmıştır.

Özellikle Gediz ve Doğu Karadeniz Havzalarında olmak üzere ülkenin diğer yerlerinde eksik olan 1:25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritası yerine MTA Genel Müdürlüğü'nün ürettiği 1:500.000 ölçekli jeoloji haritası kullanılmıştır.



Şekil 4. Türkiye MTA Genel Müdürlüğü 1 : 500.000 ölçekli jeoloji haritası ve Türkiye'nin 25 içmesuyu havzası sınırları.

f) Kümülatif drenaj alanı sınıfları belirlenmiştir:

Öncelikle her bir havza için su kütlelerinin memba ve mansap ilişkisini belirleyen iki kolonlu tablolar oluşturulup su kütesi kapalı bir havza ya da denize dökülüyorsa "Mansap" kolonu -1 olarak tanımlanmıştır. Bu tablolar daha sonra CBS ortamındaki su kütleleri ile entegre edilerek akış yönünde olan toplam drenaj alanları her bir su kütesi için km² biriminde bir takım CBS araçları kullanılarak hesaplanmıştır. Drenaj alanı kriterinde "Islak" ve "Kuru" alan ayrımı olduğundan CBS veritabanında aşağıdaki sorgulamalar yapılarak, ilgili drenaj alanı tipi su kütesine atanmıştır.

"Yağış Tip" = "Y2" ve "Kümülatif Drenaj Alanı" < 1000 km² ise D1.

"Yağış Tip" = "Y2" ve "Kümülatif Drenaj Alanı" > 1000 km² ise D2.

"Yağış Tip" = "Y1" ve "Kümülatif Drenaj Alanı" < 3000 km² ise D1.

"Yağış Tip" = "Y1" ve "Kümülatif Drenaj Alanı" > 3000 km² ise D2.

Çizelge 2. Göl/Baraj/Gölet tipolojisinde kullanılan parametreler ve sınıflandırmaları

Kriter	Sınır Değerler	Kod
Rakım	0-800 m	R1
	800-1600 m	R2
	>1600m	R3
Derinlik	< 5 m	D1
	> 5 m	D2
Yüzey Alanı	< 500 ha	A1
	> 500 ha	A2
Jeoloji	Yüksek Mineralizasyonlu	J1
	Düşük Mineralizasyonlu	J2

2. SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda su kalitesi izleme noktalarının ve hassas/potansiyel hassas alanların belirlenmesi için bir harita altlığı oluşturulmuştur. Çalışmanın sonunda 1814 adet akarsu su kütlesi, 656 adet göl/baraj/gölet su kütlesi oluşturulmuş ve AB Su Çerçeve Direktifine göre tipolojileri belirlenmiştir. CBS ortamında oluşturulan noktasal/yayıllı kirlilik yükleri, mevcut kentsel ve endüstriyel Atıksu Arıtma tesisleri, su kütleleri ve drenaj alanlarını kullanarak ileride bir Havza Koruma Destek Sistemi oluşturulup, karar vericilerin kullanımına sunulması ve bu sistemin yetkili kurumlar tarafından güncellenmesi sistemin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini birebir etkileyeceğinden sistemin web tabanlı bir sisteme dönüştürülmesi de düşünülmektedir. SÇD' ye göre bu işlemlerin yapılmasının nedeni ileride AB ülkelerinin ortak kullandığı WISE (Water Information System for Europe) sistemine entegrasyonun yapılabilmesi ve ortak raporlama formatlarının oluşturulabilmesidir. (EU Updated Guidance on Implementing the Geographical Information System (GIS) Elements of the EU Water policy, Guidance Document No.22, 2009)

KAYNAKLAR

ArcHydro 10.2 Tutorial, 2011.

EU Updated Guidance on Implementing the Geographical Information System (GIS) Elements of the EU Water policy, Guidance Document No.22, 2009

Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik Eki, 2012.