

DSİ SU KALİTESİ UYGULAMASI COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ MODELİ

M. Karaman

¹Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Teknoloji Dairesi Başkanlığı, Yazılım Uygulama ve Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü, Ankara, mkaraman@dsi.gov.tr

ÖZET

Ülkemizin yüzey ve yeraltı sularının kalite gözlem çalışmaları DSİ Genel Müdürlüğü(DSİ) tarafından belirli noktalarda sürdürülmektedir. Her ölçüm noktasında, suların farklı kullanım amaçları göz önüne alınarak ortalama 35 farklı parametre için yılda ortalama 6 kez ölçüm yapılmaktadır. Söz konusu verilerin değerlendirilmesi yasal mevzuatta tanımlanan kriterlere göre yapılmaktadır.

Bu çalışmada, mevcut durumda yürürlükte olan ve su kaynaklarının farklı kullanım amaçlarına uygunluğunun sorgulanmasında kullanılan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) kapsamında Ülkemiz su kaynaklarının kalitelerinin değerlendirilmesine ilişkin değerlendirme metodlarının çalışma prensipleri ve adımları ile CBS araçlarının verilerin yorumlanmasında ne şekilde kullanıldığına dair uygulamalar anlatılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: su kaynakları geliştirme, su kalitesi değerlendirme, su kalitesi sorgulama araçları, yazılım geliştirme.

ABSTRACT

GENERAL DIRECTORATE OF STATE HYDRAULIC WORKS WATER QUALITY APPLICATION WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Water quality monitoring of inland surface and ground waters of Turkey are carried out by DSİ at present. At every monitoring station, water quality is monitored 6 times annually on average and around 35 parameters are monitored according to the purpose of use. Water quality data is interpreted according to thresholds and/or other criteria determined in legislation currently in force.

In this study, applications about main principles and steps of methodologies regarding water quality determination, as well as GIS tools used for water quality data interpretation are summarized in the context of our present Water Pollution Control Regulation (SKKY), which is used in the query of quality of water resources.

Keywords: water resources development, water quality determination , water quality query tools, software development.

1. GİRİŞ

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan su kalitesi değerlendirme çalışmaları, farklı amaçlar için kullanılacak su kaynaklarında fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin belirli zaman aralıklarında ve seçilmiş lokasyonlarda ölçülmesi ve ölçüm sonuçlarının mevcut mevzuatın gereklerini yerine getirecek biçimde çeşitli sorgulama metodları ile değerlendirilmesi ve yorumlanması süreçlerini kapsamaktadır. Söz konusu çalışmalarda kullanılan mevzuat kapsamında, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)¹, İçmesuyu Elde Edilen ve Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (75/440/EEC ve 79/869/EEC)², İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (98/83/EC)³, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikle birebir örtüşen TS 266 ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliğinde⁴ yer alan Sulama Suyu sınıflandırması yer almaktadır. Bu bildiride, su kalitesi verilerinin SKKY’nde yer alan değerlendirme yöntemine uygun olarak değerlendirilebilmesi için yapılan çalışmalar anlatılmaktadır.

1.1 Su Kalitesi Değerlendirmeleri

Bu alanda çeşitli metodlar kullanılarak birçok çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada⁵ su kalitesi parametrelerinin minimum, maksimum, ortalama, varyans ve standart sapma gibi değişik istatistiksel analiz bileşenleri kullanılarak su kalitesi sonuçları elde edilmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Bir diğer çalışmada⁶ ise su kalitesi gözlemlerinin faktör analiz gözlemleri irdelenerek kalite parametreleri hakkında ayrıntılı analizler yapılmıştır.

1.2 Su Kalitesi Çalışması Amaç ve Hedefleri

DSİ tarafından 1300 su kalitesi istasyonunda ölçülen su kalitesi parametrelerinin ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi oldukça kapsamlı ve önemli bir çalışmadır. Bu sebeple Su Kalitesi Karar Destek Sistemi (SKKDS) yazılımı geliştirilmiştir. SKKY sorgulaması bu yazılım üzerinden yapılmakta ve sorgulama sonucu çıkan sonuçlar ARCGIS uygulama programları üzerinden de görsel olarak görülüp değerlendirilebilmektedir.

2. SU KALİTESİ UYGULAMASI

Geliştirilen yazılımda, Su Kalitesi değerlendirmeleri, SKKY’de belirtilen esaslar çerçevesinde ve bu çerçevedeki Tablo 1 kriterlerine uygun olarak yapılmaktadır. Su Kalitesi uygulamasının kullandığı veriler, yazılımın altyapısı ve kullanılan uygulama geliştirme programları, geliştirilen uygulamaya verilerin nasıl girildiği ve sorgulandığı hakkında ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

2.1 Su Kalitesi Verileri

DSİ’ye ait 1300 civarındaki su kalitesi istasyonunda yılın belirli aylarında su kalitesi ölçümleri yapılmaktadır (Tablo 1). Yapılan ölçümler su kalitesi parametrelerinin standart metotlara göre analiz edilmekte ve geliştirilmiş uygulama ile analizin yapıldığı laboratuardan veritabanına doğrudan aktarılmaktadır (Şekil 1).

İstasyon	Parametre	Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
A	T	2000	16		18		21		23		21		17	
A	SO ₄	2000	28		24		30		26					23
A	DO	2000	9,4			8,9			10,0		9,6			
A	BOD5	2000	3,7			4,8			1,8		0,3			
A	pH	2000	7,7			7,6		8,1	8,2		8,0		7,7	
A	o-PO ₄	2000	0,09		0,31			6,70		1,04			2,04	
A	NO ₃ -N	2000	0,83				1,97						3,36	2,92
A	Cu	2000	0,015			0,008			0,300		0,250			0,070
A	EC	2000	560	665		625		650		430		330		510

Tablo 1: Örnek su kalitesi verileri

İstasyon ve Zaman Bilgileri Seçimi

Bölge Adı...

Havza Adı...

İstasyon Adı/Numarası

Yıl - Ay

Yıl - Ay

<< Ölçüm Yapılmadı >>

Parametre Seçimi ve Veri Girişi

Parametre

Sisteme Girişi Yapılan Veriler

İstasyon No	Yıl	Parametre	Birim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
12-03-00-169	2005	B	mg/l				0,00						0,05	
12-03-00-169	2005	BOD5	mg/l				2,0						1,4	
12-03-00-169	2005	Ca	mg/l				65,6						65,4	
12-03-00-169	2005	Cl	mg/l				20,40						14,20	

Şekil 1: Veri girişi ekranı

2.2 Kurulan Sistem ve Yazılımlar

Su Kalitesi amacı ile geliştirilen Su Kalitesi Karar Destek Sistemi (SKKDS), temel olarak DSI'deki tüm su kalitesi işlemlerini bir merkezden yürütebilecek şekilde geliştirilmiş bir yazılım olup bu yazılımın kullandığı bir veritabanı ile kullanıcılardan oluşmaktadır.

Yazılım ASP.NET 2.0 programlama dili ve Oracle 10g.2 veritabanı üzerinde gerçekleştirilmiş, web tabanlı bir uygulamadır. Uygulamayı 25 Bölge Müdürlüğü bünyesinde yer alan Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Şube Müdürlükleri ile Etüd ve Plan Şube Müdürlüğü personeli kullanmaktadır. Genel Müdürlükte ise elde edilen verilerin sorgulanması ve coğrafi bilgi sistemleri üzerinde gösterilerek karar ve uygulamalara destek verilmesi sağlanmaktadır.

2.3 Uygulama Adımları

Geliştirilmiş olan yazılım yukarıda da anlatıldığı gibi yerel kullanıcıların veri girişi yapmasına ve bu verilerin merkez birimler tarafından sorgulanarak alınacak kararların belirlenmesinde etkili olmaktadır.

Bu aşamada verilerin nasıl sorgulandığı ele alınarak, sorgulama adımları matematiksel ifadeleri ile beraber anlatılacaktır. Daha sonraki aşamada ise bu anlatılan uygulama adımlarının yazılımsal olarak nasıl gerçekleştirildiğine değinilecektir:

- Ölçüm yapılan su kalitesi istasyonlarından sorgulanması gerekenler seçilir,
- Sorgulama yapılacak zaman aralığı belirlenir (yıl ya da ay aralığı),
- Sorgulama amaçlı değerlendirilecek su kalitesi parametreleri (grup ya da tek) işaretlenir,
- Sorgulama başlatılır.

Bundan sonra belirli bir istasyonun belirli zaman aralığında, sadece bir su kalitesi parametresinin SKKY'ne göre değerlendirilmesi adımlar halinde anlatılacaktır.

- Yukarıdaki seçimlerden sonra belirli bir sayıda parametreye ait bir sayı dizisi elde edilir.

$$x_i = [1,02, 3,00, 16,09, 4,65, 6,45] \quad (1)$$

- Bu dizinin eleman sayısı n ve aritmetik ortalaması $\bar{x}$ hesaplanır,
- Bu dizinin standart sapması hesaplanır,

$$x_s = \sigma(x_i, n) \quad (2)$$

- SKKY de belirlenen %90 değeri hesaplanır,

$$x_{\%90} = \bar{x} + 1.28 * x_s$$

- SKKY'de verilen sınır değerleri ile karşılaştırılarak parametreye ait su kalitesi belirlenir,
- Sonuç olarak su kalitesi sınıfı (1-4) belirlenir.

Herhangi bir istasyonda, seçilen tüm su kalitesi parametrelerinin verileri sırası ile hesaplanmakta ve o istasyona ait "su kalitesi sınıfı" en düşük çıkan kalite sınıfı esas alınarak belirlenmektedir. Her bir istasyonda ölçülen tüm parametrelere ait en düşük su kalitesi sınıfı istasyonun su kalite sınıfı olarak atanmaktadır.

2.4 Örnek Uygulama

Su Kalitesi Karar Destek Sistemi uygulama adımlarına yukarıda kısaca değinilmiştir. Bu bölümde ise örnek bir bölge ya da havzadan istasyonlar seçilerek belirli bir zaman aralığında seçilen örnek su kalitesi parametreleri ile bir SKKY sorgulaması yapılacaktır.

1. İstasyon seçimi Şekil 2’deki gibi yapılmaktadır,

İSTASYON SECİM FORMU

☐ Tek İstasyon: Seçiniz

☐ Bölge Bağımlı: Seçiniz

☒ Havza Bağımlı: SAKARYA HAVZASI

☐ I.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ BURSA

☒ III.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ESKİŞEHİR

☐ V.BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ ANKARA

Sorgulama için Eklenmiş İstasyonlar

12-03-00-001 AGZIKARA DERESİ
12-03-10-181 AKADEMI BAHÇESİ İSTİMLAK KUYUSU
12-03-10-014 AKADEMI KUYUSU
12-03-01-042 AKGÖL
12-03-10-198 AKIF GAZOZCU BAHÇESİ KUYUSU
12-03-00-006 AKIN DERE-KÖPRÜ

Şekil 2: İstasyon seçimi

2. Zaman aralığı Şekil 3’te olduğu gibi belirlenmektedir,

ZAMAN ARALIĞI SECİM FORMU

Yıl: 2006 Seçiniz...

Ay:

☒ Ocak ☐ Nisan ☒ Temmuz ☐ Ekim

☒ Şubat ☒ Mayıs ☒ Ağustos ☒ Kasım

☐ Mart ☒ Haziran ☒ Eylül ☐ Aralık

Şekil 3: Zaman aralığı seçimi

3. Sorgulanması istenen parametreler Şekil 4’te gösterildiği gibi seçilmektedir,

PARAMETRE SECİM FORMU

Parametre Grup: D

Parametre Adı: T-Coli

Sorgulama için Eklenmiş Parametreler

Cl
DO
pH
BOD5
COD
As
Cr
Cu
Hg
Pb
Zn
F-Strp
T-Coli

Şekil 4: Parametre seçimi

4. İstasyonlara ait toplam SKKY sorgulama sonucu tablolanmaktadır (Şekil 5),

İstasyon No	İstasyon Adı	Durum	Zaman	Kalite	Grup	A Sınıf	B Sınıf	C Sınıf	D Sınıf	Ayrıntılar
12-03-10-014	AKADEMI KUYUSU		2006	2	A	2	-	-	-	Ayrıntılar
12-03-02-136	AKIN DERESİ-KUNDUZLAR BARAJ ÇIKISI		2006	2	B	1	2	-	-	Ayrıntılar
12-03-00-029	ANKARA ÇAYI-MESELİK		2006	4	B	2	4	-	-	Ayrıntılar
12-03-00-116	ARIFIYE DERESİ-ÇARKSUYU ÖNCESİ		2006	4	B	2	4	-	-	Ayrıntılar
12-03-00-108	BALIKHANE DERESİ-KÖPRÜ		2006	2	B	1	2	-	-	Ayrıntılar
12-03-00-035	ÇARKSUYU-BESKÖPRÜLER		2006	2	B D	1	2	1	2	Ayrıntılar
12-03-00-039	ÇARKSUYU-SÖĞÜTLÜ		2006	4	B	2	4	-	-	Ayrıntılar
12-03-10-196	DEMİRDÖKÜM FABRİKASI KUYUSU		2006	1	A	1	-	-	-	Ayrıntılar
12-03-10-193	DEMİREK KABLO FABRİKASI KUYUSU		2006	2	A	2	-	-	-	Ayrıntılar
12-03-10-231	DSİ BÖLGE KUYUSU		2006	1	A	1	-	-	-	Ayrıntılar
12-03-10-185	DSİ III.BÖLGE MAKİNA İKMAL KUYUSU		2006	2	A	2	-	-	-	Ayrıntılar
12-03-10-194	ECZACIBASI VİTRA FABRİKASI KUYUSU		2006	2	A	2	-	-	-	Ayrıntılar

Şekil 5: Sorgulama sonucu

5. Bir istasyona ait ayrıntılı biçimde parametre analizi ise Şekil 6'da yer almaktadır.

SKKY AYRINTILAR											
SKKY Sorgulamasında 12-03-00-044'Nolu İstasyona Ait Parametre ayrıntı bilgileri...											
Excele Aktar >> 											
İstasyon Adı	İstasyon No	Parametre	Birim	Zaman	n	X Ortalama	Standart Sapma	Yüzde Doksan (%90)	Grup	Kali	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	Cl	mg/l	2006	6	45,46666666666667	15,3337101402976	65,093816	A	2	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	DO	mg O2/l	2006	6	10,26666666666667	1,30792456459334	11,94081	A	1	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	pH	-	2006	6	7,95	0,294957624075053	8,327546	A	1	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	BOD5	mg/l	2006	6	4,16666666666667	1,30332907075177	5,834928	B	2	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	COD	mg/l	2006	6	40,93333333333333	23,067090554872	70,459209	B	4	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	Cr	mg/l	2006	2	0,004	0,00424264068711928	0,009431	C	1	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	Cu	mg/l	2006	2	0,0065	0,00777817459305202	0,016456	C	1	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	Pb	mg/l	2006	2	0,0015	0,00212132034355964	0,004215	C	1	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	Zn	mg/l	2006	2	0,0265	0,0233345237791561	0,056368	C	1	
SAKARYA NEHRI-ADATEPE	12-03-00-044	F-Strp	EMS/100ml	2006	5	188	290,03448070876	559,244135	D	3	

Şekil 6: İstasyonun ayrıntılı analizi

3. SU KALİTESİ UYGULAMASI: COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) ENTEGRASYONU

Coğrafi bilgi sistemleri, mevcut verileri bilim insanları, profesyoneller ve diğer kullanıcılar tarafından daha anlaşılır yorumlanabilmesi için görsel ve anlamlı bir biçimde sunmaktadır. Bu sunuş sonucunda daha kolay ve pratik yorumlar yapılabilen, hızlı ve uygulanabilir kararlar alınabilmektedir.

3.1 CBS Kullanımının Amacı

DSİ 1979 yılından beri su kalitesi izleme çalışmalarını sürdürmektedir. Bu süre zarfında yüz binlerce veri elde edilmiş ve klasik yöntemlerle su kalitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Genel Müdürlük, Türkiye'nin tek sistematik izleme ağına sahip olması nedeniyle Ulusal izleme ağına kurulmasında da öncü rolü üstlenebilecek altyapıya sahip bulunmaktadır.

Bu çalışma sayesinde ilk önce eldeki tüm verilerle sayısal ve sözel olarak anlamlı işlemler, yani su kalitesi sorgulaması yapılmıştır. Yapılan bu sorgulama ile su kalitesi değişimleri incelemiş ve gerekli görüldüğü takdirde uyarılar yapılabilmektedir.

Fakat sayısal ve sözel olarak verilerin görsel olarak karar vericiye sunulması daha anlamlı olmakta ve karar sürecini hızlandırmaktadır. Ayrıca SKKY'ne göre yapılan sorgulama sonucunda her su kalitesi istasyonu için belirlenen kalite sınıfı, ESRI ürünlerinden ArcMap vasıtası ile Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında renklendirilerek gösterilebilmekte, sistemin dinamikliği sayesinde su kalitesindeki değişimler görsel olarak kolaylıkla izlenebilmektedir.

3.2.Su Kalitesi Uygulaması CBS Modeli

Çalışmaya örnek olması amacı ile 36. zone'da yer alan DSİ Eskişehir Bölge Müdürlüğü Sakarya Havzasında bulunan su kalitesi istasyonlarının 2005 ve 2006 yılları arasındaki "Cl, DO, pH, BOD5, COD, As, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, F-Strp, T-Coli " parametrelerine göre SKKY sorgulaması yapılmıştır ve bunlar ArcMap ile CBS ortamında gösterilmektedir.

2005 yılı Sakarya havzası su kalitesi değerlendirmesi Şekil 7, 2006 yılı Sakarya havzası su kalitesi değerlendirmesi ise Şekil 8 ile sunulmaktadır. Şekil 9'da Şekil 7 ve Şekil 8 ile verilen haritalar karşılaştırılarak 2005-2006 yılı haritalarının karşılaştırılması yapılmakta ve renk/kalite değiştiren istasyonlar kolaylıkla seçilebilmektedir. CBS uygulamaları ile iki yılın su kalite değerleri eşleştirilerek üçüncü bir harita oluşturulabilmekte ve yeni haritadaki su kalitesi renk sınıflandırmalarından farklı olan renklemelerde su kalitesi değişimi gözlenmektedir.

Buna göre Şekil 9'da çember içine alınan 1, 2 ve 3 numaralı alanlara dikkat edecek olursak 1. gruptaki 12-03-06-136 nolu istasyonda su kalitesinin 2. sınıftan (mavi renk) 3. sınıfa (sarı renk) düştüğü görülmektedir. Aynı şekilde 2. grupta yer alan 21-03-00-009 nolu istasyon ise 3. sınıftan (sarı renk) 4.sınıfa (kırmızı renk) düşmüştür.3.grupta ise 12-03-00-034 numaralı istasyon 2. sınıf değerden (mavi renk) 1. sınıf değere (yeşil renk) yükselmiş bulunmaktadır.

Su kalitesindeki değişimleri görsel olarak kolaylıkla sorgulayabilen bir karar verici, havzadaki nehir bölümlerinin hassasiyetine göre hangi noktada hangi koruma önlemlerinin alınması gerektiğine karar vermektedir. Buna göre, örneğin mevcut bir arıtma tesisinin daha ileri arıtma teknolojileri içerecek biçimde geliştirilmesi ya da bir istasyonun su toplama havzasında yapılaşmanın önlenmesi gibi tedbirler alınabilmektedir.

Şekil 8: 2006 su kalitesi değerlendirmesi

4. SONUÇ

TEŞEKKÜRLER

KAYNAKLAR

1. **URL 1**, Bursa İl Çevre ve Orman İl Müdürlüğü, *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği – Eylül 1988*, <http://bursacevreorman.gov.tr/dosya/skky.doc>, 5 Eylül 2007
2. **URL 2**, T.C. Başbakanlık, *İçmesuyu Elde Edilen Veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik – Kasım 2005*, <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/mevzuat/metinx.asp?mevzuatkod=7.5.9620>, 5 Eylül 2007
3. **URL 3**, T.C. Başbakanlık, *İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik – Şubat 2005*, <http://rega.basbakanlik.gov.tr/Eskiler/2005/02/20050217-3.htm>, 7 Eylül 2007
4. **URL 4**, 9 Eylül Üniversitesi, *Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği – Ocak 199*, http://web.deu.edu.tr/cevmer/dokuman/skky_teknik.doc, 7 Eylül 2007
5. **Girgin S., Akyürek Z., Usul N.**, 2004, *Türkiye İçin Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Su Kalitesi Analiz Sistemi Geliştirilmesi*, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri , 6-9 Ekim , İstanbul,Türkiye
6. **Şengörür B., İsa D.**, 2001, *Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi*, Turk Jurn. Engin. Environ. Sci.,sayı :25, Sayfa :415-425