

**T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI**

**ORMANCILIK VE SU ŞURASI
2017**

**SU BİLGİ SİSTEMİ VE MODELLEME
ÇALIŞMA GRUBU TASLAK RAPORU**

**SORUMLU BİRİM: SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
28 ŞUBAT 2017**

SU BİLGİ SİSTEMİ VE MODELLEME ÇALIŞMA GRUBU		
1	Başkan	Serdar KÜPCÜ (TÜRKSAT)
2	Başkan Yardımcısı	Serdar SÜRER (TMMOB)
3	Raportör	Neşat Onur ŞANLI (SYGM)
4	Raportör	Hale ONBAŞLI (SYGM)
5	Raportör	Zehra YALÇIN (SYGM)
	ADI/SOYADI	KURUMU/BİRİMİ
6	Nermin ANUL	
7	Tuğçe AKGÖZ	
8	Selçuk COŞKUN	
9	Kemal SEYREK	DSİ
10	Sefer KERVANKIRAN	MGM
11	Ali TANIŞ	ÇEM
12	Alper ALTUNSOY	DKMP
13	Selda TAŞ	OGM
14	Yavuz ALTER	OSİB - BİD
15	Ebru OLGUN EKER	ÇŞB - ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
16	Sibel SÜER TOYBIYIK	ÇŞB - Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü
17	Ali Mert AYDOĞ	ÇŞB - Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
18	Emine SOYBAKİŞLİ	ÇŞB - İLBANK A.Ş. Genel Müdürlüğü
19	Yusuf GÜRBÜZ	GTHB - Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
20	Lale ÇALIŞKAN	GTHB - Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
21	Dursun ÖZDOĞAN	GTHB - Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
22	Cem CEYHAN	GTHB - Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
23	H. Alper KÖŞGER	SB - Türkiye Halk Sağlığı Kurumu
24	Orcan Ufuk EKER	Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
25	Caner ZEYREK	MTA
26	Nusret GÜNGÖR	MİGEM
27	Yaşar Tolga SARI	TÜİK
28	Sevgi ÇELEBİ	ETKB
29	Tarkan CİNEVİZ	ASKİ
30	Fatih YILDIZ	İSKİ
31	Prof. Dr. Ayşe Nilsun DEMİR	Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Bölümü
32	Prof. Dr. Muzaffer DÜGEL	Abant İzzet Baysal Üniversitesi Biyoloji Bölümü
33	Doç. Dr. Ahmet Emre YAPRAK	Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü
34	Prof. Dr. Sedat YERLİ	Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü
35	Prof. Dr. İbrahim GÜRER	Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği (Emekli)
36	Doç.Dr. Levent TEZCAN	Hacettepe Üniversitesi
37	Doç.Dr. Alpaslan EKDAL	İTÜ
38	Doç. Dr. Emre ALP	ODTÜ
39	Prof.Dr. Zuhal AKYUREK	ODTÜ
40	Doç.Dr. Ali ERTÜRK	İstanbul Üniversitesi
41	Prof.Dr.Prof. Dr. Lale BALAS	Gazi Üniversitesi
42	Yrd. Doç.Dr. Ali Arda ŞORMAN	Anadolu Üniversitesi
43	Halis UYSAL	Türkiye Sulama Kooperatifleri Birliği

İçindekiler Tablosu

YÖNETİCİ ÖZETİ	5
1. GİRİŞ	7
1.1 Ulusal Bilgi Sistemi.....	8
1.2 Su Kaynaklarının Modellenmesi	8
2. MEVCUT DURUM.....	9
2.1 Su Bilgi Sistemi.....	10
2.1.1 Su Verisi Üreten/Kullanan Kurumlardaki Mevcut Altyapı	10
2.1.2 Kamu Kurumlarında Su İle İlgili Yürütülen Çalışmalar	10
2.1.3 Su Verilerine Ait Metaverilerin Oluşturulması	26
2.1.4 Su Verilerinin Değerlendirilmesi.....	28
2.1.5 Su Konusunda Yetki ve Sorumluluk Çakışmaları.....	31
2.1.6 Veri Paylaşımı	32
2.2 Su Kaynaklarının Modellenmesi	33
2.2.1 Modelleme Konusunda Kurumsal Yapılanma	34
3. KARŞILAŞILAN DARBOĞAZLAR ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	41
3.1 Ulusal Su Bilgi Sisteminde Karşılaşılan Darboğazlar	41
3.2 Modellemede Karşılaşılan Darboğazlar	42
3.3 Genel Darboğazlar	44
3.3.1 Koordinasyon problemi	44
3.3.2 Kurumsal sebepler	44
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	46
4.1 Su Bilgi Sistemi.....	46
4.2 Modelleme	47
4.3 GZFT Analizi	47
5. KAYNAKLAR	48
6. EKLER	49

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AA	Avrupa evre Ajansı
AKM	Askıda Katı Madde
BİT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BOİ	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EC	Avrupa Komisyonu
EN	Alman Standartlar Enstitüsü
Eurostat	Avrupa İstatistik Ofisi
INSPIRE	Avrupa Mekânsal Veri Altyapısı
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilât
GPRS	Genel Paket Radyo Servisi
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
GSM	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
KHK	Kanun Hükmünde Kararname
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
N	Azot
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OGC	Open Geospatial Concoortium
OSİB	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı
OWS	OGC Web Services
P	Fosfor
SD	Su ereve Direktifi
SUEN	Türkiye Su Enstitüsü
SVT	Su Veri Tabanı
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri
TÜMAS	Türkiye Meteorolojik Veri Arşiv ve Yönetim Sistemi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNSD	Birleşmiş Milletler İstatistik Ofisi
USBS	Ulusal Su Bilgi Sistemi
VPN	Sanal Özel Ağ
WFD	Su Çerçeve Direktifi

YÖNETİCİ ÖZETİ

Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında 645 Sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Görevlerine ilişkin 9. maddesi (ğ) fıkrası gereğince “Ulusal su veri tabanlı bilgi sistemini oluşturmak” ve aynı maddenin (2). bendinde “Kamu kurum ve kuruluşları, sahip oldukları su ile ilgili bilgi ve verileri talep edilmesi halinde Su Bilgi Sistemine işlemek üzere Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’ne vermekle mükelleftir.” hükmü kapsamında çalışmalarını yürütün Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, su konusunda tüm verilerin tek bir sistem altında toplanarak tek bir merkezden paylaşımının sağlanması maksadıyla Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) kurulması yönünde çalışmalarını sürdürmektedir. USBS, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı’nın 2016-2019 Ulusal e-Devlet Stratejisi ve Eylem Planı’nda ‘Hedef 3.2: Bilişim Sistemlerinde Sektörel Entegrasyonlar Güçlendirilecektir’ kapsamında da ayrı bir eylem olarak tanımlanmıştır.

Zaman içinde meydana gelen yenilikler ve kamudaki organizasyonel değişiklikler, birden fazla kamu kurum/kuruluşu tarafından aynı sektörde farklı hizmetlerin verilmesine sebep olmuştur. Aynı sektörün farklı hizmetleri için kamu kurum/kuruluşlarında birbirinden bağımsız çalışan bilişim sistemleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistemler arasında entegrasyon eksiklikleri bulunmakta, kısıtlı ölçüde veri paylaşımı yapılmaktadır. Su Bilgi Sistemi, kanuni yükümlülüğün dışında, Ülkemizde suyla ilgili üretilen her türlü verinin ortak bir bilgi teknolojileri çatısı altında, ulusal ihtiyaçlar ve menfaatler gözetilerek en doğru şekilde yönetilmesini sağlamak, suyla ilgili veri üretimi gerçekleştiren birçok kamu kurumunun ortak paydada birleşerek, kaliteli, güvenilir, ulusal ve uluslararası standartlara uygun veri üretilmesi ve oluşturulacak bilgi sisteminde paylaşmasını sağlamak, uygulamalar geliştirmek, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında analizler ve ileriye yönelik tahminler yapmak maksadıyla kurulmaktadır.

Üretilen su verilerinin paylaşımı konusunda kurumların mevzuatından kaynaklanan ya da kurumlar arası koordinasyon eksiklikleri neticesiyle sorunlar olduğu görülmektedir. Ayrıca, bazı istisnalar hariç (ör. TÜİK) üretilen verilerle ilgili veri tarihçesinin tutulmaması, arandığı verilere ulaşılabilmesi için metaveri (veri künyesi) üretiminin yapılmaması da önemli bir eksiklik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun dışında farklı kurum süreçleri sonunda üretilen verilere erişimde de zorluklar yaşanmaktadır.

Ulusal ve uluslararası standartlara uygun, sürekli güncellenen ve güvenilir verilerin sunulduğu bir sistem oluşturulması ve bunun sürdürülebilirliğinin sağlanması önem arz etmektedir. .

Su Bilgi Sistemi, diğer kurumların işbirliği platformunu sağlayacak bir bilgi sistemidir. Üretilen verilerde mükerrerliğin engellenmesi, standartlara uygunluğun sağlanması, güvenilir verilerin paylaşımına önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Ayrıca coğrafi olan ya da olmayan tüm su verilerinin geliştirilecek hesaplama, modelleme ve raporlama uygulamalarıyla paydaş kurumların iş süreçlerinin hızlandırılması ve daha verimli hale getirilmesi mümkün olacaktır.

Son yıllarda, su kaynakları nehir havzaları üzerindeki kontrolsüz tarımsal, endüstriyel faaliyetler ve yerleşimlerden olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle, Avrupa Birliği

tarafından oluşturulan Su Çerçeve Direktifi (SÇD), su kaynaklarının korunması, doğru ve etkin su yönetimi için yeni yaklaşımlar ortaya koymaktadır. Direktif, havza ölçeğinde su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için bütüncül havza yönetiminin önemine işaret etmektedir. Suyun ve suyla birlikte taşınan kirletici yüklerin havzada mekânsal ve zamansal dağılımını anlamak; su kaynaklarının korunması, doğru ve etkin yönetiminin sağlanmasında önemlidir. Bu sebeple, havzalardaki fiziksel süreçlerin uygun ölçekte temsil edildiği matematiksel modellerinin geliştirilmesi ve uygulanması, başarılı bir nehir havzası yönetim planlamasında, su sistemindeki kısa ve uzun vadeli etkileri öngörmek için önemli bir rol oynamaktadır (Özdemir, 2016).

Su kaynaklarının yönetiminde pek çok kurum ve kuruluş çeşitli modeller kullanmaktadır. Ancak, su yönetimi karar vericileri tarafından kullanılan modeller halen tam olarak anlaşılamamakta olup, kullanım konusunda da çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Modelleme çalışmaları, problem tanımı yapılmadan ve probleme dayalı değerlendirme kriterleri belirlenmeden kurgulanmaktadır.

Modelleme konusunda uzman personelin bulunmaması, çalışmaların kalitesini ve verimini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, su yönetimi sistemi için kurulan modellerin proje sonrasında güncellenmemesi sebebiyle modellerin atıl durumda kalmasına ve aynı işin tekrar yapılmasına sebep olmaktadır. Özellikle, modelleme çalışmalarında yeterli veri olmaması, verilerde bir standardın bulunmaması, modelin doğruluğunu ve süresini olumsuz yönde etkilemektedir. Model kullanımları, öncelikli olarak maksada uygun nitelikte olmalıdır. Herhangi bir kalite standardına tabi tutulmamış, model arka planında yer alan altlıkların bilimselliği kanıtlanmamış modeller tercih edilmemelidir. Modellerin kullanımının sağlanması ve gerekli güncellemelerin yapılabilmesi ancak, personel kapasitesinin oluşturulması ve model geliştirilmesi ile mümkün olabilecektir.

Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetiminin sağlanabilmesi maksadıyla, Ülkemizdeki mevcut veriyi göz önüne alarak esnek tasarlanacak, modelleme kapasitesini oluşturacak ve geliştirecek, model kullanıcılarının karşılaşılabileceği sorunlara hızlı ve özgün çözüm üretecek, ulusal tasarruf sağlayarak dışa bağımlılığın azalmasına katkı sağlayacak Ülkemize ait entegre çalışan hidroloji, hidrodinamik, su kalitesi ve ekoloji modellerinin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

1.GİRİŞ

1.1 Ulusal Bilgi Sistemi

Türkiye’de bilişim, bilgi toplumu ve bilgi ekonomisi üzerine çalışmalar 1990’lı yıllardan bu yana farklı projeler kapsamında devam etmektedir. Bu konudaki birikimlerin nihai sonucu e-Dönüşüm Türkiye Projesi çerçevesinde hazırlanan 2005-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi ve Eylem Planı’dır. 2003/12 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile birlikte Ülkemizin bilgi toplumu olma yolunda ortaya koyduğu orta ve uzun vadeli stratejiler ışığında, vatandaşlara daha kaliteli ve hızlı kamu hizmeti sunabilmek maksadıyla katılımcı, şeffaf, etkin ve basit iş süreçlerine sahip olmayı ilke edinmiş bir devlet yapısı oluşturulması hedeflenmektedir.

“Su hayattır!” sloganı dünya var olduğundan beri geçerli bir olgu olup, yeryüzü üzerindeki tüm canlıların ihtiyaç duyduğu bu kaynağın doğru ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi önem arz etmektedir. Suyun yönetimi konusu, insanoğlunun dünya üzerine sonradan çizdiği politik sınırları aşmaktadır. **Su, kendi sınırlarını oluşturur ve bu sınırlar doğrultusunda kendisine yön verir.** Bu noktada suyu çalışırken birim sınırlar olarak insanların ürettiği politik sınırların değil, **havzaların** dikkate alınması gerekliliğidir. Havzaları kendi içinde alt havzalara bölmek su yönetimini kolaylaştıracak unsurlardandır. Su, küresel ölçekte ülkeler için ekonomik, stratejik ve yaşamsal olarak çok büyük bir önem teşkil etmektedir. Bu kapsamda ulusal ölçekte Ulusal Su Bilgi Sisteminin (USBS), 645 sayılı Kanun Hükmünde Kararname’nin 9/ğ maddesi ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı’nca kurulması ve işletilmesi hüküm altına alınmıştır. Ancak yasal hüküm ve kararların ötesinde “su” konusu yalnızca kanun hükmüyle yetkilendirilmiş kamu kurum ve kuruluşlarını değil, aynı zamanda ulusal ve yerel ölçekte faaliyet gösteren bütün kurum ve kuruluşlarını, özel sektör katılımcılarını ve vatandaşları doğrudan ilgilendirmekte ve etkilemektedir. Bu çerçevede değerlendirildiğinde kurulması önemli bir gereklilik olan Ulusal Su Bilgi Sistemi ile verilerde standardizasyonun sağlandığı, mükerrerliğin ve kaynak israfının önüne geçildiği sürdürülebilir bir veri yönetim sağlanmış olacaktır. Sistem tüm yönleriyle düşünüldüğünde, sistem kullanıcılarının çok farklı alanlardan ve kurumlardan katılım göstermesi beklenmektedir.

1.2 Su Kaynaklarının Modellenmesi

Su kaynakları sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçasıdır. Teknolojinin ilerlemesi ile sudan faydalanma şekil ve oranlarının artması, su kaynaklarının içme-kullanma, sulama suyu, enerji üretimi gibi pek çok amaç için geliştirilebilmesi, ülkelerin ekonomik kalkınmasında suyun vazgeçilmez bir yer edinmesinde büyük rol oynamaktadır. Teknolojinin ilerlemesi, su kaynaklarından azami faydanın sağlanmasına aracı olmakla birlikte, bu ilerlemeye paralel olarak sanayileşmenin ve şehirleşmenin de artması “çevre kirliliğini” ve özellikle “su kirliliğini” gündeme getirmiştir. Su kirliliğinin giderek önemli boyutlara ulaşması, sürdürülebilir kalkınma açısından da önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu sebeple su kaynaklarının etkin yönetimine ihtiyaç duyulmaktadır.

Su kaynaklarının entegre yönetimi için tutarlı bir çerçeve sağlayan Su Çerçeve Direktifi (SÇD-WFD, 2000/60/EC), nehir havzası yaklaşımına dayalı su yönetimini benimsemektedir. Nehir havzalarındaki suyun zamansal ve mekânsal dağılımını anlamak, son derece kıymetli su kaynaklarının uygun yönetimini ve korunmasını sağlamak için önemli hale gelmektedir. Bu sebeple, sucül sistemde kısa ve uzun vadeli etkilerin tahmin edilmesinde kullanılan, uygun ölçekte bütün hidrolojik/hidrodinamik/ekolojik süreçleri yansıtan matematiksel modelleri geliştirmek ve uygulamak, başarılı bir nehir havza yönetimi için önemli bir role sahiptir. Su kaynakları yöneticileri, matematiksel modelleri, nehir havzaları üzerindeki su döngüsünde ortaya çıkan değişiklikler ile insan etkilerini anlayabilmek ve güvenilir bir şekilde öngörmek için araç olarak uygulamaktadır.

Modeller ile su kalite ve miktarı üzerindeki baskıların azaltılmasına, su kaynaklarının kalite ve miktarının iyileştirilmesine yönelik farklı yönetim politikalarının etkileri ortaya konulabilmekte böylelikle, en uygun su yönetim politikasının belirlenmesine olanak sağlanabilmektedir. Modeller sayesinde, su kalitesinin geliştirilmesi için yapılması gereken yatırımların kararı, zamanlaması, sınırlı bilgiye sahip olunan parametrelerin su kalitesine olan etkilerinin tahmini gibi konularda hızlı cevap alınmaktadır.

Modeller, sürdürülebilir su yönetimini sağlamak ve bu konuda doğru ve etkin politikalar oluşturmak maksadıyla kullanılmaktadır.

2. MEVCUT DURUM

2.1 Su Bilgi Sistemi

2.1.1 Su Verisi Üreten/Kullanan Kurumlardaki Mevcut Altyapı

Ülkemizde su verisini üreten ve kullanan birçok kurum ve kuruluş bulunmaktadır. Her kurum ve kuruluş kendi görev, yetki ve sorumluluklarına göre yapılanmakta ve bu doğrultuda veri üretmektedir. Kurum ve kuruluşlar genellikle il veya bölge bazında yapılanmakla birlikte Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün taşra teşkilatı bulunmamasına rağmen su ile ilgili verilerin kurumsal yapılanmadan bağımsız olarak havza bazında yönetimini desteklemektedir.

Ulusal düzeyde su kaynakları ile ilgili verilere ait tarihsel ve mekânsal analiz yeteneğine sahip, söz konusu verilerin etkin yönetimi ve paylaşımına uygun veri tabanı henüz mevcut değildir. Kurumlar arası veri paylaşımı konusunda da mevzuat ve teknik eksiklikler söz konusudur. Kurumların birbirinden farklı yapıda teşkilatlanması, su verisinin havza bazlı üretilmemesi, veri üretim ve paylaşım sorunları; üretilen verilerde standardizasyonun bulunmaması, mükerrer veri üretimi, kimi verilerin sayısal ortamlarda ulaşılabilir halde bulunmaması, etkin veri yönetiminin olmaması gibi hususlar su verisi ile ilgili ihtiyaçlara cevap verebilecek ve kurumlar arası birlikte çalışabilir Ulusal Su Bilgi Sistemi'nin kurulması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

2.1.2 Kamu Kurumlarında Su İle İlgili Yürütülen Çalışmalar

2.1.2.1 Sağlık Bakanlığı – Türkiye Halk Sağlığı Kurumu

İnsani tüketim amaçlı, doğal mineralli, kaplıca, havuz ve yüzme sularının görev, yetki ve sorumlulukları çerçevesinde teknik, hijyenik ve kalite standartlarına uygunluk açısından izlenmesi ve değerlendirilmesi Türkiye Halk Sağlığı Kurumu tarafından yürütülmektedir.

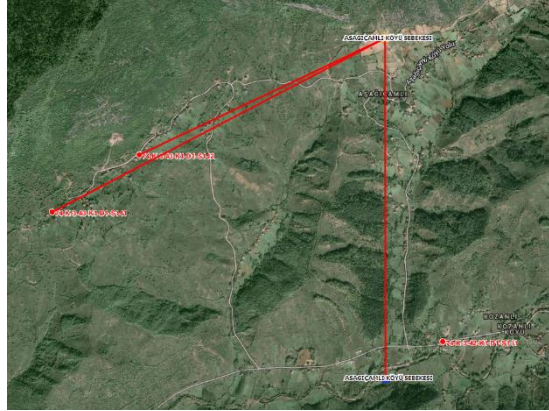
Bu kapsamda Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı bünyesinde 2010 yılından itibaren su kalitesinin izlenmesi amacıyla içme-kullanma suları ile yüzme suyu sistemlerini coğrafi bilgi sistemi tabanlı olarak hazırlayıp faaliyete geçirmiştir. Akabinde 2013 yılı içerisinde de ambalajlı sular ile kaplıca suları veri tabanı devreye alınmıştır. 2014 yılında ise havuz suları veri tabanı tamamlanmıştır.

İçme-Kullanma Suları Coğrafi Bilgi Sistemi

Yurt genelindeki içme suyu arıtma tesisleri, su kaynakları, su depoları ve izleme noktaları (yaklaşık 160.000 nokta) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) üzerinde tanımlanmıştır. İçme suyu şebekelerini, lokasyonu da dâhil olmak üzere tanımlayarak söz konusu sulara ait dezenfeksiyon çalışmaları ile analiz sonuçlarını dijital ortamda takip etmek maksadı ile içme-kullanma suyu bilgi sistemi kurulmuştur. Sistemde, kullanıcı rolleri belirlenmiş ve her kullanıcı kendi rolü çerçevesinde bağlantı kurarak kendine has verilere erişebilmekte ve veri girişi yapabilmektedir. Sistemin içeriğinde; kaynağa ait detay bilgiler ve resimleri, kaynağa bağlı bir arıtım var ise arıtma tesisi koordinatı, detay bilgileri ve resimleri, arıtma tesisine ya

da kaynağa bağlı su depoları koordinatı, detay bilgileri, klorlama cihazı bilgileri ve resimleri, numune alımı ve dezenfeksiyonun takibi maksadıyla izleme noktaları tanımlanmıştır.

Bu tanımlamalarla suyun kaynaktan, tüketim noktasına kadar izlediği yol, şebeke sistemi olarak tanımlanmış ve herhangi bir uygunsuzlukta hangi noktaların gözden geçirileceği netleştirilmiştir (Şekil 1). İl ve ilçe kullanıcıları vasıtası ile günlük bakiye klor takibi (dezenfeksiyon) ve numune alımları yapılarak sisteme girilmekte, laboratuvar kullanıcıları aracılığıyla da numunelerin analiz sonuçları girilmektedir.



Şekil 1: Şebeke krokisi

İçme-kullanma suyu veri tabanı ile değişik raporlamalar ve tematik haritalar oluşturulabilmektedir. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik kapsamında yapılan tüm analizlerin raporları ile bu Yönetmelikte yer alan her bir parametre için sonuç alınabilmekte ve parametre bazlı tematik raporlar oluşturulabilmektedir.

Örneğin arsenik parametresi hangi numune alım noktasında uygunsuz sonuç vermiş ise ilgili noktalar harita üzerinde çıkan sonucun büyüklüğüne göre değişik renklerde konumlanabilmekte ve yöneticilerin görsel açıdan bu sonuçlara kolaylıkla ulaşması sağlanabilmektedir.

Yönetmelik dâhilinde alınması gereken numuneler sistem üzerinde takip edilebilmekte ve numune takvimlerini oluşturabilmektedir. Mahalli idarelerin (Vali, Kaymakam, Belediye, İl Özel İdareleri) kendi sınırları dahilindeki bilgilere ve analiz sonuçlarına ulaşma yetkisi verilerek uygunsuzluklara daha hızlı müdahale imkanı sağlanmaktadır.

İçme-kullanma suyu analiz sonuçlarının kamuoyuyla paylaşımı için İçme ve Kullanma Suyu Bilgilendirme Sistemi web sitesi hazırlanmış ancak paylaşımın ilerleyen dönemlerde başlatılması planlanmaktadır.

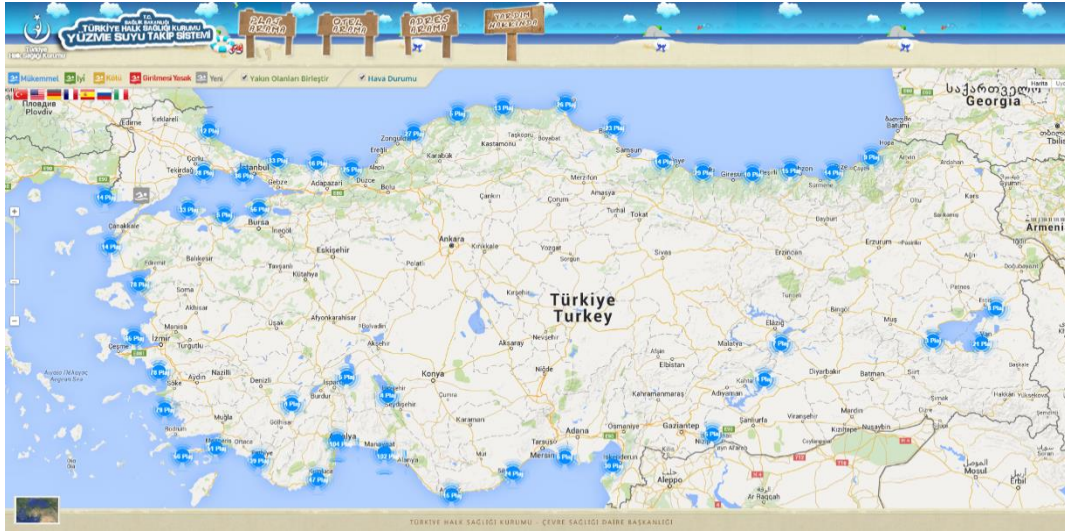
Yüzme Suları Coğrafi Bilgi Sistemi

Yüzme alanlarının tanımlanması ve tanımlanan bu alanlardaki izleme noktalarından numuneler alınarak yüzme sularının kalitesinin takibi maksadıyla yüzme suları veri tabanı

hazırlanmıştır. Söz konusu sistemde; kullanıcı rolleri belirlenmiş olup, her kullanıcı yetkisi çerçevesinde verilere erişebilmekte ve veri girişi yapabilmektedir. Sistemde yüzme alanlarının koordinatları tanımlanarak bu alanlara ilişkin detay bilgiler yer almaktadır. Her yüzme alanı için izleme noktaları, nokta koordinat olarak tanımlanmış ve izleme noktası detay bilgileri sisteme girilmiştir. Aynı zamanda yüzme alanında risk oluşturabilecek deşarj noktası bilgileri de alınabilmektedir.

CBS yüzme suyu veri tabanı ile yüzme alanı, izleme noktası ve deşarj işlemlerine yönelik sisteme girilen verilerin detay bilgileri, analiz sonuçları dikkate alınarak Ulusal ve Avrupa Birliğine bildirim zorunlu sınıflandırmalar ve belirlenen tarih aralığında numune analiz sonuçları raporları alınabilmektedir. Analiz sonuçlarına göre hesaplanan sınıflama ile ilgili bilgiler değişik renklerde tanımlanarak harita üzerinde gösterilebilmektedir.

Ayrıca kamuoyunun bilgilendirilmesine yönelik verileri sistemden alan yüzme alanı detay bilgileri ile analiz sonuçlarının yayımlandığı bir web sitesi de hazırlanmış ve yuzme.saglik.gov.tr adresinden faaliyet göstermektedir



Şekil 2. Yüzme suyu kamuoyu bilgilendirme web portalı



Ambalajlı Su Coğrafi Bilgi Sistemi

Ambalajlı su veri tabanı, Türkiye’de üretimi yapılan tüm ambalajlı suların kalitesini takip etmek amacı ile kurulmuştur. Söz konusu sulara ait firma bilgileri, su türü (kaynak, doğal mineralli ve içme suyu), suya ait üretim izin belgeleri, etiket, sertifika dosyaları, kaynak, depo ve imlahane bilgileri ile bunlara ait dosyalar sisteme girilmiştir. İzleme noktaları çeşitlendirilmiş; rutin izlemeler, piyasa izlemeleri, denetim sonuçları ve izlemeleri ile şikâyet sonucu izlemeler olarak gruplandırılmıştır.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik ve Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik kapsamında sonuçlanan analizler çeşitli raporlar ile takip edilmekte ve tematik raporlar oluşturulabilmektedir. Numuneler alınarak laboratuvarlara gönderilmekte, burada kabul ve analiz işlemi yapılarak sonuçlar veri tabanına aktarılmaktadır. Ayrıca üretim tesisleri yetkililerine kullanıcı tanımlanarak, kendilerinden istenen bilgilerin veri tabanına eklenmesi sağlanmıştır. Sağlık Bakanlığınca yapılan numunelerin analiz sonuçlarını resmi yetkililer ile aynı anda üreticilerin de görmesi sağlanmaktadır. Yönetmelik gereği yapılan denetim sonuçları sisteme işlenerek sonraki denetimlere yönelik arşiv oluşturulmakta ve denetim sonrası tespit edilen uygunsuzlukların tamamlanıp tamamlanmadığı takip edilmektedir. Su satışı yapılan tüm bayiler piyasa gözetim ve denetimi için sisteme izleme noktası olarak tanımlanmakta, üçer aylık periyotlarla bu izleme noktalarından numuneler alınarak su kalitesi piyasadan da izlenmektedir.

Kaplıca Suları Coğrafi Bilgi Sistemi

Kaplıca suyu veri tabanı Türkiye’de kullanıma sunulan kaplıca ve thalasso terapi suları ile peloid ürünlerinin kalitesinin takip edilmesi maksadı ile kurulmuştur. Sistemde kullanıcı rolleri belirlenmiş ve her kullanıcı kendi rolü çerçevesinde bağlantı kurarak kendine has verilere ulaşabilmekte ve veri girişi yapabilmektedir. Söz konusu sulara ait firma, kaynak depo ve izleme noktası detay bilgileri ile endikasyon bilgileri toplanmaktadır. Kullanım noktalarından aylık, yıllık ve 3 yıllık periyotlar halinde numuneler alınarak laboratuvarlara gönderilmekte analiz sonuçları veri tabanına aktarılmaktadır. Kaplıca Suları Hakkında Yönetmelik kapsamında sonuçlanan analizler istatistiksel ve detay raporlar ile takip edilebilmektedir.

2.1.2.2 Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki 639 Sayılı KHK’nin 2 nci ve 11 inci maddeleri ile, 18 Şubat 2004 tarih ve 25377 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren ve revize edilerek 23 Temmuz 2016 tarihli ve 29779 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği”ne dayanılarak tarımsal kaynaklı kirlilik çalışmaları yürütülmektedir. AB Nitrat Direktifinin ulusal mevzuatımıza uyumlaştırılması kapsamında hazırlanarak yürürlüğe giren “Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği”, tarımsal kaynaklı nitratin suda neden olduğu kirlenmenin tespit edilmesi, azaltılması ve önlenmesini amaçlamaktadır.

Yönetmelik; kirlenmiş ya da kirlenme tehdidi altındaki suların belirlenmesi, Nitrata Hassas Bölgelerin belirlenmesi, İyi Tarım Uygulamaları Kodunun hazırlanması, Tarımsal Eylem Planlarının oluşturulması, İzleme Ağı ve Raporlama Sisteminin kurulması temel hükümlerini içermektedir.

Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Yönetmelik hükümleri çerçevesinde tarım alanları içerisinde kalan yerüstü ve yeraltı sularında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan olası kirliliğin tespit edilerek Nitrata Hassas Bölgelerin belirlenmesi maksadıyla tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği izleme çalışmalarını yürütmektedir.

İzleme çalışmaları halen 2054 yerüstü ve 1900 yeraltı suyu olmak üzere 3954 izleme istasyonundan oluşan izleme ağında yapılmaktadır. Yerüstü sularında her ay nitrat, toplam azot, ortofosfat, toplam fosfor, pH, çözünmüş oksijen, klorofil-a analizleri; yeraltı sularında ise üç ayda bir nitrat, pH, elektriksel iletkenlik ve çözünmüş oksijen analizleri yapılmaktadır. İzleme çalışmaları 20 adet mobil laboratuvar ve sahada kullanıma uygun mobil cihazlar ile yerinde yapılmaktadır. Analizlerde spektrofotometrik ve elektrometrik yöntemler kullanılmaktadır. İzleme sonuçlarına bağlı olarak, tarımsal kaynaklı kirlilikten dolayı ötrofik olduğu belirlenen veya gerekli tedbirler alınmazsa yakın gelecekte ötrofik hale gelebilecek tabii tatlı su göllerini, diğer tatlı su kaynaklarını, haliçler ve kıyı sularını etkileyen bölgeler olarak tanımlanan Nitrata Hassas Bölgeler, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından müştereken belirlenecektir.

Nitrat Bilgi Sistemi (NİBİS)

Nitrat Bilgi Sistemi (NİBİS), sularda tarımsal faaliyetlerden kaynaklı nitrat kirliliğinin izlenmesi ve değerlendirilmesi maksadıyla oluşturulan web tabanlı bir bilgi sistemidir. Bakanlığın diğer bilgi sistemleri ile entegre olacak şekilde geliştirilmeye devam edilmektedir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından halen 3950 yerüstü ve yeraltı suyu izleme istasyonunda nitrat ve ötrofikasyon parametreleri izleme çalışmaları yapılmaktadır, İzleme ağına ait veriler Nitrat Bilgi Sisteminde tutulmakta ve talep eden ilgili kurumlarla paylaşılmaktadır. Bu verilere ait izleme istasyonunun adı, kodu, ili, koordinatı, su tipi (yerüstü, yeraltı), alt tipi (nehir, göl, kıyı, geçiş, feratik yeraltı, kuyu derinliği vb.), analiz sonuçları mevcuttur.

Aynı zamanda suyun tarımda etkin kullanılması çalışmaları kapsamında sulanan alanların tespiti, sayısallaştırılması, tarımda suyun tasarruflu ve etkin kullanılması için alınması gereken tedbirlere yönelik veriler sistemde yer almaktadır.

Tarım havzalarının (tarım yapılan ilçeler) su verimlerinin ve bütçesinin ortaya konulmasında Bilişim Teknolojileri ile Uzaktan Algılama teknikleri kullanılmakta olup, bitki su tüketiminin, toprak neminin ve tuzluluğun geniş alanlarda izlenmesi sağlanabilmektedir. Bitki su tüketimine ilişkin Araştırma Enstitülerinde uzun yıllardan beri araştırmalar yapılmış ve birçok

bitki için su-verim ilişkilerine dayalı Bitki–Su Tüketim Rehberi ve sulanan bitkiler için uygulamaya yönelik **Sulama Teknikleri Rehberi** çıkartılmıştır. Havzaların su verimlerinin ve havza su bütçesinin ortaya konulması, Tarımsal desteklerin, iklim, toprak ve topografyanın yanı sıra, mevcut su potansiyeli ve bitkilerin su tüketimini de dikkate alarak, alt havzalar düzeyinde belirlenebilmesi için 255 meteoroloji istasyonu verilerinde 86 bitkinin Bitki Su Tüketimi hesaplanarak “**Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehber**” güncellenmiştir. Bu çalışma “Ulusal Su AR-GE ve Yenilik Stratejisi (2012–2016)”, “İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı”, Entegre Havza Su Yönetimi ve Ulusal Su Bilgi Sistemi gibi ülkesel boyuttaki çalışmalardaki strateji eylem ve hedeflere ulaşmada önemli bir veri tabanı oluşturacaktır.

Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğünce, “1380 Sayılı Su Ürünleri Kanunu” 20 nci maddesi hükmü ve “Su Ürünleri Yönetmeliği’ne” göre su kirliliği izleme çalışmaları yapılmakta olup, deniz ve iç sularda Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bilgi Sistemi altında tüm veriler değerlendirilmektedir.

Bakanlığın taşra teşkilatı tarafından Türkiye genelinde toplam 839 istasyonda (istasyon sayıları kuraklık, iklim, insan müdahalesi vb. nedenlerle zaman zaman güncellenebilmektedir) yılda 4 dönem olarak alıcı ortamdan su numuneleri alınarak yerinde sıcaklık, pH ve oksijen ölçümleri yapılmakta olup, ayrıca alınan numunelerin aşağıda yer alan tablodaki 11 parametre için analiz işlemleri İl Gıda Kontrol Laboratuvarlarında gerçekleştirilmektedir. Analiz sonuçlarına ait veriler Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı “Tarım Bilgi Sistemi” ne (<http://hbs.tarim.gov.tr>) girilmektedir.

Tablo 1: Tarım Bilgi Sistemi ölçüm parametreleri

Parametre	Su Ürünleri Yönetmeliği Ek-5 Listesinde Yer Alan Alıcı Ortama Ait Kabul Edilebilir Değerler (mg/L)
Çinko	0,003
Demir	0,7
Bakır	0,01
Potasyum	50
Sülfat	90
Sülfid	0,5
Amonyum	0,02
Nitrit	10
Nitrat	4,2
Fosfat	15
Serbest Klor	0,01

2.1.2.3 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı:

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, su ile ilgili ölçüm ve/veya veri kaydetme işlemini Elektrik Üretim A.Ş. ve Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlükleri aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü olarak TEİAŞ'dan alınan bilgilerle Türkiye'deki tüm hidroelektrik santrallerine gelen akımlar, bunlarla gerçekleşen üretimler, kullanılmadan can suyu olarak bırakılan veya savaklanan debiler ile ilgili bilgiler haftalık/aylık/yıllık rapor halinde tutulmaktadır.

2.1.2.4 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü tarafından Evsel ve Endüstriyel Kirlilik İzleme Programı (EKİP) hazırlanarak, Ergene, Gediz, Kuzey Ege (Bakırçay), Küçük Menderes, Sakarya ve Susurluk Havzalarında izleme çalışmaları yürütülmektedir. Havzadan alınan numuneler Bakanlık bünyesinde faaliyet gösteren mobil su ve atıksu laboratuvar aracında ve Çevre Referans Laboratuvarında ulusal mevzuat çerçevesinde analiz edilmektedir. Her yıl çalışma sonunda Su Kalitesi İzleme Final Raporu hazırlanmakta, söz konusu rapor, ilgili birimlere, kurum ve kuruluşlara gönderilmekte, ayrıca Bakanlığın <http://www.csb.gov.tr/gm/ced/> web sitesinde yayınlar bölümünde yayımlanmaktadır. Her yıl ihtiyaç doğrultusunda program revize edilmektedir. 2017 ve sonraki süreçte havzadaki sıcak noktalara ve noktasal kaynak olan atıksu arıtma tesislerine yoğunlaşılacaktır. İzleme ve denetim çalışmaları entegre şekilde yürütülecektir.

Havzalarda alıcı ortam su kalitesini ve atıksu arıtma tesislerini iyileştirmek amacıyla uzaktan ve etkin denetim mekanizmasını geliştirmek adına Sürekli Atıksu İzleme Sistemleri Tebliğ kapsamında iş ve işlemler, kurulu kapasitesi 10.000 m³/gün ve üzeri atıksu arıtma tesisleri için yürütülmektedir. Tebliğ ile alarm sistemleri, otomatik numune alma sistemi, KOİ ve AKM parametrelerinin entegrasyonu sağlanmıştır. Ayrıca “Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşİ” kapsamında ulusal ve uluslararası mevzuat çerçevesinde denizlerin ekolojik ve kimyasal durumları belirlenmektedir. Deniz ve havza verileri excel ortamında tutulurken, atıksu arıtma tesisi verileri yazılım aracılığı ile depolanmakta, ayrıca Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ATLAS portalı üzerinde metaveri halinde yayımlanmaktadır. Bakanlıkça yürütülen yazılım projesi aracılığı ile üretilen söz konusu verilerin tümü yazılım programında depolanacak ve raporlanacaktır.

2.1.2.5 TÜİK Kurumsal Yapılanma, Standartlar

Su istatistiklerinin de temel çalışma konularından biri olduğu çevre istatistikleri ile ilgili veri derleme çalışmaları, Türkiye'nin kurucu üyesi olduğu Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) tarafından 1980 yılında başlamış olup, 1988 yılında Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat) çalışmalara dahil olmuştur. Bu aşamadan sonra Ortak Soru Kağıdı (JQ) ile çevre verileri derlenmeye başlamıştır. Birleşmiş Milletler İstatistik Ofisi (UNSD) 1996 yılında çevre istatistikleri verilerini OECD/Eurostat Ortak Soru Kağıdı ile tamamen karşılaştırılabilir ancak daha düşük detay düzeyinde derlemeye başlamıştır.

Türkiye’de su istatistikleri konusunda veri derleme çalışmalarına Türkiye İstatistik Kurumu tarafından 1992 yılında başlanmıştır. İçsular Ortak Soru Kağıdı (JQ-Inland Water)’na ise 1994 yılından itibaren veri girilmeye başlanmıştır.

İçsular Ortak Soru Kağıdının temel maksadı yapısal göstergeler ve sürdürülebilir kalkınma göstergeleri ile su yönetimi için göstergelerin oluşturulmasını sağlamak, su kullanan endüstriler ve su hesapları için ekonomik analize yönelik veri oluşturmak ve çevresel faaliyetlerdeki gelişmelerin takibini sağlamaktır. İçsular Ortak Soru Kağıdı ile ülke bazında yıllık su verisi raporlanmakta olup, ayrıca Avrupa Birliği’ne Bölgesel Çevre Soru Kağıdı (REQ) ile de havza bazında yıllık su verisi raporlanması yapılmaktadır.

Eurostat tarafından OECD/Eurostat İçsular Ortak Soru Kağıdı için veri derleme kılavuzunun 3. sürümü 2014 yılında hazırlanmıştır ve TÜİK tarafından bu kılavuza uygun olarak raporlama halihazırda yapılmaktadır. Soru kağıdı ile derlenen veriler;

1. Yıllık yenilenebilir tatlı su kaynakları ($10^6\text{m}^3/\text{yıl}$)
 - a. Yıllık toplam yağış miktarı,
 - b. Gerçekleşen buharlaşma-terleme,
 - c. Yurtdışından ülkeye giren toplam yer altı ve yerüstü suyu miktarı,
 - d. Ülkeyi terk edip denize ve yurt dışına akan su miktarı,
 - e. Akifer besleme miktarı,
 - f. Yıllık çekilebilir yeraltı su rezervi,
 - g. Mevcut tatlı su kaynaklarının yıllık uzun dönem ortalamaları,
2. Kaynaklara ve sektörlere göre yerüstü – yer altı suyu ayrımında yıllık tatlı su çekimi ($10^6\text{m}^3/\text{yıl}$)
 - a. Toplam su çekimi
 - b. Şehir şebekesi ile içme suyu temin miktarı
 - c. Tarım, ormancılık, balıkçılık sektörünün tarım - balıkçılık ayrımında ve toplam kaynaklardan su çekim miktarı
 - d. Madencilik ve taş ocakçılık sektörünün kaynaklardan su çekim miktarı
 - e. İmalat sanayi sektörünün soğutma suyu ayrımında kaynaklardan su çekim miktarı
 - f. Enerji sektöründe termik santrallerin soğutma suyu ayrımında su çekim miktarı
 - g. İnşaat sektörünün kaynaklardan su çekim miktarı
 - h. Hizmet sektörünün kaynaklardan su çekim miktarı
 - i. Hane halklarının kaynaklardan doğrudan su çekim miktarı
 - j. Kullanılmadan alıcı ortama geri deşarj edilen toplam su miktarı,
3. Kullanım için uygun hale gelmiş su miktarı ($10^6\text{m}^3/\text{yıl}$)
 - a. Tatlı olmayan su kaynaklarından sektörlerin su çekim miktarları
 - b. İçmesuyu temini ayrımında tuzsuzlaştırılmış deniz suyu miktarı
 - c. Yeniden kullanılan atıksu miktarı (Ör: tarımsal amaçlı tekrar kullanılan atıksu)
 - d. Su ithalatı toplam miktarı (şişelenmiş sular hariç)

- e. Su ihracatı toplam miktarı (şışelenmiş sular hariç)
 - f. Dağıtım kayıpları (buharlaşıma kayıpları ve sızıntı kayıpları ayırımında)
 - g. Yapay rezervuarlardan (baraj-gölet) çekilen su miktarı
 - h. Hidroelektrik santrallerin üretim maksadıyla kullandığı su miktarı.
4. Kategori ve sektörüne göre kullanılan su miktarı ($10^6\text{m}^3/\text{yıl}$) (sektörlerin şehir şebekesinden ve kendi temin ettiği su ayırımında yıllık kullandıkları su miktarı)
- a. İmalat sanayi sektörünün alt sektör ayırımında kullandıkları su miktarları
5. Atıksu arıtma tesislerine bağlantısı olan nüfus
- a. Kanalizasyon şebekesine bağlı nüfus
 - b. Birincil atıksu arıtma tesislerine bağlı nüfus
 - c. İkincil atıksu arıtma tesisine bağlı nüfus
 - d. Üçüncül atıksu arıtma tesisine bağlı nüfus
6. Atıksu arıtma tesisi çamur miktarları (10^6kg)
- a. Kentsel atıksu arıtma tesislerinden çıkan çamur miktarları ve bertaraf yöntemleri
 - b. Diğer atıksu arıtma tesislerinden çıkan çamur miktarları ve bertaraf yöntemleri
7. Oluşan ve deşarj edilen atıksu ($10^6\text{m}^3/\text{yıl}$)
- a. Sektör ayırımında oluşan atıksu miktarları ($10^6\text{m}^3/\text{yıl}$)
 - b. Kentsel ve endüstriyel ayırımında arıtılan ve deşarj edilen atıksu miktarı ($10^6\text{m}^3/\text{yıl}$)
 - c. Sektör ayırımında oluşan kirlilik yükü parametreleri (BOİ, KOİ, AKM, N, P) miktarları ($10^3 \text{ kg O}_2/\text{gün}$)
 - d. Kentsel ve endüstriyel ayırımında arıtılan ve deşarj edilen kirlilik yükü parametreleri (BOİ, KOİ, AKM, N, P) miktarları (10^3 kg /gün)

5429 sayılı Türkiye İstatistik Kanunu'nun İlkeler başlıklı 4. maddesinde “Resmi istatistiklerin kalitesinin geliştirilmesi için Program kapsamında üretilen istatistikler, güvenilirlik, tutarlılık, tarafsızlık, istatistiki gizlilik, güncellik ve şeffaflık ilkelerine göre hazırlanır ve uygulanır” bilgisi yer almaktadır. Bu ilkeler Avrupa İstatistikleri Uygulama İlkeleri (CoP) ile de uyumludur.

Türkiye İstatistik Kurumu, resmi istatistik üreten kurumların kalite değerlendirmesini yapmakta ve ulusal kalite standartları (karşılaştırılabilir olduğu, metaveri bilgileri ile birlikte erişilebilir olduğu, uluslararası tanım, yöntem ve sınıflamalara uygun üretildiği, zamanlılık esasına göre yayımlandığı, tutarlılığının sağlandığı, tarafsız ve eşit olarak kullanıcılara sunulduğu, işbirliği çerçevesinde üretildiği) sağlanıyorsa kalite logosu vermektedir.

Farklı kurumların elinde bulunan ve farklı kaynaklardan derlenmiş olan verilerin ortak bir sistem üzerinde birbirine entegre edilebilmesi için bu verilerin ulusal ve uluslararası standart sınıflamalara göre tutulması büyük önem arz etmektedir. Ancak bu şekilde, verilerin birbirleri

arasında karşılaştırılması ve/veya birbiriyle konuşabilecek şekilde dönüştürülmesi mümkün olacaktır.

Yine farklı kurumların kayıtlarında bulunan verilerin tanım ve kapsamlarının belirlenmesi ve dokümanite edilmesi önem arz etmektedir. Örneğin; içme suyu arıtma tesislerinin tiplerine ilişkin bir veride ileri arıtma işleminden bahsedilirken hangi arıtma ünitelerinin yer aldığı tesislerin ileri arıtma olarak kabul edildiği bilgisinin ya da yer altı suyundan tarımsal sulamada kullanılan su miktarı bilgisinin ölçüm bilgisi mi yoksa tahsis bilgisi mi olduğu vb. veriye ait bilgilerin bir meta veri dokümanında kayıt altına alınması farklı alanlarda çalışan ve farklı uzmanlık bilgisine sahip olan veri sağlayıcıların ve kullanıcıların aynı dili konuşmasına imkan verecektir. Hazırlanacak böyle bir meta veri dokümanının USBS üzerinde veri sağlayıcıların ve kullanıcıların kolayca erişebileceği şekilde paylaşılması ile şeffaflık ilkesi de sağlanmış olacaktır.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun kullandığı ulusal ve uluslararası sınıflamalar ile ilgili detaylı bilgiye <https://biruni.tuik.gov.tr/DIESS/SiniflamaTurListeAction.do> bağlantısından ulaşılabilir. Bununla beraber Devlet Su İşleri (DSİ)'nin ulusal kullanım için hazırlamış olduğu "Türkiye Havza Numaraları ve Havzaları, 2015" gibi sınıflamalar da diğer kurumlarda mevcuttur.

2.1.2.6 Orman ve Su İşleri Bakanlığı

A. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

Ulusal Su Bilgi Sistemi Projesi

Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında 645 Sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Görevlerine ilişkin Madde 9, (1) bendi, (ğ) fıkrası gereğince "Ulusal su veri tabanlı bilgi sistemini oluşturmak" ve aynı maddenin (2). bendinde "Kamu kurum ve kuruluşları, sahip oldukları su ile ilgili bilgi ve verileri talep edilmesi halinde Su Bilgi Sistemine işlemek üzere Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne vermekle mükelleftir." hükmü kapsamında çalışmalarını yürüten Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, su konusunda tüm verilerin tek bir sistem altında toplanarak tek bir merkezden paylaşımının sağlanması amacıyla Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) kurulması yönünde çalışmalarını sürdürmektedir. USBS Projesi, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2016-2019 Ulusal e-Devlet Stratejisi ve Eylem Planı'nda bulunan 'Hedef 3.2: Bilişim Sistemlerinde Sektörel Entegrasyonlar Güçlendirilecektir' kapsamında da bir eylem olarak tanımlanmıştır.⁶⁵ Hükümet Programında Ulusal Su Bilgi Sistemi'nin hayata geçirileceği taahhüdü yer almaktadır.

Ülkemiz mevcut su kaynaklarının kalitesinin iyileştirilmesi ve miktarının korunarak etkin ve sürdürülebilir kullanımının sağlanmasını görev edinmiş olan Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Dünyada örnek olarak gösterilebilecek bir su bilgi sistemine sahip olmak vizyonu çerçevesinde çalışmalarını sürdürmektedir.

Ulusal Su Bilgi Sistemi Projesinin maksadı, Ülkemizde suyun tek bir sistem aracılığıyla yönetilmesini, paylaşılmasını ve vatandaşla e-devlet kapısı üzerinden hizmet verilmesini sağlamaktır.

Ulusal Su Bilgi Sistemi çalışmaları aşağıdaki temel değerler esas alarak tasarlanmıştır:

- ✓ Paydaş kurumların iş süreçlerine saygı
- ✓ Metaveriler üzerinden veri paylaşımı
- ✓ Paydaş kurumların ürettikleri verilerin kendi veri tabanlarında saklanması
- ✓ Yaygınlaştırılabilirlik
- ✓ Sürdürülebilirlik
- ✓ Kullanıcı dostu yazılım arayüzleri
- ✓ Birlikte çalışılabilirlik
- ✓ ISO, OGC, INSPIRE ve TSE standartlarına uyumluluk
- ✓ Su konusunda mükerrer verinin üretiminin sonlandırılması
- ✓ Bilgi güvenliğine önem verilmesi
- ✓ Bilimsellik
- ✓ Verimlilik
- ✓ Çevreye Duyarlılık
- ✓ Şeffaflık

Su, küresel ölçekte ülkeler için ekonomik, stratejik ve yaşamsal olarak çok büyük bir önem teşkil etmektedir. Yasal hüküm ve kararların ötesinde “su” konusu yalnızca kanun hükmüyle yetkilendirilmiş kamu kurum ve kuruluşlarını değil, aynı zamanda ulusal ve yerel ölçekte faaliyet gösteren bütün kurum ve kuruluşları, özel sektör katılımcılarını ve vatandaşları doğrudan ilgilendirmekte ve etkilemektedir. Kurulması elzem olan Ulusal Su Bilgi Sistemi bütün yönleriyle düşünüldüğünde, sistem kullanıcılarının çok farklı alanlardan ve kurumlardan katılım göstermesi beklenmektedir.

Dünyada geliştirilmiş olan diğer uygulamalar incelendiğinde ise benzer şekilde tek bir uygulama içerisinde su ile ilgili tüm uygulamaların farklı modüller içerisinde ortak arayüzler üzerinden yayınlandığı gözlemlenmiştir. Sistemlerin ve sistem bileşenlerinin tek bir teknolojik altyapıda toplanması, bunun gerçekleştirilemediği durumlarda ise tek bir arayüzde yayınlanması uzun vadede sistem yatırımlarının azalması ve sistem devamlılığının sağlanabilmesi için önemlidir. Farklı kurumlarda değişik platformlar kullanılsa da bir sistem dahilinde tüm verilerin ve sistemlerin birbirleriyle konuşabilir olması ve verilerin ilişkisel olarak bir bütün içerisinde yönetilmesi hayati önem taşımaktadır.

Ulusal Su Bilgi Sistemi kapsamında Fizibilite Etüdü ve ekleri 2013 yılında hazırlanarak 2014 yılında Kalkınma Bakanlığına sunulmuş ve onaylanmıştır. Analiz ve Ön Tasarım Raporu 2015 yılında tamamlanmış olup söz konusu çalışmalar kapsamında oluşturulan yazılım ve donanım gereksinimleri, USBS Tasarım ve Geliştirme sürecine girdi niteliği taşımaktadır.

Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) Tasarım ve Geliştirme Projesi çerçevesinde uygulama yazılımlarının analizi, tasarımı, geliştirilmesi, entegrasyonu ve test edilmesi için yapılması gereken faaliyetler yürütülmektedir.

USBS Tasarım ve Geliştirme çalışmaları 2016 yılında başlatılmış olup, gereksinim raporları güncellenmiş ve tasarım raporu tamamlanmıştır.

Ulusal Su Bilgi Sistemi Tasarım ve Geliştirme Projesi'nde hali hazırda veri aktarım ve geliştirme süreci devam etmektedir. Veri aktarımı ve geliştirme sürecinin tamamlanmasının ardından, entegrasyon, testler ve eğitim aşamasına geçilecek olup, 2017 yılında sistemin devreye alınmasını müteakip bir yıllık garanti ve bakım süreci ile Ulusal Su Bilgi Sistemi Tasarım ve Geliştirme Projesi tamamlanacaktır.

USBS geliştirme çalışmaları kapsamında aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmuştur:

- ✓ Ulusal düzeyde teknolojik gelişmelere de uygun coğrafi bilgi sistemi altyapısına sahip bir Ulusal Su Bilgi Sistemi'nin oluşturulması,
- ✓ Kamu kurum ve kuruluşlarının sorumlusu oldukları su verilerine bir bütün dâhilinde, doğru ve güncel olarak, ortak bir altyapı üzerinden, kısa zamanda, kullanıcılara tanımlanan yetki çerçevesinde erişim ve paylaşımının sağlanması,
- ✓ Su verilerinin hem ulusal hem de uluslararası platformlarda, tüm kullanıcıların ihtiyacına cevap verecek içerik ve standartlarda, güvenli ve etkin paylaşımının sağlanması,
- ✓ Kurumlar arası idari ve teknik birlikte-çalışabilirliğin sağlanması,
- ✓ Suyun doğal sınırı olan havza bazında ve bütün etkenleri (miktar, kalite, kullanım, taşkın, kuraklık vb.) dikkate alınarak bütüncül yönetimine hizmet edilmesi,
- ✓ Suyu ait dikkate alınması gereken bütün parametrelerin belirlenmesi, mükerrer üretimlerin engellenmesi, ölçümü yapılmayan verilerin ortaya çıkarılarak üretiminin sağlanması.

Üretilen verilerin sunum ve yayın standartlarının belirlenmesi, ortaklaşa kullanımda olacak veri altyapılarının ve bu altyapıların bağlı olacağı teknolojik altyapıların tasarlanması ve bu altyapılara erişim konusunda kurumların da gizlilik politikaları göz önünde bulundurularak yetki tanımlamalarının yapılması planlanmaktadır.

Ulusal Su Bilgi Sistemi yapısının, coğrafi bilgi sistemleri temelli bir bilişim uygulaması olarak hayata geçirilmesi öngörülmüştür. Bu çerçevede sistem, gerek bilişim yapısı gerekse de coğrafi bilgi tabanlı bir veri sunucusu olduğundan dolayı, sistemin yapısının oluşturulması ve tasarlanması aşamasında ulusal ve uluslararası bir takım düzenlemelerin dikkate alınması elzem hale gelmektedir. Bu nedenle uluslararası standartlar kapsamında Avrupa Mekansal Veri Altyapısı (INSPIRE) direktifi göz önünde bulundurulmuştur.

Projede uluslararası standartlarla uyum sağlanacak olup, Open GIS Consortium'un (OGC) belirlemiş olduğu OWS (OGC Web Services) servisleri üzerinden harita iletişimi sağlanacaktır.

Ulusal Su Bilgi Sistemi ulusal ve uluslararası raporlamalar yapma imkanına sahip olacak, Ülke yükümlülükleri gereği Avrupa Çevre Ajansına (AÇA) tarafından talep edilen formatta raporlama yapabilecek imkan ve kabiliyette oluşturulacaktır.

Hydro-meteorolojik ölçüm sistematğinde otomatik istasyonların sayısı günden güne artış göstermektedir. Bu nedenle USBS'nin ileriki aşamalarında, otomatik istasyon ölçümlerinin ilgili kurum tarafından kontrolü ve doğrulaması yapıldıktan sonra, USBS kullanıcılarının değerlendirmesine olanak sağlayacak şekilde erişilebilmesi imkanı olacaktır.

USBS kapsamında ölçülen veya entegrasyon ile aktarılan veriler ve bu verileri kullanan modeller açısından erken uyarı prosedürlerinin geliştirilmesi ve su bilgi sistemi ile modeller arasında iki yönlü veri trafiğinin tesis edilmesi erken uyarı çalışmalarının geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Suyun biyolojik bileşenlerini oluşturan temel flora ve fauna (Fitoplankton, fitobentoz, makrofit, makroomurgasız ve balık) unsurlarının, bu unsurlara ait temel biyolojik ve ekolojik özelliklerinin tarihsel ve güncel veriler halinde ulusal bilgi sisteminde kayıt altına alınması sağlanacaktır.

USBS'de veri paylaşımı konusunda kullanıcıların onaylanması ve yetkilendirilmesi konusunda kurumlar arası resmi protokoller ile mutabakata varılması devamlılığın sağlanması açısından önem arz etmektedir.

B. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Taşkın Arıza ve Müdahale Bilgi Sistemi (TAMBİS):

TAMBİS projesinin amacı; DSİ Genel Müdürlüğünün görev alanında bulunan taşkın olaylarının, DSİ tarafından inşa edilen ve işletilen tesislerde meydana gelecek arızalar ile akarsularda dahil yapılan müdahaleler hususlarında kurum personeli ile vatandaşın doğrudan arazide bildirimde bulunabileceği bir bilgi sisteminin geliştirilmesidir.

Proje kapsamında, İOS ve Androit tabanlı bir mobil uygulama geliştirilmiş aynı zamanda gelen bildirimlerin değerlendirileceği ve belirlenen iş adımlarının yönetimini sağlayacak bir web uygulama geliştirilmiştir. Kurum personeli ve vatandaş tarafından yapılan bildirimler web uygulaması ile değerlendirilmekte olup işleme alınan bildirimler hususunda bildirim yapan kişi ile ilgili İdare Makamına anlık SMS mesajı ile bildirim yapılmaktadır.

TAMBİS Projesi 2016 yılında tamamlanarak işletmeye alınmış olup aktif olarak DSİ Genel Müdürlüğü tarafından kullanılmaktadır.

Su Veritabanı Projesi (SVT):

SVT projesinin amacı; geliştirilecek yeni bir uygulamayla, DSİ Genel Müdürlüğünde mevcut SVT uygulamasının günümüzdeki son teknolojilere uyum sağlanması, daha ayrıntılı ve dinamik raporların hazırlanarak sunabilmesini ihtiyaç duyulan bilgi sistemlerinin analizini ve yeni modüllerin eklenilmesini, eski bilgilerin yeni yapıya transferinin sağlanmasını ve sistem kullanıcılarına (DSİ Genel Müdürlük Merkez ve Taşra Teşkilatı kullanıcılarına) daha hızlı, kolay ve etkin hizmet sunulmasının sağlanmasıdır.

Ayrıca Kurumlar arası bilgi alışverişinin sağlanması da amaçlanmakta olup Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) ile entegre bir şekilde çalışacaktır.

SVT Projesinin hizmet alım süreci 2016 yılında tamamlanarak işe başlanılmış olup söz konusu işin analiz ve tasarım süreci tamamlanarak geliştirme sürecine başlanılmıştır. SVT Projesinin, 2017 yılı içinde tamamlanarak işletmeye alınması planlanmaktadır.

Mekânsal Yatırım Takip Programı Sistemi (MEYTAP) :

MEYTAP projesinin amacı; DSİ Genel Müdürlüğü'nün merkez ve taşra teşkilatı tarafından sözleşmeye bağlanmış olan proje yapım ve inşaat yapım işlerinin coğrafi bilgi sistemleri altlığı üzerinden sözleşme ilişkilerinin takip edilmesi ve yönetilmesini sağlayacak web tabanlı bir uygulamanın geliştirilmesidir.

Proje kapsamında merkez ve taşra teşkilatı tarafından sözleşmeye bağlanmış proje ve inşaat yapım işleri sözleşme ilişkilerinin tamamının takibi ve yönetilmesi işlemleri, ilgili evrakların hazırlanması, saklanması ve paylaşılması, teknik projelerin yönetilmesi, hakedişlerin yapılması, teknik personel ve iş programının takibi, CBS üzerinde projelerin genel vaziyet planları ve gerçekleştirilen imalatların ilerleme durumlarının izlenebilmesi işlemlerinin bir bilişim altyapısı üzerinden standart bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

MEYTAP Projesinin hizmet alım süreci 2016 yılında tamamlanarak işe başlanılmış olup söz konusu işin analiz süreci devam etmektedir. MEYTAP Projesinin, 2018 yılı içinde tamamlanarak işletmeye alınması planlanmaktadır.

Sulama Tesisleri Mekansal Bilgi Sisteminin (SUTEM) :

SUTEM Projesinin amacı; DSİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilen veya işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu devredilen tesislerin işletme, bakım ve yönetim faaliyetlerinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve raporlanmasını sağlamak amacıyla CBS tabanlı bir uygulamanın WEB uygulamasının geliştirilmesidir.

Proje kapsamında İdare tarafından işletilen veya işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu devredilen sulama tesislerinde planlı su dağıtımı, mesaha, tahakkuk ve tahsilat gibi önemli iş kalemlerinin işletme, bakım ve yönetim faaliyeti gösteren tüm kuruluşlara tek bir noktadan hizmet sunacak bir bilişim altyapısı üzerinden standart bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

SUTEM Projesinin hizmet alım süreci 2016 yılında tamamlanarak işe başlanılmış olup söz konusu işin analiz ve tasarım süreci tamamlanarak geliştirme sürecine başlanılmıştır. SUTEM Projesinin, 2018 yılı içinde tamamlanarak işletmeye alınması planlanmaktadır.

Akım Tahmin Havza Optimizasyon Modeli (ATHOM) :

ATHOM Projesinin amacı; DSİ Genel Müdürlüğü tarafından tekli ve ardışık su yapılarına gelecek akımının tahmin edilmesi ve buna bağlı olarak depolama tesislerinin su bütçelerinin hazırlanarak saatlik, günlük, aylık ve yıllık bazda işletilmesini sağlayacak bir modelin CBS tabanlı WEB uygulaması olarak geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Proje kapsamında, geçmiş ve gözlenen akım verileri ve meteorolojik veriler kullanılarak geliştirilecek Akım Tahmin Modeli ile akım tahmini yapılacaktır. Akım Tahmin Modelinde istatistiksel ve hidrolojik yöntemler kullanılacaktır.

Akım Tahmin Modelinden elde edilen akım modeli sonucu, iletim ve sistem kısıtları, su kullanım anlaşması yükümlülükleri ve santrale özgü diğer parametreler kullanılarak geliştirilecek Havza Optimizasyon Modeli çalıştırılacaktır. Havza Optimizasyon Modeli ile tekli ve ardışık depolama tesislerinin günlük, aylık ve yıllık bazda değişik senaryolara göre (ıslak/kuru) işletilmesini sağlayacaktır.

ATHOM Projesinin hizmet alım süreci 2016 yılında tamamlanarak işe başlanılmış olup söz konusu işin analizi tamamlanarak tasarım sürecine başlanılmıştır. ATHOM Projesinin, 2018 yılı içinde tamamlanarak işletmeye alınması planlanmaktadır.

C. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü

Havza İzleme ve Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi (HİDS) çalışmaları kapsamında üretilen Erozyon Risk Haritaları ve Çölleşme Risk Haritaları dijital ortamda saklanmaktadır.

D. Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Kurumsal uygulamaların başında TÜMAS uygulaması gelmektedir. Kullanıcı tipine göre ücretli ve/veya ücretsiz olarak farklı uygulamalar üzerinden veri temin edilmektedir. Mobil / Android Uygulamalar ile güncel veri ve tahminler kullanıcılara sunulmaktadır. Veri üretim sıklığı olarak anlık (dakikalık), günlük, aylık, mevsimlik ve yıllık veri alınmakta; kalite kontrolü tamamlanmış verinin sunumu 45 gün sonra kullanıma açılmaktadır. Noktasal ve alansal kalite kontrolünün 6 aşaması bulunmakta ve bu aşamaların hepsinden geçen veri sağlıklı veri olarak adlandırılmaktadır. Bu 6 basamak aşağıda yer alan kontrolleri kapsamaktadır:

- **Mantıksal Test**
- **Aralık Testi**
- **Basamak Testi**
- **Israrlılık Testi**
- **Benzer Alet Testi**
- **Alan Testi**

E. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü

Mevcutta mekansal ve tablosal olarak dijital ve CD/DVD ortamında saklanan ve 21 farklı plandan oluşan 1/25.000 ölçekli sulak alan planları bulunmaktadır. Söz konusu veriler Ramsar Sözleşmesi(Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme) ve Sulak Alanlar'ın Korunması Yönetmeliği'ne göre hazırlanmıştır. 1/25.000 ölçeğinde gerçekleştirilen Sulak Alanlarda Biyolojik Araştırma Projeleri bir diğer veri kaynağıdır. Projelere ait veriler hem mekansal hem de tablosal olarak hazırlanmakta ve dijital ortamda saklanmaktadır. Ulusal Sulak Alan Envanteri Projesi kapsamında Sulak Alan Envanter Bilgi Sistemi geliştirme çalışmaları sürdürülmekte olup, elde edilen tüm bilgiler bu sistem aracılığıyla toplanacaktır.

Deniz Koruma Alanları, Deniz Hassas Alanları, Deniz Habitat Alanı ve Deniz Biyoçeşitlilik çalışmaları da kullanılan verilerdir. Bu veriler, hem mekansal hem de tablosal formatta olup dijital ortamda ve CBS uygulamaları ile sunulmaktadır. İzlenen verilere ait standart, Barcelona, Bükreş ve Bern Biyoçeşitlilik sözleşmeleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Veriler 6 ayda bir güncellenmektedir. Veriler, ihtiyaç duyulması halinde, Üniversiteler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı ile paylaşılmaktadır.

Avlak alanlara ilişkin bilgiler her yıl Bölge Müdürlükleri tarafından harita üzerinden güncellenmektedir.

F. Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı

Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, ana hizmet birimleri olan Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nün ihtiyaç duyduğu birçok yazılım projesini yönetmektedir. Bu projeler arasında Elektronik Belge Yönetim Sistemi(EBYS), Personel Bilgi Sistemi, Avcılık Bilgi Sistemi(AVBİS), Yaban Hayatı Geliştirme, Koruma, İzleme ve Kontrol Sistemi (YABİS), Hayvanları Koruma Bilgi Sistemi(HAYBİS), Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES), Araştırma İzinleri Bilgi Sistemi, Gerçek Zamanlı Su Kalitesi İzleme Ağı, İklim Veri Tabanı, Taşkın ve Kuraklık Yönetim Planları gibi yüzün üzerinde proje bulunmaktadır.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı kendi personel ve imkânları ile gerçekleştirmekte olduğu projeler dışında; Ulusal Su Bilgi Sistemi(USBS), Havza İzleme ve Değerlendirme Sistemi Projesi (HİDS), Taşkın ve Kuraklık Yönetim Planları, İçme Suyu Bilgi Sistemi(İSBİS) gibi büyük ölçekli bir çok projenin takip ve kontrol görevlerini üstlenmektedir.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı - ile TÜRKSAT A.Ş. arasında kurulmuş olan VPN altyapısı sayesinde Araştırma İzinleri Bilgi Sistemi ve Doğada Bırak (Biyokaçakçılıkla Mücadele Bilgi Sistemi) projeleri için e-devlet entegrasyonu sağlanarak hizmet vermektedir. Önümüzdeki dönemde Avcılık Bilgi Sistemi(AVBİS), Yaban Hayatı Geliştirme, Koruma, İzleme ve Kontrol Sistemi (YABİS), Hayvanları Koruma Bilgi Sistemi(HAYBİS), Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme

(CITES), Elektronik Belge Yönetimi Evrak Doğrulama Hizmeti ve Personel Alımları hizmetlerinin de e-devlet üzerinden verilmesi planlanmaktadır.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı arasında yapılan protokol çerçevesinde bakanlıklar arasında veri alışverişi ve paylaşımı gerçekleştirilmektedir. Kurulmakta olan VPN altyapısı sayesinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'nün merkezi coğrafi bilgi sistemi olan ATLAS Uygulaması ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde bulunan coğrafi bilgi sistemlerinin iletişimi sağlanmaktadır.

Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı sahip olduğu ağ ve sistem altyapısı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı merkez ve taşra birimlerinin bilişim teknoloji ihtiyaçlarına cevap vermektedir.

2.1.3 Su Verilerine Ait Metaverilerin Oluşturulması

Metaveri, coğrafi veri hakkındaki tanımlayıcı bilgilerdir ve coğrafi verinin kullanım amacına uygunluğu hakkında kullanıcıya bilgi sunar. Böylece kullanıcılar, hem veriyi kullanmadan önce, verinin maksada uygun olup olmadığına karar verirler hem de verinin kullanımı esnasında veri hakkında bilgi sahibi olurlar. Ayrıca kullanım sonrası, bu verilere dayalı olarak verdikleri kararların doğruluğu ve güvenilirliğini irdeleyebilirler.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamalarında üretilen ve kullanılan veri setlerinin tanımlanmasında ISO/TC211 komitesinin ISO 19115/19139, OGC Katalog Servisleri, INSPIRE Metaveri ve Dublin Core standartları uluslararası düzeyde kabul görmektedir. Birçok ülke bu uluslararası öngörülere göre ulusal veya kurumsal bazda metaveri standartlarını belirlemektedir. Geliştirilen metaveri servisleri ile veri sağlayıcıları, coğrafi veri setleri ve servislerine ait metaveri bilgisini tanımlamakta ve erişilebilir kılmaktadır.

Dünyada birçok ülke yerelden ulusal düzeye veya uluslararası düzeyde coğrafi veri setlerinin birlikte çalışabilirliğini sağlayacak politika ve standartlar geliştirmektedir. 2012 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı CBS Genel Müdürlüğü sorumluluğunda yürütülen çalışmalarda, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri (TUCBS) metaveri standardı belirlenmiş, coğrafi veri sağlayıcılarının veri setleri ve servislerini metaveri bilgisiyle tanımlayarak kullanıcıya sunması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada, coğrafi veri setleri ve servislerine erişimde metaveri kullanımının önemi vurgulanarak, uluslararası düzeyde ve Türkiye'de kullanılan metaverinin kapsamı irdelenmiştir. TUCBS kapsamındaki kullanıcı gereksinimleri dikkate alındığında Türkiye'de muhtemel kullanılabilecek metaveri elemanları belirlenmiştir.

TUCBS Metaveri Bileşenleri

Yapılan incelemeler sonucunda mevcut metaveriler incelenmiş ve ihtiyaç duyulan metaveri bileşenleri oluşturulmuştur. Prensip olarak;

- ISO 19115 core temel alınarak ve INSPIRE metaveri bileşenlerine uyumluluk hedeflenmiş,
- Türkiye’de gerçekleştirilen çalışmalarda kabul görmüş ve uygulanmış metaveri bileşenleri eklenmiştir.

TUCBS paydaşlarına yapılan metaveri gereksinim analizlerinde, başka bir kurumun coğrafi verisi hakkında ihtiyaç duyulan metaveri bilgileri sorulduğunda;

- 47 kurum, verinin projeksiyon ve koordinat sistemi bilgisine,
- 41 kurum, verinin kimlik bilgisine,
- 38 kurum, verinin kalite bilgisine,
- 33 kurum, veri organizasyonu bilgisine ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir.

Bu yaklaşımlar da dikkate alınarak, coğrafi veri kullanıcısının ihtiyacı olan coğrafi veri setlerine ve servislerine ulaşması, bilgi edinmesi ve kullanmasında, TUCBS metaveri; 9 ana başlıkta 23’ü zorunlu toplam 39 adet metaveri bileşeni ile tanımlanmıştır.

TUCBS Metaveri ana bileşenleri aşağıda listelenmiştir:

1. Veri Kimliği
2. Sınıflandırma
3. Anahtar Kelime
4. Coğrafi Konum
5. Veri Standardı ve Referans Bilgileri
6. Zamansal Referans
7. Coğrafi Veri Kalitesi ve Geçerlilik
8. Veri Kullanım Hakkı / Dağıtımı
9. Metaveri Referans Bilgileri

Tablo2: Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri (TUCBS) Metaveri bileşenleri

Metaveri Bileşenleri		Zorunluluk
	Veri Kaynağının Adı	Z
	Veri Kaynağının Özeti	Z
	Veri Kaynağının Tipi	Z
	Veri Kaynağı Hakkında Detaylı Bilgi	

	Veri Seti Tanımlayıcısı	
	İlişkili Veri Kaynağı	
	Telif hakkı sahibi	
	Veri Kaynağının Dili	Z
	Veri Setinin Kullanım Amacı	Z
	Servis Tipi	Z
	Anahtar Sözcükler	Z
	Tanımlı Anahtar Kelimeler	
	Coğrafi Sınırlar	Z
	Coğrafi Grid Bölgesi	
	Temel Standardı	Z
	Uygunluk Derecesi	
	Ölçek-Uygulama Düzeyi	Z
	Referans Sistemi	Z
	Mekansal Sunum Tipi	
	Yayınlanma Tarihi	Z
	Güncellenme Tarihi	Z
	Üretim Tarihi	Z
	Güncelleme Aralığı	
	Veri Kökeni	Z
	Tematik Doğruluğu	
	Mantıksal Tutarlılık	
	Mekansal Doğruluk	
	Erişim ve Kullanım Koşulları	Z
	Kamu Erişim Kısıtlamaları	Z
	Veri Setinin Formatı	
	Veri Sorumlusu	Z
	Veri Sorumlusunun Rolü	Z
	Metaveri Tarihi	Z
	Metaverinin Güncellendiği Tarih	Z
	Metaveri Sorumlusu	Z
	Metaveri Standart Adı ve Sürümü	
	Metaveri Dili	Z
	Metaveri Karakter Seti	
	Metaveri Dosya Tanımlayıcısı	

Bu noktada, USBS kapsamında her paydaş kurumun metaverileri üretmesi büyük önem taşımaktadır.

2.1.4 Su Verilerinin Değerlendirilmesi

İnternet teknolojisindeki gelişim ile veriye daha az maliyetle ve daha kolay yollardan erişebilme, veriyi farklı kurumlar arasında paylaşabilme, coğrafi bilginin internet ortamında yönetilmesini mümkün hale getirmiştir. Günümüzde çeşitli uygulamalarda üretilen bilginin

bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte kullanılması önemli bir gereksinim haline gelmiş, mekansal verinin kullanımı karar verme sürecine katkı sağlayarak zaman, emek ve kaynakların kaybını önleyecek bir yapının oluşturulması için bu sistemlerin birbirleri ile entegrasyonu söz konusu olmuştur. Mekansal verinin etkin kullanılması, karar vericilere ve hizmet sektörüne yönelik uygulama geliştirme, dünyadaki ve Avrupa'daki değişim ve gelişime ayak uydurma açılarından oldukça stratejik öneme sahiptir. Mekansal verinin analiz edilerek ve modellenerek istatistik ve demografik veri ile birlikte değerlendirilmesi karar vericilerin mevcut durumu daha etkin yönetmelerini sağlamaktadır. Ancak bölgesel veya yerel ölçekteki CBS analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için kullanılacak mekansal veri kalitesinin öncelikle kontrol edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Su Verilerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Ölçüm Standartları Örnekleri

Biyolojik su verilerinin arazi çalışmalarıyla toplanması için ilgili Avrupa Birliği standartları TSE tarafından dilimize çevrilmiş ve ulusal standartlar oluşturulmuştur. Son dönemlerde uluslararası standart kuruluşları ile yapılan protokoller çerçevesinde ISO, EN vb. standartlar doğrudan TS altında tercüme edilmeden kullanıma açılmıştır. Bu verilerin değerlendirilmesi amacıyla indeksler oluşturulmuş ya da ülkemiz koşullarına adapte edilmiştir.

Su Verilerinin Doğrulama Yöntemleri Örnekleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğüne yürütülen veri doğrulama yöntemleri altı basamak halinde uygulanmaktadır. Bunlar;

- **Mantık Testi**, Kalite Kontrol Sistem Tasarımı için en temel testtir. Ölçümü yapılan parametrenin sayısal veya sözel bir değeri kadar bu ölçüm değerinin mantık sınırları içerisinde bulunması hem önemli hem de gereklidir. Örneğin, ölçümü yapılan sıcaklık parametresine ait değerlerin nümerik olması gerekliliği bir mantık şartı olabileceği gibi, rüzgar hızının sıfır olduğu bir anda yön değerinin de sakin olması fiziksel bir mantık gerekliliğidir.
- **Aralık Testi**, klimatolojik değer, bir yer için uzun süreli gözlemler sonunda elde edilen karakteristik özellik olarak tanımlanabilir. İlgili parametreye ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerler en temel klimatolojik özellik olarak kabul edilir. Bu yüzden klimatolojik değerler ölçüm istasyonları için yerine göre ayırt edici yerine göre de benzeşen özellikler gösterirler. Klimatolojik değerlere ait diğer bir özellik ise zamana ve mekana göre değişkenlik göstermeleridir.
- **Basamak Testi**, ölçüm her ne kadar klimatolojik sınırlar içinde yer alsa bile, kimi zaman ardışık iki ölçüm arasındaki fark makul seviyenin üzerinde olabilir. Burada kabul edilebilecek sınır parametrenin temsil ettiği olayın fiziği olabileceği gibi aletsel sınırlamalar da olabilir. Basamak Testi ise, bu ardışık veri farklarının ifade ettiği sıçrama miktarının sıhhatinin kontrol edilmesinde kullanılmaktadır.
- **Israrlılık Testi**: Kimi zaman istasyonlarda bulunan ölçüm aletleri fiziksel bir nedenden veya enerji kaynağından meydana gelen problemlerden dolayı belirli bir süre boyunca ya sabit bir değerde takılı kalır veya çok az miktarda salınan ölçüm

değeri üretir. Çoğu zaman bu tarz hatalı ölçüm değerlerinin fark edilmesi çok zordur. Çünkü bu tip ölçümlerin hem Aralık hem de Basamak Testi kullanılarak tespit edilmesi oldukça güçtür. Bu nedenle, Israrlılık Testi arızalı algılayıcıdan kaynaklanan ve/veya kendini tekrar eden ölçümlerin tespit edilmesinde kullanılır. Donma neticesinde sabit bir rüzgar yönünde takılı kalan rüzgar yön algılayıcısı Israrlılık Testi uygulamaları için güzel bir örnektir.

- **Benzer Alet Testi:** Aralık, Basamak, ve Israrlılık Testlerinde bir parametrenin kendi içinde yapılan kontrolleri ifade etmektedir. Bununla birlikte, bir parametreye ait ölçüm kendisi ile alakalı diğer bir parametre ile de kıyaslanarak kalite kontrolü yapılabilir. Bu bağlamda Benzer Alet Testi, parametre ölçümlerinin diğer ilişkili bir parametre ile kıyaslanmasını için kullanılır. İlişkili parametreler birbirlerinden türetilen parametreler olabileceği gibi, literatürde uygulanan Benzer Alet Testleri genellikle farklı seviyelerde yapılan aynı parametreye ait ölçümleri kapsamaktadır.
- **Alan Testi:** Bir istasyonda yapılan ölçümler, zaman boyutu dikkate alındığında normal şartlar altında süreklilik gösterirler. Zaman boyutundaki ardışık verilerde beklenen bu özellik ölçümlerin uzay boyutunda da vardır. Yani, aynı t anında farklı noktalarda ölçümü yapılan parametre değerlerinin bir süreklilik ifade etmesi beklenir. Bu bölümde tanımlanan Alansal Test ise bu sürekliliğin kontrol edilmesini sağlar.

Kimyasal verilerin doğruluğunun ortaya konulmasında parametreler arası ilişkilere bakılarak elde edilen veriler anlamlılık testine tabi tutulmaktadır.. Arazi çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin aynı metodoloji kullanılarak gerçekleştirilen farklı çalışmalarla (aynı ve/veya yakın noktalar ile aynı izleme periyotları) karşılaştırılması verilerin doğruluğunun ortaya konulmasında kullanıcılar için bir fikir oluşturacaktır Aynı zamanda su verilerin doğrulanmasında etkili olabilecek fakat daha fazla masraflı bir yöntemse araziden alınan örneklerin birden fazla laboratuvarında analizi/teşhisinin yapılarak sonuçların karşılaştırılmasıdır.

Su Verilerinin Kalitesi

Su verilerinin kalitesi tamamen örnekleme metodolojisi ile ilişkilidir (standartlar uygun örnekleme). En gelişmiş cihazlarla analiz yapılsa bile doğru örnekleme yapılmadığı takdirde elde edilen verilerin doğruluğu hakkında karar vermek mümkün olamamaktadır. Verilerdeki hatalar büyük oranda örneklemeden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda su numunesinin analize hazırlanması aşamasından gelen (ön işlem) hatalar da elde edilen verilerin kalitesine etki etmektedir. Su verilerin kalitesinde ise, çalışan ekibin uzmanlığı ve arazide standartlara uygun örnekleme yapıp yapmadığı ile doğru orantılıdır.

Veri eksikliği ile mücadele-Eksik verilerin tamamlanması

Modelleme çalışmalarında mevcut veriler ve üretilen veriler havzaya özgü model oluşturulmasında yetersiz kalabilmektedir. Bu durumlarda, istatistikî yöntemler

(interpolasyon, ekstrapolasyon, doğrusal regresyon, otokorolasyon vb.) ve uzaktan algılama yöntemleri gibi metotlar kullanılarak veri eksikliği bertaraf edilebilmektedir.

2.1.5 Su Konusunda Yetki ve Sorumluluk Çakışmaları

Türkiye’de su sektöründe, rolü, etkinliği ve işlevsel ağırlıkları birbirinden çok farklı olan birçok kurum ve kuruluş vardır. Bu kuruluşlar arasında Kalkınma Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, İller Bankası Anonim Şirketi, İl Özel İdareleri, Büyükşehir Belediyelerine Bağlı Su ve Kanalizasyon İdareleri ve Belediyeler bulunmaktadır.

Türkiye’de gerek doğrudan suya yönelik, gerekse dolaylı olarak su ile ilgili olan bir çok kurum ve kuruluşun bulunmasının başlıca nedeni suyun çok maksatlı (evsel, sanayi, içme ve kullanma, sulama, enerji, rekreasyon vs) kullanımıdır. Ayrıca su kullanımını olanaklı kılan hususlar, örneğin kaynak araştırması ve geliştirmesi, su temini, dağıtımı, arıtımı vb. hizmetler, farklı uzmanlık dalları gerektirmekte, dolayısıyla farklı kurum ve kuruluşların çalışma ve ilgi alanına girmektedir.

Türkiye’de su ile ilgi kurumlar hususunda Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlattırılan Ulusal Çevre Eylem Planı’nın Su Kaynakları Yönetimi Bölümünde sınıflandırma yaklaşımı, uygulamacı-yatırımcı ve izleyici-denetleyici kuruluşlar olarak iki grupta incelenmiştir (Burak vd., 1997). Ancak bazı kamu kurumları hem izleyici-denetleyici, hem de yatırımcı olabilmektedir.

Ülkemizde su konusunda faaliyet gösteren Bakanlıkların 2011 yılında yeniden yapılandırılması sürecinin ardından su kalitesi yönetiminden sorumlu kurum olarak Orman ve Su İşleri Bakanlığı öne çıkmakla birlikte çok sayıda kurum doğrudan veya dolaylı olarak su kalitesi konusunda görev, yetki ve sorumlulukları kapsamında çalışmalarını sürdürmektedir. Ancak yeni bir kurum oluşturulurken yapılan düzenlemelerde, diğer kurumlara ait yasalarda yer alan benzer görev ve yetkilerinde güncelleştirilmesi, ayıklanması veya kaldırılması gerekirken farklı kurumlar için birbirinin aynı veya benzeri görevler ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’de sık sık bir kısım kuruluşların kaldırılarak yerine yenilerinin ihdas edilmesi yaklaşımı görev ve yetki dağınıklığı yaratmakta ve kurumsal hafızayı yok etmektedir. Yeni ihdas edilen kurumların gerek personel gerekse kapasite eksiklikleri ve finansman yetersizlikleri de kurumları için tanımlanan görev ve yetkileri yerine getirmede sıkıntılara yol açmaktadır.

Kurumlar arasındaki yetki ve sorumluluk kargaşası, koordinasyon ve işbirliği eksikliği sonucunda da yürütülen çalışmalar amacına hizmet edememekte, mükerrerlik ortaya çıkmakta gerek insan gücü gerekse kaynak israfına sebep olmaktadır.

Suya ilişkin izinlerin tek elden verilmemesi idari anlaşmazlıklara ve zaman kaybına neden olmaktadır. Her bir izin için ayrı belgeler hazırlanıp ayrı kurumlara başvuru yapılmakta ve süreçler ayrı ayrı işlemektedir.

Nehir havzalarında gerek su miktarı gerekse su kalitesine ilişkin veri ve bilgilerin farklı kurumlarca ayrı ayrı muhafaza edilmesi bilgiye ulaşım anlamında da sıkıntılara neden olmakta etkin bir veri yönetimi sağlanamamaktadır.

2.1.6 Veri Paylaşımı

Uluslararası direktifler incelendiğinde başlıca prensiplerin; kapsayıcı olma, mevcut iş akışlarına müdahalede bulunmama, halkın katılımını sağlama, verileri yeniden üretmek yerine mümkünse önceliği mevcut verileri iyileştirme/dönüştürme işlemlerine tabi tutma, aşama uygulama yaklaşımını benimseme, fayda maliyet analizleri yaparak ideal çözümü bulma, aynı konuma ait bilgi veya verilerin tutarlılığını sağlama olduğu görülmektedir. Uygulamaya geçilmesi öncesinde teknik bir takım ayarlamaların yapılması ve yazılım sistemleri arasında iletişimin kurulması gerekmektedir. Veriler servisler aracılığıyla paylaşılmalıdır. Gelişen bilişim teknolojileri ile veriye erişimi olanaklı hale getirmek artık daha kolaylaşmış gibi görünse de, verinin etkin olarak tutulduğu kurumlardaki mevcut iş akışında uygulamanın geliştirilmesi ve verimli hale getirilmesi hususu işin asıl zor olan kısmıdır. Ayrıca, birlikte çalışabilirliği olanaklı hale getirmek için, farklı kurumlardaki kullanıcılar arasında ortak bir kavramsal model kurulması, farklı ölçek/düzye/çözünürlükte ve veri üreticileri-kullanıcıları arasında birlikte çalışabilirliği olanaklı hale getirecek veri matrisleri hazırlanması gerekmektedir.

Verilerin, gerek içerikleri (örneğin verinin gizli olup olmaması) gerekse üretimleri sırasında karşılanması gereken maliyetler göz önünde bulundurulduğunda, birbirlerinden farklı protokolle paylaşılması gerekli olabilmektedir. Bu nedenle, paylaşım açısından aşağıdaki başlıklara göre sınıflandırılmaları önerilmektedir:

- Anonim ile paylaşılacak veriler
- Akademik amaçla paylaşılacak veriler
- Stratejik amaçlı veriler
- Planlayıcılarla paylaşılacak veriler
- Ücretsiz veriler
- Ücretli veriler

2.2.6.1 Ücretsiz Veriler

Açık kaynak ve paylaşılabilir veriler mevcut olmakla beraber, Ülkemiz su yönetimi açısından bakıldığında, bu verilerin ne kadar uygun olduğu analiz edilmelidir. Verilerin kendi içinde sınıflandırılması ve hangi çalışmalarda kullanımlarının doğru olduğu ilgili İdare tarafından metaveri bilgisi olarak belirtilmelidir. Ayrıca üretilen verilerin paylaşılması ve bu yönde yapılacak çalışmalar için yol haritasının oluşturulması gerekmektedir.

2.1.6.2 Ücretli Veriler

Kurumların rutin çalışmaları veya proje kapsamında tek seferlik üretilen verilerin karşılığında oluşan maliyet sebebiyle, verilerin paylaşımında ücret talep edilmektedir. Bu durum, birçok veriye ulaşımında sıkıntı yaratmakta ve çalışmaların eksik kalmasına sebep olmaktadır. Ancak, diğer kurum ve kuruluşların verisine ihtiyaç duymayan kurum ve/veya kuruluş yok denecek kadar azdır. Veri ücreti ile ilgili tüm kurumların katılımı ile yapılacak çalışmalar doğrultusunda izleme çalışmalarının devamlılığı, mükerrer ölçümlerin sonlandırılması, maliyetlerin düşürülmesi, ölçüm standardının sağlanması gibi birçok sorunların giderileceği düşünülmektedir. Ücretli veri paylaşımı konusunda aşağıda yapılmasında fayda görülen çalışmalardan bazıları listelenmektedir:

- Akademik araştırmalarda hangi verilerde ya da hangi koşullarda ücretlendirme yapılacağı ile ilgili politikanın oluşturulması,
- Kurumların hizmet alımı yaptıkları gerçek ve tüzel kişilerle ücretli verileri paylaşması ile ilgili politika ve/veya standart geliştirilmesi,
- Hangi verilerin ücret kapsamında olduğu ve hep ücretli mi kalacağı (örneğin teknoloji geliştikçe halen ücretli mi olacaklardır) ve bu doğrultuda izlenecek yol haritasının oluşturulması
- Su bilgi sistemine uyum ve paylaşımı

2.1.6.3 Stratejik Öneme Haiz Veriler

Hangi veriler stratejiktir, bir veri ne zaman stratejik olur, ne zaman stratejik veri olmaktan çıkar, stratejik olmayan veri stratejik hale gelebilir mi? Stratejik verilerin paylaşım koşulları nedir, stratejik olmayan bir veri stratejik hale gelirse izlenecek yol ne olmalıdır ve bu veriler paylaşıldıktan sonra güvenlikleri nasıl sağlanmalıdır gibi bir çok soruya cevap verilmesi ve bu çerçevede politika geliştirilmesi gerekmektedir.

Ülkemiz su kaynaklarının kısıtlı olduğu bir coğrafik konuma sahiptir. En büyük su toplama havzası olan Fırat-Dicle Havzası veya kirlenme baskısı yüksek olan Meriç-Ergene Havzası stratejik olduğu kadar, Akdeniz ve Karadeniz'e dökülen tüm havzalarda stratejik öneme haizdir. Bu bağlamda özellikle sınır aşan su kaynakları ve havzalarına ilişkin tüm verilerin açık olarak paylaşılmaması, paylaşımlarda su politikalarının dikkate alınması önem arz etmektedir. Stratejik öneme haiz sınır aşan sular konusunda açık olarak paylaşılacak verilere yönelik olarak öncelikle Dışişleri Bakanlığı olmak üzere ilgili kurum ve kuruluşların da görüşlerinin alınması ve bu çerçevede hareket edilmesi gerekmektedir.

2.2 Su Kaynaklarının Modellenmesi

Nehir havzaları üzerindeki kontrolsüz tarımsal ve endüstriyel faaliyetler, kentsel yapılaşma ve yerleşimler su kaynaklarını olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu sebeple, Avrupa Birliği tarafından oluşturulan Su Çerçeve Direktifi (WFD), su kaynaklarının korunması, doğru ve etkin yönetimi için yeni yaklaşımlar ortaya koymaktadır. Direktif, havza ölçeğinde su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için bütüncül havza yönetiminin önemine işaret

etmektedir. Suyun ve suyla birlikte taşınan kirletici yüklerin havzada mekânsal ve zamansal dağılımını anlamak su kaynaklarının korunması, doğru ve etkin su yönetiminin sağlanmasında önemlidir. Havzalardaki fiziksel süreçlerin uygun ölçekte temsil edildiği matematiksel modellerin geliştirilmesi ve uygulanması, başarılı bir nehir havzası yönetim planlamasında, su sistemindeki kısa ve uzun vadeli etkileri öngörmek için önemli bir rol oynamaktadır (Özdemir,2016).

2.2.1 Modelleme Konusunda Kurumsal Yapılanma

Ülkemizde pek çok kurum ve kuruluş tarafından suyun fiziksel süreçlerini anlamaya yönelik veya sürdürülebilir su yönetiminde karar mekanizması olarak çeşitli projelerde modeller kullanılmaktadır.

2.2.1.1 Orman ve Su İşleri Bakanlığı

A. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü faaliyetleri kapsamında kullanılan modeller ile su kaynaklarının bütüncül ve entegre bir şekilde yönetilmesi amaçlanmakta olup, havza bazlı hidrolojik, hidrodinamik, su kalitesi ve ekolojik modeller kullanılmaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğünce proje esaslı kullanılan modeller aşağıda yer almaktadır:

1. Ülkemize Özgü Hidrolojik, Su Kalitesi ve Ekolojik Modellerin Geliştirilmesi Projesi

Uluslararası platformlarda çeşitli boyutlarda, hidrolojik, hidrodinamik, su kalitesi ve ekolojik modeller geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bu modellerin, çoğu gelişmiş ülkelerde uzun yıllar boyunca yürütülen AR-GE çalışmaları sonucunda üretilmiş, öncelikle uygulanması planlanan ülkelerin su kaynakları yapısına, bu kaynaklara ilişkin mevcut verilere ve bu kaynaklar üzerindeki baskı ve etkilere göre şekillendirilmiştir. Dünya çapında kabul gören söz konusu bu modellerin çoğu ticarileştirilmiş modeller olup, farklı bölgelerdeki su kaynaklarının özelliklerine göre modifiye edilme ya da ihtiyaçlar doğrultusunda değiştirilme imkânları oldukça sınırlı olan kapalı kodlu modellerdir. Bu modellerin kullanımı çoğu zaman oldukça maliyetli olup, birçoğu detaylı ve kapsamlı eğitimler gerektirmektedir. Aynı zamanda, bu modellerin Ülkemizdeki uygulamalarında, mevcut verinin zamansal ve mekânsal dağılımı ve standardizasyonu ile ilgili sıkıntıların yaşanması gibi çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, Ülkemize özgü hidroloji, su kalitesi ve ekoloji modüllerini içeren entegre bir model geliştirilmesi ihtiyacı hasıl olmuş olup, söz konusu proje ile Ülkemizdeki 25 su havzasında su yönetiminin sürdürülebilir bir şekilde yürütülebilmesi için Ülkemize özgü hidroloji, su kalitesi ve ekoloji modüllerini içeren entegre bir modelleme aracının geliştirilme hedeflenmektedir.

Geliştirilecek bu model;

- Ülkemizdeki mevcut veriyi göz önüne alarak esnek tasarlanacak olması,
- Modelin USBS ile veri alışverişi yapabilecek nitelikte olması,

- Ülkemizin modelleme kapasitesini oluşturacak ve geliştirecek olması,
- Modelin karşılaşılabilecek spesifik sorunlara hızlı ve özgün çözüm üretecek olması,
- Mevcut modellerin bütünleşik çalıştırılmasının (modeller arası veri alışverişi) zor olması,
- Modelin günümüz gelişmiş teknolojisini kullanacak olması,
- Modelin kullanılmasıyla dışa bağımlılığın azalarak tasarruf sağlanacak olması,
- Stratejik ve politik hassasiyetler,
- Sürdürülebilirliği sağlayacak olması sebebiyle Ülkemiz açısından oldukça önemlidir.

Ülkemize özgü geliştirilmesi planlanan model, ülkemizin su kaynaklarının özelliklerine göre, su kaynaklarının üzerindeki baskı ve etkileri gösterecek şekilde tasarlanacak olup, iklim değişikliği, taşkın, sektörel su tahsisi gibi konularda su yönetiminde karar vericilere yol gösterir nitelikte olacaktır. Geliştirilecek modelin, açık kaynak kodlu, hidrolojik, hidrodinamik, su kalitesi ve ekolojik modüllerin entegre olarak simüle edilebildiği, geliştirilebilir, modüler, kullanıcı dostu ve CBS altyapısına sahip olması planlanmaktadır. Ayrıca, Ülkemizin değişen ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde güncellenebilecektir.

2. Nehir Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması Projesi

Son yıllarda Türkiye nehir havzalarının yönetiminde büyük adımlar atılmış ve Havza Koruma Eylem Planları başarıyla tamamlanmıştır. Havza Koruma Eylem Planları AB normlarına uygun nehir havzası yönetim planlarına dönüştürülmeye başlanmıştır. Bu maksatla, AB ve Türkiye tarafından finanse edilen “Havza Koruma Eylem Planlarının Nehir Havzası Yönetim Planlarına Dönüştürülmesi Projesi” başlatılmıştır. Söz konusu projenin faydalanıcısı Orman ve Su İşleri Bakanlığı olup anılan proje üç İspanyol ve bir Türk şirketinden oluşan bir konsorsiyum tarafından yürütülmektedir. Bu konsorsiyum Susurluk, Konya, Büyük Menderes ve Meriç-Ergene Havzaları için AB Su Çerçeve Direktifi’ne tamamen uygun Nehir Havzası Yönetim Planlarını hazırlamaktadır. Konsorsiyum bu planlar kapsamında dört havzadaki tüm yerüstü ve yeraltı suyu kütlelerinde “iyi su durumu”nu sağlayacak bir yol haritası sunacaktır. Dört havza için hazırlanan Nehir Havzası Yönetim Planları 2017 yılı sonuna kadar tamamlanacaktır. Proje kapsamında, farklı modüllerden oluşan Aquatool modeli kullanılmaktadır. Bu modüller EVALHID (hidrolojik model) ve SIMGES (su tahsis modeli), GESCAL (su kalitesi modeli)’dir. Aquatool modeli çıktıları WFD-Explorer modeli ile entegre edilmektedir.

3. Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması Projeleri

Hızla büyüyen ve gelişen kentlerimizde yaşayan halk için taşkınlar yüksek risk doğurmaktadır. Özellikle yapılaşmanın taşkın riski yüksek bölgelerde olması, muhtemel taşkın ve olası büyük kazaların ortaya çıkma riskini daha da artırmaktadır. Bu sebeple, Ülkemizde Taşkın Direktifinin gerekliliklerine uygun olarak, Taşkın Yönetimi Planları hazırlanmaya başlanmıştır. Bu planlar kapsamında, yapılan taşkın risklerinin değerlendirilmesi ve yönetimine yönelik uygulamalar, AB’ye üye ülkelerin 2007/60/EC’ye göre en iyi örnekleri göz önüne alınarak yapılmaktadır. Taşkın yönetimini sağlamak için

hidrolojik/hidrodinamik modeller kullanılmaktadır. Proje kapsamında Susurluk, Ceyhan, Sakarya ve Aras Taşkın Yönetim Planlarında MIKE modelleri kullanılmakla birlikte kullanılan diğer model programları; HEC-RAS, SOBEK, MIKE11 ve WFlow Modelleridir.

4. Kuraklık Yönetim Planı Hazırlanması Projeleri

Muhtemel kuraklık riskleriyle karşılaşıldığında yaşanacak olan olumsuz etkilerin azaltılması, kuraklığa karşı havzanın direncinin artırılmasına yönelik olarak kuraklık öncesinde, kuraklık esnasında ve kuraklık sonrasında alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi, iyileştirme ve müdahale etme gibi çalışmaların planlanması ve yönlendirilmesi amacıyla “Kuraklık Yönetim Planları” hazırlanmaktadır. Bu kapsamda, kuraklık yönetiminde etkili su yönetimi politikası sağlamak için hidrolojik modeller ve iklim modelleri bir arada kullanılmaktadır. Bakanlığımız tarafından yürütülen projeler kapsamında; havzalardaki yeraltı ve yerüstü su kaynakları, iklim değişikliğinin etkileri de dikkate alınarak, havzadaki yüzey akışı, su derinliği, yeraltı suyu seviyeleri, su miktarları vb. veriler modeller çalıştırılarak belirlenmiştir. Model kapsamında bölgesel iklim modelleri çalıştırılarak, model çıktılarıyla havzada sıcaklık, yağış, buharlaşma, akış projeksiyonları elde edilmiştir.

5. İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi

İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi Projesi ile iklim değişikliğinin Türkiye’deki yüzeysel sular ve yeraltı sularına su havzaları bazında etkisinin tespiti ve uyum faaliyetlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak artan su ihtiyacına karşın, uygun kaynak varlığının azlığı ve gün geçtikçe gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlere paralel olarak ortaya çıkan aşırı kullanım, yer altı su rezervlerindeki düşüşler ve kirlilik oluşumu sebebiyle yaşanan sorunlar, su ile ilgili uzun vadeli ve havza bazlı bir planlamayı zorunlu kılmaktadır. Bu sebeple, Su Yönetimi Genel Müdürlüğünce, iklim değişikliğinin yerüstü ve yer altı sularına havza bazında etkisinin tespit edilmesi ve uyum faaliyetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 25 nehir havzası için gerçekleştirilen çalışmaların projeksiyon dönemi 2015 ve 2100 yılları arasını kapsamaktadır. Kullanılan modellerin çıktılarıyla tüm havzalar ölçeğinde sıcaklık, yağış, buharlaşma, akış projeksiyonları oluşturulmaktadır. Proje kapsamında, üç küresel iklim modeli ile bir bölgesel iklim modeli kullanılmıştır. Model çıktılarıyla tüm havzalar ölçeğinde sıcaklık, yağış, buharlaşma, akış projeksiyonları oluşturulmuştur. Proje kapsamında kullanılan modeller; MPI-ESM-MR, HadGEM2-ES, CNRM-CM5.1 GFDL isimli küresel modeller ile RegCM isimli bölgesel modelidir. Projede, küresel modeller, bölgesel model için sınır koşulu üretmek amacıyla kullanılmıştır.

6. Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi

Türkiye’deki 25 su havzasında bulunan yüzeysel sularda kentsel su kirliliği açısından hassas alanlarının ve nitrata hassas bölgelerin tespiti ve su kalitesi hedefleri ile su kalitesinin iyileştirilmesi için alınacak tedbirlerin belirlenmesi amacıyla “Türkiye’de Havza Bazında Hassas Alanların ve Su Kalitesi Hedeflerinin Belirlenmesi Projesi” yapılmıştır. Bu proje kapsamında, pilot alanlarla ilgili olarak (projede tüm Türkiye’nin kaba ölçekli modellenmesi

için ayrıca hidroloji ve yayılı yük modeli olarak SWAT, akarsu ve durgun su kalitesi modeli olarak da kütle korunumu ve basit besin elementi kinetiği içeren ve hizmete özel geliştirilen başka bir model kullanılmıştır) iç sular için SWAT ve kıyı/geçiş sularında HYDROTAM ve SWMM modelleri kullanılmıştır.

B. Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün en önemli görevlerinden birisi de hava tahminleri yapmaktır. Belirli bir ülke, bölge veya merkezde, bir zaman dilimi içinde görülebilecek meteorolojik olayların gözlem ve analizlere dayanılarak subjektif veya objektif yöntemler kullanılarak önceden öngörülme çalışmaları, hava tahmini olarak adlandırılmaktadır. Atmosferin durumunu zamana ve yere bağlı değişimlerinin gelecekteki durumunu tahmin etmek için Sayısal Hava Tahmin yöntemleri kullanılmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından kullanılan Modeller aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

Türkiye'de Kullanılan Sayısal Hava Tahmin Modelleri:

- Kısa Vadeli Hava Tahminine Yönelik Kullanılan Modeller
- Mm5 Modeli (5th Generation Mesoscale Model)
- ALADIN (Aire Limite Adaptation dynamique Developpement International)
- WRF Modeli (Weather Research Forecasting)

Orta Vadeli Hava Tahminine Yönelik Kullanılan Modeller:

- ECMWF Deterministik Model
- ECMWF'nin Operasyonel Demet Yöntemi (Clustering)
- Grup Ortalaması (Ensemble mean) ve Farklar
- Meteogramlar, Tüp Yöntemi, EPS Olasılık Haritaları.

Denizlerimize Yönelik Tahmin Modelleri:

- ECMWF Dalga Modeli
- METU3 Yerel Dalga Tahmin Modeli:
- Model Sonuçlarına Uygulanan İstatistiksel İşlemler (Kalman Filtresi)
Verifikasyon

Bölgesel İklim Modelleri:

- RegCM3 Bölgesel İklim Modeli, PRECIS Bölgesel İklim Modeli
- Toz Taşınım ve Hava Kalitesi Modelleri
- ETAToz Modeli, EURAD Modeli, HYSPLIT Model

C. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, taşkın koruma, sulu ziraati yaygınlaştırma, hidroelektrik enerji üretme ve büyük şehirlere içme suyu temininin yanı sıra Belediye teşkilâtı olan yerleşim yerlerine de içmesuyu temini gayelerini etkin bir şekilde yerine getirebilmesi bakımından, söz konusu dört maksadın ortak noktası olan baraj çalışmaları konusunda öncelikli faaliyetlerini sürdürmektedir. DSİ Genel Müdürlüğü görevleri kapsamında çeşitli modelleme araçları kullanılmaktadır. Örneğin; taşkın riski ön değerlendirmesi kapsamında belirlenen riskli yerlerde sayısal hidrolik modeller kullanılarak Taşkın Tehlike Haritaları oluşturulmaktadır. Taşkın tehlike haritaları doğrultusunda belirlenmiş olan risklerin önlenmesi için alınması gereken tedbirler belirlenerek ve Taşkın Yönetim Planı hazırlanmaktadır.

D. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü

Türkiye’de tabii çöl bulunmamakla birlikte; coğrafi konumu, iklimi, topografyası ve toprak şartları Ülkemizin toprak bozulmasına ve kuraklığa karşı hassasiyetini artırmakta, bu durum çölleşme ve kuraklıktan en fazla etkilenen ülkeler arasında yer almasına sebep olmaktadır. Bu kapsamda Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğünce kuraklıkla mücadele konusunda arazi bozulmalarını ve kuraklık ile ilgili faaliyetleri tespit etmek ve önlemek amacıyla çeşitli modeller kullanılmaktadır.

E. Türkiye Su Enstitüsü

Türkiye Su Enstitüsü, ulusal su politikaları geliştiren, karar vericilere danışmanlık yapan, kurum ve kuruluşlar arasında eşgüdüm sağlayan, bilimsel araştırma ve stratejik fikir geliştirmeye yönelik ulusal bir düşünce kuruluşudur. Ayrıca, sürdürülebilir su yönetimi, su politikalarının geliştirilmesi, sürdürülebilir enerji ile yerel ve küresel su sorunlarının çözümü için kapasite geliştirme gibi konularda ulusal ve uluslararası kurumlarla yakın işbirliği içinde çalışmaktadır. Özellikle sınır aşan sularımızla ilgili konularda SUEN çeşitli projeler yürütmekte ve çeşitli modeller kullanmaktadır.

Ceylanpınar Bölgesi Yeraltı Suyunun Modellenmesi ve Yönetim Planının Hazırlanması Projesinde, yeraltısuyu akım ve taşınım denklemleri MATLAB yazılımı ile çözülerek yeraltısuyu modelleme çalışması yapılmıştır. Bu proje kapsamında, yeraltısuyu bütçesi çıkarılmıştır. Fırat-Dicle Havzasında Yüksek Çözünürlüklü Hidrometeorolojik, Hidrolojik ve Su Kalitesi Modellemesi ve Hidroekonomik Analiz Projesi kapsamında, iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkilerinin belirlenmesi amacıyla, küresel iklim modelleri olan HadGEM2-ES ve MPI-ESM-MR modelleri kullanılmıştır. RCP 4.5 ve RCP 8.5 emisyon senaryolarına göre çalıştırılan bu modeller ile 2100 yılına kadar bölgedeki sıcaklık ve yağış değişiklikleri modellenmiştir. Akabinde, toprak ve su değerlendirme aracı (SWAT) ile havzanın hidrolojik modellemesi yapılmış olup, WEAP modeli ile de havzadaki su tahsisi durumu ortaya konulmuştur. Ayrıca, su kalite modeli olarak ise Fırat ve Dicle ana kollarında CE-QUAL-W2 modeli kullanılması planlanmaktadır.

2.2.1.2 Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, bitkisel ve hayvansal üretim ile su ürünleri üretiminin geliştirilmesi, tarım sektörünün geliştirilmesine ve tarım politikalarının oluşturulmasına yönelik araştırmalar yapılması, gıda üretimi, güvenliği ve güvenilirliği, kırsal kalkınma, toprak, su kaynakları ve biyo çeşitliliğin korunması, verimli kullanılmasının sağlanması, çiftçinin örgütlenmesi ve bilinçlendirilmesi, tarımsal desteklemelerin etkin bir şekilde yönetilmesi, tarımsal piyasaların düzenlenmesi gibi ana faaliyet konularının gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar yapmaktır. Bu kapsamda, tarımsal üretim kaynaklarını koruyarak kaliteli tarım ürünlerine erişilebilirliği ve gıda güvenliğini sağlamak ve tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinin tespiti içinde çeşitli modeller kullanılmaktadır.

2.2.1.3 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğünce üretilen su/atıksu verilerine yönelik henüz herhangi bir model kullanılmamaktadır. Ancak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevresel Etki Değerlendirmesi İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Laboratuvar Ölçüm ve İzleme Dairesince üretilen veriler ile kirlilik tespiti için model araçlarının kullanılması planlanmaktadır.

2.2.1.4 Üniversiteler

Ülkemizde yer alan çeşitli üniversitelerde muhtelif modeller kullanılmaktadır. Tarihçesi çok eskiye dayanan temel modeller ile birlikte günümüzde birçok araştırmacı ve akademisyen, su kaynaklarımızın sürdürülebilir yönetimi ve çeşitli küçük veya büyük ölçekli sorunlara çözüm bulmak amacıyla gelişmiş modeller kullanmaktadır. Araştırmacı ve akademisyenler tarafından kullanılan modellere ilişkin aşağıda birkaç örnek yer almaktadır:

Kıyı ve geçiş suları için geliştirilen HYDROTAM-3D üç boyutlu hidrodinamik, türbülans, taşınım ve su kalitesi modeli Balas (1990, ...) tarafından geliştirilmiştir. Bu model Gazi Üniversitesi Deniz ve Su Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (DENAM) araştırmacıları ve Gazi Üniversitesi Teknopark Şirketi DLTM Yazılım Teknolojileri Ltd. Şti. ortaklığında 2009 yılında tamamlanan bir TÜBİTAK (Proje No: 7100233, Proje Başlığı: HYDROTAM3D - "Bulut Teknolojisi" Mimarisinde, net platformunda, Üç Boyutlu, GIS Entegre Hidrodinamik, Kirlilik ve Akıntı Modellemesi) projesi kapsamında yapılmış olup, CBS ve bulut bilişim destekli kullanım özellikleriyle ulusal bir kıyı ve geçiş suları su kalitesi yönetim modeli niteliği kazanmıştır. Model kullanılarak DENAM tarafından yürütülen farklı projelerde Fethiye Körfezi, Kaş-Bucak Denizleri, Samsun Kıyı Körfezi ve İzmir İç Körfezi için su kalitesi parametrelerinin sahada ölçümlenen verilerinin ve model sonuçlarının karşılaştırılmasına olanak sağlayan, veri tabanı ilişkili internet üzerinden erişimli su kalitesi yönetim model sistemi oluşturulmuştur (Cebe ve Balas, 2016; Yılmaz vd.2015, Balas vd.2012; Balas ve Özhan, 2000,2002).

Doymuş-doymamış yeraltısu akışında, yağış ve evapotranspirasyona bağlı basınç dağılımını hesaplayabilen üç-boyutlu bir model Doğan ve Motz (2005) tarafından geliştirilmiştir.

Tekeli ve arkadaşları (2005) tarafından yürütülen çalışmalarda MODIS kar örtüsü haritaları kullanılarak kar suyu akış süreçlerinin modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Şorman ve arkadaşları (2009), HBV modeli kullanarak Türkiye'nin doğu bölgelerinde kar suyu akışı süreçleri modellenmesi ve tahmini çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Şensoy ve arkadaşları (2016) tarafından gerçek zamanlı taşkın yönetimi için entegre modeller kullanılarak karar destek çerçevesi geliştirilmiştir.

Kara ve arkadaşları (2016), iklim değişikliğinin aşırı yağış koşullarında İstanbul'daki su kaynakları üzerindeki etkilerini iklim modelleme ve jeo-istatistiksel küçültme (downscaling) yaklaşımları ile tespit etmişlerdir. Yücel (2015) tarafından yürütülen çalışmada ise farklı yağış veri setleri kullanılarak su baskını durum değerlendirmeleri yapılmıştır. Ayrıca, Yücel ve

arkadaşları (2015) tarafından, sayısal hava tahmin modelleri, veri asimilasyonu ve uydu bazlı yağış verileri kullanılarak taşkın tahmin sistemi kalibre edilerek değerlendirilmiştir.

Ertürk ve arkadaşları (2007) arazi esaslı (land-based) nutrient kirliliğinin havza modelleri ve CBS ile entegre olarak analizi ve modellemesi üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir. Gürel ve arkadaşları (2007) ise yüzey sularında nutrient modellemesi ve akıbetinin belirlenmesinde kullanılan model katsayıları için veritabanı yönetim sistemi geliştirmiştir. Ertürk ve arkadaşları 2006 yılında Türkiye’de bir havanın bütünleşik yönetimi için havza modelleme sistemi uygulama çalışması yürütülmüştür.

Fıstıkoğlu ve Okkan (2011), NCEP/NCAR analiz verilerini kullanarak Tahtalı deresine ait aylık yağış üzerine istatistiksel küçültme çalışmaları yapmışlar ve sıcaklık, nem, akış vb. büyük ölçekli atmosferik değişkenlerin yerel meteorolojik değişkenlerle olan istatistiksel ilişkisini ortaya koymuşlardır. Okkan ve Fıstıkoğlu 2014 yılında yürüttükleri çalışmada istatistiksel küçültme ve GR2M hidrolojik modeli kullanılarak yağış üzerindeki iklim değişikliği etkilerini değerlendirilmiştir (Okkan & Fıstıkoğlu, 2014).

2.2.1.5 Tübitak-Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü

Kar toprak nemini etkimekle birlikte yerüstü ve yeraltı sularını etkilediğinden, kar erimesi hidrolojik çevrimde önemli bir parametredir. Bu sebeple, karla kaplı alanların takibi su kaynakları yönetimi ve iklim değişiklikleri çalışmaları için önemli olmakta, bu önem kar erime akımının yıllık akım içerisinde yüksek oranlar tuttuğu yerler için daha da artmaktadır. Zamansal ve mekânsal olarak dinamik bir yapıya sahip kar örtüsünün takibinde yer tabanlı istasyonlar ve genelde 2 haftada bir yapılan arazi kar ölçümleri yeterli olamadığından, karla kaplı alanların takibinde uydu teknolojileri yeni imkanlar sunmaktadır. Uydu teknolojileri ile karlı alanlar diğer kara yüzeylerinden başarılı bir şekilde ayırt edilebilmektedir. Böylece, havzalardaki karla kaplı alanların sürekli olarak takibi sağlanabilmekte ve bunların meteorolojik değişkenler ile beraber kullanımı ile havzalardaki su potansiyelinin tahmin edilebilmektedir.

Uydu teknolojilerinin kar hidroloji çalışmalarına sunduğu diğer bir imkan ise, karın su muhteviyatını belirten kar su eşdeğer (KSE) bilgisinin elde edilebilmesidir. Özellikle Doğu Anadolu Bölgemiz için KSE bilgisi uygun yönetim politikasının oluşturulmasında oldukça önem arz etmektedir. Uzaktan algılama metodolojileri kullanılarak tespit edilen kar kalınlığının su bütçesine olan etkisi hesaplanmaktadır. Aynı zamanda kar kalınlığı dikkate alınarak taşkın, çığ, heyelan vb. riskler için önlem alınmasına da katkıda bulunmaktadır. Söz konusu metot yoğun kar yağışının olduğu bölgelerimizde tarım politikalarının belirlenmesine de fayda sağlamaktadır.

3. KARŞILAŞILAN DARBOĞAZLAR ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

3.1 Ulusal Su Bilgi Sisteminde Karşılaşılan Darboğazlar

Ulusal Su Bilgi Sisteminde karşılaşılan darboğazlar aşağıda özetlenmektedir:

1. Su Bilgi sistemi için gerekli olan verilerin diğer kurumlarca ücret karşılığı paylaşılması,
2. Stratejik öneme haiz verilere ulusal güvenlik sebebiyle erişim engeli konulması,
3. Aynı kurum ve kuruluş içerisinde entegrasyon sağlanacak birden fazla uygulamanın mevcut olması,
4. Veri setleri altında yer alan veri elemanlarının farklı kurumlarda dağınık halde bulunması,
5. Verinin paylaşılr durumda olmaması (elektronik ortamda olmayan veri),
6. Eksik, kirli, yanlış ve zamanında gönderilmeyen veriler,
7. Mükerrer veya üretilmeyen veriler,
8. Yapılanma ve /veya personel değişiklikleri
9. Sistemin sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi maksadıyla uzman personel ihtiyacı

Çözüm Önerileri:

1. Ulusal Su Bilgi Sistemi Projesi ile, Ülkemizde suyun tek bir sistem aracılığıyla yönetilmesi, paylaşılması ve kullanıcılara e-devlet kapısı üzerinden yetki çerçevesinde hizmet verilmesi sağlanmalıdır.*
2. Kurumların USBS'ye olan desteği artırılmalıdır
3. USBS ile ilgili çalışmalarda personel devamlılığı sağlanmalıdır.
4. Teknik, idari ve bilişim personelinin koordineli çalışarak güçlü işbirliği sağlanmalıdır.
5. Verileri üreten kurum ve kuruluşların veriler üzerinde sağlıklı kalite kontrolünü yaparak veri güvenilirliği sağlamalıdır.
6. Metaveri (Veri Sicili/) Künyesi oluşturulmalıdır (Sistemde yer alan tüm veriler hakkında bilgilerin oluşturulması-veriyi oluşturan tüm ögeler).*
7. Yetki tanımlamaları doğru bir şekilde yapılmalıdır.
8. Oluşturulacak ulusal su bilgi sisteminde sınır aşan sular ile ilgili verilerin paylaşımı izne tabi olmalıdır.
9. Uzman personel istihdam edilmelidir.
10. Veri temini konusunda yapılan çalışmalar artırılmalıdır (Böylece elde edilen verilerin kalitesinin artması sayesinde kullanılan modellerden daha iyi neticeleri elde edilecektir.).
11. Ekolojik veri eksikliğinin acilen giderilmesine yönelik çalışmalara öncelik verilmelidir/desteklenmelidir.
12. Ulusal Su Bilgi Sisteminin altına bilimsel çalışmaların yer aldığı ayrı bir modül eklenmelidir.

* Yeni fikirleri göstermektedir.

3.2 Modellemede Karşılaşılan Darboğazlar

1. Modelleme çalışmalarında, çalışmanın maksadının, gereklerinin ve değerlendirme kriterlerinin özenli bir biçimde tanımlanmadan kurgulanması,
2. Su kaynakları modellenmesi konusunda uluslararası alanda kullanılan modellerin lisans ücretlerinin yüksek olması
3. Su yönetiminde kullanılan modellerin su yönetimi karar vericileri tarafından anlaşılmaması veya kullanılmaması,
4. Su yönetiminde kullanılan lisanslı modellerin proje sonrasında ayrı bütçe ayrılmaması sebebiyle güncellenememesi ve bu sebeple modellerin atıl durumda kalması ve mükerrer çalışmaların yapılması,
5. Modeli kullanabilecek yeterli sayıda uzman bulunmaması,
6. Modeli çalıştıracak yeterli veri olmaması,
7. Modelleme ve modelleme ile ilgili yaklaşımını destekleyen bir bilim kültürünün çok kısıtlı olarak bulunması, (Su kaynakları modelleme, önemli ölçüde su ortamının fiziğinin iyi bilinmesine dayanmakla birlikte, özellikle günümüzdeki su kaynakları yönetimindeki modelleme ihtiyaçları göz önünde bulundurulduğunda ilgili uzmanların birçok yan yetenek ve beceriye de sahip olmaları gerekmektedir. Ülkemizde ise, doğadaki süreçlerin fiziğini bilen uzmanların da önemli bir kısmı, bu süreçlerin matematiğine çok az hakimdirler. Su kaynakları modelleme, önemli ölçüde su

ortamındaki süreçlerin fiziğine dayanmakta ancak bu süreçlerin birleştirilmesi ve birbirleri ile etkileşimi sırasında soyut düşünce ve sentez yeteneğini gerektirmektedir).

8. Standardizasyon Eksikliği;

- Uluslararası modellerin girdilerine göre standart verinin olmaması,
- Uluslararası model standartlarına göre, verilerin zaman serilerinde boşluklar olması, (Dünyada kullanılan tüm modelleri belli aralıklarda verilerin mevcudiyeti üzerine kuruludur. Modelleme çalışmalarında gerçeğe en yakın sonuçların elde edilebilmesi için, havzayı temsil eden ve uzun yıllara dayalı verilerin kullanılması gereklidir.)
- Uyumsuz bilgi ve bilgi sistemleri ile standart olmayan veri üretim yöntemleri

Çözüm Önerileri:

1. Modelleme eğitimleri düzenlenerek model konusunda uzman personel yetiştirilmelidir. Su kaynaklarının yönetiminde modellemenin bir araç olarak kullanılması için öncelikle modelleme kültürünün yerleşmiş olması gerekmektedir. Eğitim çalışmaları bu noktada önemli bir yer tutmaktadır. Modelleme konusunda su ile ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının kapasite geliştirilmesine yönelik çalışmaları gerçekleştirmeleri ve modellemeye yönelik altyapıyı oluşturmaları gerekmektedir. Bu çerçevede alınması gereken temel eğitim konu başlıkları aşağıda sunulmaktadır:
 - Modelleme Nedir?
 - Model Çeşitleri Nelerdir?
 - Matematiksel Modelleme ve Numerik Modelleme Nedir ve Nasıl Ele Alınmalıdır?
 - Yerüstü Su Kalitesi ve Ekosistem Modellemesi
 - Hidrojeolojik Modelleme
 - Yeraltı Sularına İlişkin Miktar ve Kalite Modellemesi
 - Taşkın Modellemesi
 - Kuraklık Modellemesi
 - Küresel ve Bölgesel İklim Modelleri
 - Su Tahsis Modellemesi
 - Nehir Havzası Yönetiminde Ekonomik Modelleme
2. Modelleme konusunda uzman personel, yapılmış veya yapılacak modellerin takibini yapmalı ve ilgili modelleri güncellemelidir.
3. Modelleme çalışmaları ilgili kurum ve kuruluşlarda tek bir elden yürütülmelidir.
4. Kapasite Geliştirme ve AR-GE çalışmaları yapılmalıdır.
5. Model/proje çıktılarının karar vericilere kısıtlı zamanda daha iyi aktarma yöntemleri araştırılmalı, kullanımı kolay, teknik destek sağlanan, eğitim imkânı bulunan, model çıktılarını hazırlamada grafik, tablo, animasyon gibi farklı seçenekler sunabilen modeller tercih edilmelidir.
6. Su kaynaklarının modellenmesinde kullanılan modellerin kapsamlı envanterleri çıkarılmalıdır.
7. Lisanslı modeller/yazılımlar tercih edilmeden önce mutlak suretle alternatif modeller/yazılımlar ile performansları objektif bir şekilde karşılaştırılmalı, şayet aralarında ciddi performans farkı varsa bu lisanslı modeller/yazılımlar tercih edilmelidir.

(Açık kaynak kodlu yazılımların tercih edilmesi öz kaynaklarımızın kullanılması ile dışa bağımlılığımızın azaltılmasını sağlayacaktır.)

8. Modelleme faaliyetleri için uluslararası uzmanlarla işbirliği içinde olunmalıdır. (Modelleme konusundaki gelişmelerin takibine fayda sağlayacaktır.)
9. Anadilimizde hazırlanmış su kaynaklarının modellemesi kaynakları desteklenmelidir. (Modelleme konusunda ortak dil oluşturulması sağlanmış olacaktır.)
10. Verilerin standardizasyonunun sağlanması maksadıyla modelleme konusunda hukuki alt yapı (Tebliğ, Genelge, vs.) oluşturulmalıdır.*

* Yeni fikirleri göstermektedir.

3.3 Genel Darboğazlar

3.3.1 Koordinasyon problemi

1. Kurumlar arasında koordinasyon eksikliği sebebiyle birbiri ile çelişen kararların alınması,
2. Modelleme faaliyetlerinin tek bir elden yürütülmemesi birimler arası koordinasyon eksikliği sebebiyle mükerrer çalışmaların yapılması,
3. Farklı kurum ve kuruluşlar tarafından aynı çalışma alanları ve aynı maksada yönelik modelleme çalışmalarının yapılması,
4. Aynı çalışma alanlarında, benzer problemler için farklı modeller kullanılması ve kullanılan bu modellerin ve model sonuçlarının karar vericiler ile paylaşılmaması,
5. Farklı kurumlar tarafından yapılan modelleme çalışmalarında; aynı veri setleri kullanılmasına rağmen, model sonuçlarının karşılaştırılmaması.

Çözüm Önerileri:

1. Kurumlar arasında modelleme çalışmaları paylaşılmalıdır.
2. Modelleme çalışmalarının konusunda uzman personel tarafından takibinin yapılması, su kaynakları yönetiminde kullanılan modelleme çalışmalarının yürütüldüğü ulusal bir kuruluşun kurulması, örneğin Danimarka Hidrolik Enstitüsü ve İsviçre Fedaral Su Enstitüsü (bu enstitüler içerisinde modelleme departmanları bulunmakta olup, içerilerinde farklı disiplinlerin modelleme çalışma gruplarını barındırmaktadır), vb.

3.3.2 Kurumsal sebepler

1. Modelleme projeleri kapsamında gerçekleştirilen çalıştay ve eğitimlere katılan personelin sürekliliğinin sağlanamaması,
2. Modelleme çalışmalarında yer alan personelin modelleme konusunda yetersiz bilgiye sahip olması,
3. Kurumsal yapılanmada meydana gelen değişiklikler sebebiyle personelin görev yerlerinin değişmesi.

Çözüm Önerileri:

1. Modelleme konusunda çalışmaya istekli, bu konuda uzmanlaşmış veya uzmanlaşmak isteyen personele öncelik verilmelidir.
2. Modelleme konusunda eğitimler verilmeli, eğitimlerin süreklilik arz etmesi ve eğitimlerin farklı disiplinlerin ihtiyacını karşılayacak düzeyde olması sağlanmalıdır.
3. Farklı disiplinlerden olan personelin ihtiyaçları doğrultusunda modelleme konusunda eğitilmesi sağlanmalıdır.
4. Modelleme konusunda lisansüstü çalışmalarının yapılması desteklenmelidir.
5. Projelerde kapsamında düzenlenen eğitim ve çalıştaylar için modelleme konusunda ilgili personel seçilerek, proje sonuna kadar eğitim ve çalıştaylara aynı personelinin katılımının sağlanmasına özen gösterilmelidir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1 Su Bilgi Sistemi

Ulusal Su Bilgi Sistemi'nin, 645 sayılı Kanun Hükmünde Kararname'nin 9/ğ maddesi ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı - Su Yönetimi Genel Müdürlüğü koordinasyonunda kurulması hüküm altına alınmıştır. Yasal hüküm ve kararların ötesinde “su” konusu aynı zamanda ulusal ve yerel ölçekte faaliyet gösteren bütün kurum ve kuruluşları, özel sektör katılımcılarını ve kamuoyunu doğrudan ilgilendirmekte ve etkilemektedir. Ülkemizde su verisi üreten birçok kurumun bulunması, kurumlar arasında eşgüdümün, veri paylaşımının sağlıklı olmaması, su verisi üretimi ve paylaşımı aşamasında belirlenmiş bir standardizasyonun olmaması, verilerin mükerrer üretilmesi ve bazı verilerin hiç üretilmemesi gibi konular su yönetiminde sıkıntılara sebep olmaktadır. Ulusal Su Bilgi Sistemi, kullanıcı yelpazesinin çok geniş olması sebebiyle farklı alanlardan ve kurumlardan birçok paydaşın sistem kurulumunun her aşamasında katılım sağlaması ve sürekliliğinin ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için katkı vermesi gerekmektedir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kullanımı gittikçe yaygınlaşan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal anlamda projelerin daha hızlı yürütülmesi ve planlama aktivitelerinin daha doğru ve hızlı şekilde yapılması için önemli bir katkı ve avantaj sağlamaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü bünyesinde yürütülen “Su Yönetimi” maksatlı çalışmalarda CBS teknolojileri etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Ulusal Su Bilgi Sistemi yapısının, coğrafi bilgi sistemleri temelli bir bilişim uygulaması olarak hayata geçirilmesi yönünde çalışmalar devam ettirilmektedir. Ülkemizde ilgili kurumlar hidrografik verilerin yönetimi bağlamında kendi standartlarını belirlemiştir. Bu çerçevede sistemin, gerek bilişim yapısı gerekse de coğrafi bilgi tabanlı bir veri sunucusu olduğu, sistemin yapısının oluşturulması ve tasarlanması aşamasında ulusal ve uluslararası bir takım düzenlemelerin dikkate alınmasını elzem kılmaktadır.

Bu doğrultuda; kurum ve kuruluşlarda yer alan mekânsal veri setlerine ait metaverilerin hazırlanması ve erişim için gerekli araçların geliştirilmesi, farklı kaynaklardan erişilen farklı veri setlerinin ortak bir sistemde harmanlanmasını sağlayarak kullanıma açılması, mekânsal nesnelere ilişkin ortak mekânsal veri modelleri geliştirilerek mevcut veri setlerinin bütünleştirilmesi, ulusal ve yerel düzeylerdeki, farklı ölçek ve kaynaklara sahip mekânsal veri setlerini, ortak standartlar ve protokoller kullanarak paylaşılmasını mümkün kılacak hizmetlerin sağlanması gerekmektedir. Tüm aşamalar tamamlandıktan sonra, çevreye doğrudan veya dolaylı etkisi olan faaliyetlerin düzenlenmesi, takip edilmesi ve değerlendirilmesi politikalarını desteklemek için kullanılabilir, anlamlı, uyumlu ve kaliteli coğrafi bilgi oluşturulmuş olacaktır.

4.2 Modelleme

Nehir havzaları üzerindeki tarımsal, endüstriyel faaliyetler ve yerleşimlerin (noktasal ve yayılı kaynaklar) su kalite ve miktarını olumsuz yönde etkilediğinden sucul çevrenin korunumunda matematiksel modellerin araç olarak su yönetim politikaları oluşturulmasında kullanılması önem arz etmektedir.

- ✓ Su yönetimi konusunda doğru yönetim politikalarının oluşturulmasında araç olarak modeller kullanılmalıdır.
- ✓ Su yönetiminde kullanılan modellerin kullanımı yaygınlaştırılmalı ve modellerin güncellenebilir modellerin kullanımı sağlanmalıdır.
- ✓ Su yönetimi modelleme araçlarının havza bazında uygun ölçekte ve probleme dayalı kullanımı sağlanmalıdır.
- ✓ Belirlenen model maksada uygun olarak geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.
- ✓ Kurumlarda su kaynaklarının modellenmesi konusunda personel eğitilmelidir ve farklı disiplinlerden oluşan modelleme çalışma grupları oluşturularak ihtisaslaşma sağlanmalıdır. İlgili kurumlarda modelleme konusunda uzman personel istihdamı arttırılmalıdır.
- ✓ Veri temini konusunda yapılan çalışmalar arttırılmalıdır. (Böylece elde edilen verilerin kalitesinin artması sayesinde kullanılan modellerden daha iyi neticeleri elde edilecektir.)
- ✓ Ülkemizde üretilen veriye ve ülkemizin fiziksel koşullarına uygun modellerin geliştirilmelidir.

4.3 GZFT Analizi

Ülkemizde su bilgi sistemi ve modelleme konusunda belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesi maksadıyla GZFT Analizi uygulanmıştır. GZFT (Güçlü yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler; SWOT: Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats) Analizi, söz konusu hedefleri olumlu ya da olumsuz yönde etkileyecek olan iç ve dış faktörlerin belirlenmesini sağlamaktadır.

Yapılan GZFT Analizi sonucunda elde edilen ve Ülkemizin mevcut durumunu ortaya koyan tablo Ek-1 ile verilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- Balas L., Genç, A.N., İnan, A., Hydrotam-3D Model for Hydrodynamic and Transport Processes in Coastal Waters, Managing Resources of a Limited Planet, IEMSS 2012, 1439-1446, 2012. Balas L., Özhan E., 2002. "Three Dimensional Modelling of Stratified Coastal Waters", Estuarine, Coastal ve Shelf Science, Academic Press, UK, Cilt 56, sayfa 75-87
- Balas L., Özhan E., 2000. "An Implicit Three Dimensional Numerical Model to Simulate Transport Processes in Coastal Water Bodies". International Journal for Numerical Methods in Fluids, John Wiley and Sons Yayınevi, USA, Cilt 34, sayfa 307-339.
- Cebe, K., Balas, L., Water Quality Modelling in Kaş Bay, Applied Mathematical Modelling, Cilt:40, No:3, 1887-1913, 2016.
- Özdemir, A., 2016. Yarı Dağıtımli Hidrolojik Modellerin Kalibrasyonuna Hiyerarşik Yaklaşım (doktora tezi)
- Yılmaz, N., Balas, L., İnan, A., Coastal Erosion Problem, Modelling and Protection, Ocean Science Journal, Cilt 50, No:3, 589-601, 2015

6. EKLER

1. GZFT Analizi
2. Modelleme ile ilgili tanımlar sözlüğü
3. Su Yönetimi Genel Müdürlüğünde Kullanılan modellere ait açıklayıcı bilgiler

GZFT Analizi					
Konu	Güçlü	Zayıf	Fırsatlar	Tehditler	Çözüm Önerileri

Ulusal Su Bilgi Sistemi	<p>*Kurumsallaşma adına yönetimin yapısal elemanlarının varlığı, bunların benimsenmesi ve kişisellikten arınmış olması</p> <p>*645 sayılı KHK'da 9. Madde (ğ) bendinde açıkça belirtildiği üzere Su Yönetimi Genel Müdürlüğü görevleri arasında Ulusal Su Bilgi Sistemi kurulma çalışmalarının bulunması</p> <p>*Suyun hayati, siyasi ve çok değerli bir meta olması</p> <p>*657 sayılı KHK'nın Madde 9. 2. bendinde Kamu kurum ve kuruluşları sahip oldukları su ile ilgili bilgi ve verileri, talep edilmesi halinde, su veri tabanına işlenmek üzere Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'ne vermekle mükelleftir." hükmünün yer alması</p> <p>*Suya ait yetkinin ve verinin birçok kurumda dağınık olması sebebiyle, verilere ulaşmada yaşanan sıkıntının çözülme gerekliliğinin farkındalığı</p> <p>*Ulusal Su Bilgi Sisteminin veri paylaşımına uygun tasarlanması</p> <p>*Ulusal Su Bilgi Sisteminin</p>	<p>*Milli su politikası ve ulusal su çerçeve yasasının bulunmaması</p> <p>*Proje paydaşları tarafından üretilen verilerin sıklığı</p> <p>*Mevcut verilerin doğruluk (Metot, konum, kalite) oranlarının tam olarak bilinmemesi</p> <p>*Veri paylaşımında mevzuat sebebiyle kısıtlamaların olması</p> <p>*Su yönetiminde söz sahibi çok sayıda paydaşın bulunması,</p> <p>*Suyun kurum bazında idari yapılanmasına göre değerlendirilmesi</p> <p>*Suyun havza bazında değerlendirilmemesi</p> <p>*Kurumsal yaklaşımların ön planda olması</p> <p>*İdari yapılanmada yaşanan değişiklikler</p> <p>*Paydaş kurumların altyapı yeterlilik⁵¹ düzeyinin bilinmemesi,</p> <p>*Eski ve yeni kayıtların</p>	<p>*Toplumda su bilincinin artması</p> <p>*Projeye idari anlamda desteğin sağlanması</p> <p>*Bilgi teknolojilerindeki gelişmeler</p> <p>*Ölçüm, haberleşme ve diğer alanlardaki teknolojik ilerlemelerin gün geçtikçe daha net sonuçlar vermesi</p> <p>*Veri mükerrerliğinin giderilmesi ile kamuda kaynak israfının önlenmesi</p> <p>*SÇD'ye uyum ile AB üyelik sürecinde çevre faslına katkının sağlanması</p> <p>*USBS'yi geliştirecek çok çeşitli verilerin desteklenen projelerle toplanması,</p> <p>*Veri toplamada uzman havuzu oluşması,</p> <p>*Su ile ilgili farklı verilere hızlı ulaşılması sonucunda daha kolay ve doğru kararların alınması</p>	<p>*Suyun bilinçsiz kullanımı ve ticari meta haline dönüşmesi</p> <p>*Yetki karmaşası sebebiyle yaşanan sıkıntılar</p> <p>*İzleme çalışmalarında kullanılacak verilerin (özellikle biyolojik veriler) yeterli ve standartlara uygun olmaması. Elde edilecek verilerin USBS'ye giriş zorlukları,</p> <p>*İdari yapılanmada kısa zaman aralıklarında yaşanan revizyonlar</p> <p>*Verilerin transfer edilmesi ve uygulamalarla entegrasyon sağlanması noktasında, veri kalitesi ve dokümantasyon eksikliği kaynaklı gecikmeler yaşanması (Metaveri eksikliği)</p> <p>*Gerekli yazılım geliştirme araçlarının temininde problem ve gecikmeler yaşanması</p> <p>*Stratejik öneme sahip olması nedeniyle gizli tutulan veriler</p>	<p>*Toplumsal bilinçlendirilmesi</p> <p>*Mevzuat güncellemeleri</p> <p>*Paydaş kurum ve kuruluş çalışanlarından oluşan çalışma grubu ve Yönlendirme Kurulunun aktif devamlılığı</p> <p>*Biyolojik verilerin veri tabanlarına giriş ve hesaplama aşamasında konunun uzmanlarından görüşler alınarak geniş kabul görmüş bir formatın oluşturulması</p> <p>*Kurumların verilerine ilişkin metaveri oluşturması ve bu bilgilerin güncel tutulması</p> <p>*Yeterli bütçe ve personel ihtiyacının karşılanması</p>
-------------------------	--	--	---	--	--

Modelleme					
<p>*Farklı kurumlarda yürütülen çalışmalarda modellerin kullanılmaya başlanması ve bu çerçevede kurumsal yapılanmaya gidilmesi (Örneğin: Su Yönetimi Genel Müdürlüğünde Bakanlık Makamı Olur'u ile Modelleme Şube Müdürlüğü tesis edilmiştir</p> <p>*Modellerin sürdürülebilir su yönetimi (miktar ve kalite) açısından karar vericiler tarafından kullanılmaya başlanması,</p> <p>*Su kaynakları modellemesinde pek çok probleme çözüm üretebilen çeşitli modellerin bulunması ve bunlara kolayca erişimin sağlanması</p> <p>*Modeli çalıştıracak ve doğrulayacak veri olması durumunda, model kullanımı ile baskı ve etkilerin düşük maliyetle anlaşılabilmesi,</p> <p>*Gelecekteki su bilgilerinin gerçeğine yakın olma ihtimalinin artması,</p> <p>*Gelecek tahminleri doğrultusunda diğer sektörlerin (enerji, tarım)</p>	<p>*Farklı kurumlarda yürütülen çalışmalarda modellerin kullanılmaya başlanması ve bu çerçevede kurumsal yapılanmaya gidilmesi (Örneğin: Su Yönetimi Genel Müdürlüğünde Bakanlık Makamı Olur'u ile Modelleme Şube Müdürlüğü tesis edilmiştir</p> <p>*Modellerin sürdürülebilir su yönetimi (miktar ve kalite) açısından karar vericiler tarafından kullanılmaya başlanması,</p> <p>*Su kaynakları modellemesinde pek çok probleme çözüm üretebilen çeşitli modellerin bulunması ve bunlara kolayca erişimin sağlanması</p> <p>*Modeli çalıştıracak ve doğrulayacak veri olması durumunda, model kullanımı ile baskı ve etkilerin düşük maliyetle anlaşılabilmesi,</p> <p>*Gelecekteki su bilgilerinin gerçeğine yakın olma ihtimalinin artması,</p> <p>*Gelecek tahminleri doğrultusunda diğer sektörlerin (enerji, tarım)</p>	<p>*Modelleme konusunda halihazırda bir mevzuat olmaması ve yapılacak çalışmalarda bir standardın ve bağlayıcı hususların bulunmaması.</p> <p>*Modelleme konusunda ihtisaslaşmış yeterli personelin bulunmaması.</p> <p>*Su kaynakları modellemesinde lisanslı modeller kullanıldığında söz konusu modelin yaygın bir şekilde kullanımının mümkün olmaması</p> <p>*Lisanslı modellerin lisans sürelerinin model kullanımının sürekliliğini etkilemesi</p> <p>*Su yönetiminde kullanılan modellerin su yönetimi karar vericileri tarafından yeterli kullanılmaması,</p> <p>*Su kaynakları yönetiminde kullanılan modellerin gerçeğe uygunluk testinin</p>	<p>*Kurumlarda Modelleme bilincinin oluşmaya başlaması,</p> <p>Dünya'da ölçüm ve arazi çalışmalarından elde edilen verilerin modeller yardımıyla üretilebilmesi,</p> <p>*Modellerin açık kaynak kodları ile tüm dünyaya açık olması,</p> <p>*Modelleme konusunda faaliyet gösteren bütün kurum ve kuruluşları bağlayıcı tek bir mevzuat çıkarılması,</p> <p>*Farklı disiplinlerden oluşan modelleme çalışma grupları oluşturularak ihtisaslaşmanın sağlanması</p> <p>*Dünya çapında kullanılan model sayısının artması ve bu modellere erişimin kolay olması</p> <p>*Açık kaynak kodlu modellerin yaygınlaşması böylece modellere ücretsiz</p>	<p>*İlgili kurum ve kuruluşların görev yetki ve sorumluluklarından feragat etmemeleri sonucu mevzuat oluşturulması sürecinin uzaması,</p> <p>*Modelleme çalışma grubunda yer alan farklı disiplinlerden personelin uyum içinde çalışmaması,</p> <p>*Mevcut çok sayıdaki modelin doğru kullanılmamasının gerçekçi su yönetimi politikaları oluşturulmasına engel olması</p> <p>* Aynı çalışma alanlarında farklı kurum ve kuruluşlar tarafından farklı amaçlar için farklı modeller kullanılması ve elde edilen sonuçların birbirleriyle karşılaştırılamaması ve entegre edilememesi,</p> <p>*Havza ölçeğinde yapılan çalışmalarda kullanılan modellerin sonuçlarının, karar vericilerle yeterli seviyede paylaşılmaması,</p>	<p>*Dünyada kullanılan modeller örnek alınarak çalışmalar yapılabilir,</p> <p>*Devamlı bütçeli model anlayış çabalarının sürdürülmesi,</p> <p>*Takip sonuçlarında sebatkar olunması,</p> <p>*Sektörel uyum,</p> <p>*Önce güvenilir veri elde edilmesi ve yeterli veri birikiminden sonra modellemeler yapılması,</p> <p>*Çalışılan konularda modellere yönelik detaylı verilerin toplanması, izleme çalışmalarının model kullanımına yönelik detaylı</p>

2) Modelleme ile ilgili tanımlar sözlüğü

Alt havza: Havzanın sularını denize boşaltan nehre bağlı yan kollar veya akarsuyu besleyen göller için su toplama alanını,

Akifer: Yer altı suyunu tutan ve ileten kayaç ortamı,**Atıksu Altyapı Tesisleri:** Evsel ve/veya endüstriyel atıksuların kanalizasyon sistemi ile toplanarak arıtıldığı veya bertarafının sağlandığı sistem ve tesislerin tamamını,

Benzeşim, Simulasyon: Doğal bir sürecin laboratuvar koşullarında ya da bilgisayar modeli kullanılarak hesaplanmasını veya sınanması.

Değişken: Sistemin ölçülebilen ve değişen zamanlarda ölçüldüğünde değişik değerler alan karakteristiği

Ekosistem: Bir alandaki canlı birliklerin ve cansız varlıkların hepsinin birden oluşturduğu sistemi,

Havza: Nehir havzalarında suyun ayırım çizgisinden denize aktığı noktaya, kapalı havzalarda ise suyun toplandığı nihai noktaya göre suyun toplanma alanını ve bir akarsu, göl, baraj rezervuarı veya yer altı suyu haznesi gibi bir su kaynağını besleyen yer altı ve yüzeysel suların toplandığı bölgenin tamamını,

Fiziksel Model: Gerçek bir sistemin laboratuvarda küçültülerek gene gerçek bir sistemle (örneğin lab ya da pilot ölçekli reaktör) benzeştirilmesidir.

Hidrolojik Model: Hidrolojik çevrim olayının bileşenleri arasındaki fiziksel etkileşimlerin belirlenmesine yönelik modelleri

Havza bazında su tahsisi: Bir veya birden çok havzadaki su kaynaklarının içme ve kullanma, tabii hayatı koruma, tarımsal sulama, enerji, sanayi, ticaret, turizm, taşıma, ulaşım, rekreasyon, projeye dayalı su ürünleri yetiştiriciliği ve avcılığı, su yapılarını koruma maksatlarına göre dağıtımını,

Hidrolojik Sistem: Bir girdi veya girdiler üzerine etki yapıp onları çıktılara dönüştüren bir dizi fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik süreçleri

Hidrolojik Modelleme yazılımı: Hidrolojik süreçleri uygun ölçekte temsil eden matematiksel simülasyon modelleri

Küresel ve Bölgesel İklim Modelleri: Yakın ve uzak geleceğe ait iklim değişikliği olasılıkları ortaya konmaya yarayan modelleme araçlarını,

Matematiksel Model: Herhangi bir madde taşınım sürecini temsil eden matematiksel denklemlerin tam (analitik model) veya yaklaşık (numerik model) çözümlerini veren, değişkenler ve parametreler arası ilişkileri tanımlayan, mantıksal cümleler ve bir dizi denklemler kullanarak sistemin davranışını veren modelleri

Model: Alıcı ortamın maruz kaldığı etkilere karşı; fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı itibari ile vereceği tepkilerin tespit edilmesini sağlayan ve geleceğe dönük planlamalarda farklı konulara ilişkin projeksiyonların yapılmasını sağlayan ve günümüzde özellikle bilgisayarlarla kullanılabilen araçlar

Modelleme: Model araçlarının kullanılarak yapılan çalışmalar

Modül: Biraraya gelerek modeli oluşturan ve ayrıca her biri bağımsız olarak çalışabilen model parçaları

Parametre: Hidrolojik sistemi karakterize eden ve zaman içinde değişim göstermeyen kemiyeti,

Referans Su Kütlesi: Yüzeysel sularda; baskıların olmadığı veya etkilerinin ekosistemin işleyişini etkilemediği, bozulmanın olmadığı ve doğala yakın özellikteki su kütlesini,

Su Kalite Hedefi: Bir su kütlesindeki sucul canlıların en yüksek mertebede korunması için kimyasal, fiziko-kimyasal, ekolojik, hidromorfolojik ve miktar açısından su kütlesinin ulaşabileceği en iyi su durumunu,

Su Kalitesi Modeli: İdare tarafından seçilecek olan Alıcı ortamın maruz kaldığı etkilere karşı; fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı itibari ile vereceği tepkilerin tespit edilmesini sağlayan araçlardır.

Su kaynağı: Yer altı sularını ve yüzeysel suları,

Su kütlesi: Bir akarsu, nehir veya kanal, göl veya rezervuar, geçiş suyu veya kıyı suyunun bir kısmı veya tamamı olan ve benzer özellikler gösteren yüzeysel suyun yönetilebilir bir birimini,

Su toplama havzası: proje kapsamında ele alınan havzada yağış sularının depolandığı, yüzeysel akışa geçen suların bir mecrada toplandığı (su toplama alanı) ve bu olayların etki alanı içerisinde kalan sahaların tamamı,

Yeraltısuyu Kalite Modelleri: Yeraltı suyu kimyasını fizikokimyasal (mineralizasyon, erime, karstlaşma vb.) olarak değerlendirebildiği gibi, taşınım ile birlikte kimyasal değişimini de ortaya koyan modellerini ifade etmektedir.

3) Su Yönetimi Genel Müdürlüğünde Kullanılan modellere ait açıklayıcı bilgiler:

Model, herhangi bir su kaynağı sisteminin nasıl işlediğini belirlemeye ve değişen doğal ya da yapay koşullara karşı göstereceği tepkiyi öngörmeye yarayan bir araçtır. Model ifadesi; geçmişte analog modellerin ve günümüzde fiziksel modellerin de bu amaçla hala kullanılıyor olmasına karşın, yaygın olarak matematiksel modelleri işaret etmektedir. Matematiksel model, doğal veya yapay bir su kaynağı sistemini temsil eden suyun miktarı (hacim veya akış), içerdiği madde miktarı (tek ya da birden fazla maddeye ait konsantrasyon ya da yük) ya da sahip olduğu enerjisi (sıcaklık, ısı) gibi bir ya da daha çok değişkenin, zaman ve konum içerisinde alacağı değerleri kütle, momentum ve enerjinin korunumu ilkeleri doğrultusunda ifade eden bir yapıdır. Modeller; duruma göre cebirsel ya da diferansiyel denklemler üzerine kurulu olabilirler. Bu denklemleri zaman ve konuma bağlı olarak tam çözebilen analitik ya da sayısal analiz tekniğine dayalı yaklaşık çözümler yapan sayısal model programları bulunmaktadır. Analitik ve sayısal çözümler tek bir değişken (örneğin akım) için yapılabildiği gibi eş-zamanlı ya da ardışık birden fazla değişken (akım, madde (kalite), enerji (sıcaklık)) için de yapılabilmektedir.

Her hidrolojik model, başlıca üç bileşenden oluşur:

- 1) Model alanının geometrisi ve yayılımı;
- 2) İlgili diferansiyel denklem(ler)i karakterize eden hidrolik, fiziksel, kimyasal ya da biyolojik parametreler;
- 3) Seçilen model alanının sınırları ile dış dünya arasında su, madde ve enerji alışverişini tanımlayan sınır koşulları.

Bir havzada, tüm hidrolojik süreçleri ayrıntılı ve kesin bir biçimde bilmek mümkün değildir. Su kaynakları sistemlerinin davranışlarının gözlenmesi, ancak ve ancak eldeki veri ölçeğinde ve kalitesinde tanımlanır. Ancak ne kadar ayrıntılı ve iyi veri setleri bulunursa bulunsun, bu veriler zamanda ve konumda boşluklarla dolu olacaktır. Örneğin aylık ve düzenli bir izleme verisi, iki izleme anı arasındaki günler hakkında bilgi vermeyecektir. Su kaynakları sistemlerinin tam analizi, ancak modelleme çalışmaları desteği ile mümkündür. Bu nedenle ilk adım olarak; eldeki veriler doğrultusunda ve havzalardaki bilinen/beklenen dinamik süreçler göz önünde bulundurularak, bu süreçlerin oluşumu ile ilgili varsayımları içeren kavramsal bir model oluşturulur. Uzman, mevcut veri ve gözlemler doğrultusunda, hidrolojik süreci (örneğin akış) kontrol eden etkenleri (örneğin yağış, bitki örtüsü, arazi kullanımı, ..) ve bu etkenleri temsil eden verileri belli kriterler (temsil kabiliyetleri, ölçek, zamansal ve mekansal kapsayıcılık, doğruluk, standartlara uygunluk) konusunda değerlendirerek kavramsal bir kurgu tanımlar.

Matematiksel model, bu kavramsal kurgunun kuramsal çatısıdır. Bir hidrolojik sistem için birden fazla kavramsal kurgu ve buna bağlı olarak birden fazla matematiksel model geliştirilebilir.

Kavramsal model ve bu modelin kuramsal çatısını temsil eden matematiksel model oluşturulduktan sonra bu modelin uygulanabileceği hesaplamalı prosedürün seçilmesi veya geliştirilmesi gerekmektedir. Hesaplamalı prosedür, günümüzde hemen hemen her durumda

“model kodu”¹ anlamına gelmektedir. Her bir havzada, hidrolojik süreçleri yansıtan verilerin ölçek, zamansal ve mekansal kapsayıcılık, standartlara uygun üretimi aynı olamayacağından, kavramsal kurgulama sırasında dikkate alınacak süreçler farklılık gösterecek, buna bağlı olarak bu kurguyu yansıtacak matematiksel model programları da farklı olacaktır. Bu nedenle kullanılacak model programı mekansal kurguya uygun olmalıdır.

Su kaynaklarının modellenmesinde, hidrolojik sistemi bir bütün (atmosfer-yüzey suları, doygun olmayan zon, yeraltısuyu sistemi) olarak ele alan yaklaşımlar bulunmakla birlikte, sistemler arası etkileşimi tanımlamaya yetecek sıklık ve ölçekte veri elde etmek mümkün olmadığı ve yapılacak modelleme çalışmasının amacı doğrultusunda alt sistemleri ayrı ayrı da modellemek mümkündür. Bu durumda, diğer sistemler ile etkileşim kararlı ya da kararsız sınır koşulu olarak tanımlanmaktadır.

Analitik modeller, ilgili diferansiyel denkleme çözüm üretebilmek amacıyla çok fazla kısıtlayıcı varsayıma sahip olup, basit sistem geometrisi ve sınır koşulları için kullanılabilirler ve her amaca uygun kullanımları mümkün değildir. Ancak kullanılabilirlikleri durumunda, örneğin doğrusal modellerin² süperpozisyon ilkesine göre sistemin iç dinamikleri ve farklı sınır koşullarının sistem üzerindeki etkileri ile ilgili kesin bilgi sunabilme avantajları vardır.

Sayısal çözümleme tekniğine dayalı modeller ise kararlı/kararsız (zamana bağlı ya da bağımsız), düzenli/düzensiz (konuma bağlı/bağımsız) sınır koşullarında, heterojen ve anizotrop ortamlarda, kısacası tüm sistemlerde çözüm üretebilmektedir.

Sayısal çözümleme tekniğine dayalı modeller bir su kaynakları sistemini alt sayısal model elemanlarına bölümlerle model elemanları arasındaki su/madde/enerji alışverişini korunum ilkeleri doğrultusunda tanımlar. Bu doğrultuda hidrolojik sistem alt havza ölçeğinde bölümlenebildiği gibi sonlu farklar ya da sonlu elemanlar çözümleme yaklaşımları ile bir ağ yapısı içinde de bölümlenebilmektedir. Sayısal çözümleme yaklaşımları, denklemleri yaklaşık olarak çözmekte ve çözümleme tekniğine bağlı hatalar getirmektedir.

Bu nedenle model programı seçiminde, süreci temsil eden diferansiyel denklem(ler)in ele alınış biçimi, sistemde var olan karmaşık sınır koşullarının temsil edilip edilemediği, amaca ve eldeki veriye uygun çözüm üretip üretmediği dikkate alınmalıdır. Örneğin tüm bir akarsu ağını modelleyen sayısal modellerde, her bir model elemanının sınır koşullarının tanımlanması gerekir. Özellikle, ülkemizin sahip olduğu morfolojik ve hidrojeolojik yapının karmaşıklığı nedeniyle, akarsulara akışı boyunca katılan kaynaklar ve yatak boyunca kayıpların (yamaç depolaması, kırık/çatlak/karst) bir sınır koşulu olarak tanımlanması gerekir.

¹ Türkiye’de çoğu uzman “model”, sözcüğünü “model kodu” anlamında kullanmaktadır. Aradaki farkı açıklamak için, örneğin tek boyutlu dinamik dalga modelini ele alalım. Dinamik dalga modeli, serbest yüzeyli ve tek boyutlu kanal akımını temsil eden bir model, bu modele göre tek boyutlu hidrodinamik denklemlerini çözen HEC-RAS yazılımının ilgili bileşeni ise bir model kodudur. (Bu örnekte verilen HEC-RAS, birden çok model kodu içeren bir yazılım paketidir. İçerdiği bileşenler: Tek boyutlu hidrodinamik model kodu, tek boyutlu kararlı durum hidrolik model kodu, iki boyutlu hidrodinamik model kodu, tek boyutlu akarsu su kalitesi modeli kodu ve tek boyutlu askıda katı madde taşınım modeli kodu)

² İlgilenilen durum değişkeninin iç ve dış zorlamalara doğrusal tepki verdiği varsayılan modeller. Örneğin birinci mertebe reaksiyon kinetiği ya da hidrolojide kullanılan doğrusal hazne modeli

Bu katkı ve kayıpların zamansal değişimine yönelik veriler çoğunlukla ölçülmemekle birlikte, model programı bu değişimleri tanımlayabilecek kavramsal araçlara sahip olması önemlidir.

Hidrolojik ve Hidrodinamik Modeller

Hidrolojik modeller; çoğunlukla yüzey akım süreçlerinin modellenmesinde kullanılmakta ve başlıca deterministik ve stokastik modeller olarak iki gruba ayrılmaktadır. Deterministik modeller ise; hidrolojik süreci ele alış biçimine bağlı olarak ampirik (kara kutu), tümsel (gri kutu) ve dağıtık parametrelili olarak sınıflandırılabilir. Ampirik modeller, birim hidrograf ve doğrusal rezervuar yaklaşımları üzerine kurulmuş olup sadece havza ölçeğinde, havzayı homojen bir bütün olarak ele alan ve doğal su bütçesi hesaplamalarında kullanılan modeller olup su tahsisi ve yönetimi konusunda kullanılamazlar. Tümsel modeller, ampirik modellere benzer bir biçimde havza içindeki değişkenlikleri göz ardı eden, buna karşılık havza içinde depolamalar ile ilgili alt sistemler (kanal akımı, yüzeyaltı akımı, doymun olmayan bölgede depolama, yeraltısuyu beslenimi) tanımlayabilen yarı-fiziksel bir yaklaşımla oluşturulmuş modellerdir. Bu modellerin de suyun havza içinde dağılımını göz ardı etmesi nedeniyle su yönetiminde pratik kullanımı mümkün değildir. Dağıtık parametrelili ve fiziksel tabanlı modeller ise havza içinde tüm depolamalar ve dinamik süreçleri gözetebilen modeller olup havza ölçekli su yönetimi için uygun olmakla birlikte, gerekli veri ve parametrelerin elde edilmesinde karşılaşılan güçlükler nedeniyle kullanımları kısıtlıdır. Ülkemizde, hidrolojik havzayı tüm süreçler ile (miktar, kalite, ekolojik rol) bir bütün olarak ele alan ve veri üreten bir kurumsal yapılanma olmadığı için bu modellerin gerektirdiği veriler, her havza için kavramsal olarak türetilmelidir. Bu konuda kullanılan istatistiksel, stokastik, jeostatistiksel yaklaşımlar bulunmaktadır.

Stokastik modeller ise çoğunlukla zaman serisi ve hareketli ortalama esaslı regresyon teknikleri esas alınarak geliştirilmiş olup, oldukça başarılı uygulamalara sahiptir.

Hidrolojik modeller, iklim değişikliği etkileri, kuraklık, taşkın, ekolojik durumun tespiti vb. amaçlarla kullanılabilir.

Türkiye'nin değişken coğrafyası ve çeşitliliği dikkate alındığında; hidrodinamik ve hidrolojik modeller için aşağıdaki yeteneklerin olması önemlidir:

- Su stoklarını temsi eden değişkenlerin (örneğin YAS seviyesi, baraj gölü derinliği) bir hidrolojik yıl içinde metrebe farkına varabilen değişkenliğini ve bu durumun etkilerini göz önünde bulundurabilmeli ve işleyebilmeli
- Su yapılarının hidrodinamik taşınım süreçlerine etkilerini parametrize edebilmeli
- Alternatif coğrafi veri kaynakları ile çalışabilmeli

Yeraltı Sularında Akım ve Kirlenici Taşınım Modelleri

Yeraltısuyu sistemini, hidrolojik sistemin bir parçası olarak modellemek mümkün olmakla birlikte, alt sistemler arası ilişkileri zaman ve konumun bir fonksiyonu olarak tanımlamak çoğunlukla mümkün olmadığından, yaygın bir biçimde ayrı olarak modellenmekte, alt sistemler ile etkileşim sınır koşulları olarak ifade edilmektedir. Yeraltısuyu akımı, kütle ve enerji transferi diferansiyel denklemlerini birlikte çözebilen model programları mevcut olup,

bu modellerin su ve kalite yönetimi amaçlı kullanımı konusunda oldukça başarılı uygulamalar bulunmaktadır.

Bu modellerin kullanımı için öncelikli ilk adım kavramsal model geliştirilmesidir. Bu konuda ortaya çıkan en önemli sorun ise su ile ilgili kurumlardaki bakış açısıdır. Kurumlar, özellikle yeraltısuyu kullanımı konusunda söz sahibi kurumlar, her türlü veriye sahip olduklarını düşünmektedirler. Yeraltıları konusunda, 1970’li yıllarda o günün koşullarında kısıtlı veri ile gerçekleştirilmiş çok önemli ancak ova ölçekli çalışmalar olup, havza hidrojeolojisi çalışması hiç denecek kadar azdır. Bu çalışmalar model amaçlı yürütülmemiş olup, çoğunlukla sadece veri ve testlerin olduğu kısımları rapor edebilmişlerdir. Bununla birlikte bir sistemin modelini yaparken sistem ve dış dünya arasındaki ilişkiyi tüm boyutlarıyla, konum ve zaman bağlı tanımlamak gerekir. Bu gereksinimi karşılayan altlık kurumsal hiçbir çalışma bulunmamaktadır. Diğer taraftan hidrolik karakterizasyon standartlara uygun bir biçimde yapılmamakta, hidrolik testler standartlara uygun kurgulanıp gerçekleştirilmemekte ve uygun analiz yöntemleri kullanılmamaktadır. Bu nedenle, yeraltısuyu modeli yapılacak sahalarda mutlaka, model gereklerini yerine getirecek çalışmalar yürütülmesi zorunludur.

Bir yeraltısuyu modeli yaparken, model alanının tamamının sınır koşulları gerçekçi bir biçimde tanımlanmalı, her yerde hidrolik parametreler belirlenmeli ve model kurgusunu denetleyecek mekansal ve zamansal sıklıkta yeraltısuyu seviye değişimleri gözlenmelidir. Yeraltısuyu kalite modelleri için ise ortamın ve akışkanın taşınım parametreleri (dispersivite bileşenleri), ortam-akışkan ve kirleticinin reaktif ilişkilerini yansıtan parametreler (retardasyon katsayısı, paylaşım ve bozunma katsayıları) her havzada, her akifer malzemesi ve her kirleticisi için deneysel olarak belirlenmelidir. Bunun için gerekli izleme deneyleri ve laboratuvar testleri uzun süreler aldığı için mutlaka çalışmanın başında başlatılmalıdır. Bu değerler, su-kaya ve kirleticinin ortak özelliği olduğu için literatür değerlerini kullanarak su ve kalite yönetimi/iyileştirilmesi amacıyla kullanılamazlar.

Su Kalitesi ve Su Ekosistemi Modelleme

Su Kalitesi ve Su Ekosistemi modelleme, üretilen su, kirleticisi dinamikleri ve ekolojik durumunu göstermek üzere oluşturulmaktadır. Bu model;

- Kirleticisi kaynaklarının kirlilik yük dinamiğini ve kirleticilerin taşınım ve reaksiyon süreçlerini gösterebilme,
- Su kalitesinin korunmasına ve iyileştirilmesine yönelik çeşitli senaryo analizlerini yapılabilme,
- Su kaynakları (göller, baraj gölleri ve akarsular) ve çevresinde, flora-fauna unsurlarının ve sucul türlere ait habitat tiplerinin hidrolik/hidrolojik/hidrodinamik açıdan değerlendirilmesi,
- Su kaynaklarının (göller, baraj gölleri ve akarsular), flora-fauna unsurlarının ve sucul türlere ait habitat tiplerinin hidrolik/hidrolojik/hidrodinamik bileşenler çerçevesinde bir model ile ifade edilmesi, model yardımı ile yersel ve zamansal değişimlerinin değerlendirilmesi,

- Ekolojik modellerin farklı havza ve su kütlesinde; özellikle su kalitesi ve miktar değişimleri, o su kütlesinde yaşamını sürdüren biyolojik bileşenler ile su kalitesi ilişkisi, biyolojik bileşenlerin özelliklerinin irdelenmesi konularını kapsaması
- Biyolojik bileşenlerin sürdürülebilirliği açısından ekolojik modellerin yersel ve zamansal temelli değişimlere ve baskılara karşı biyolojik bileşenlerin refleksini ve eşik değerlerini tahmin etme kapasitesi
- Ekolojik modellerin, doğrulama çalışmalarından sonra daha az zaman ve uzmanlık harcanarak hizmet verebilmesi
- Ötrefikasyon gibi tehditler konusunda geleceğe yönelik senaryolar üretilebilme özelliklerini içermektedir.

Türkiye'nin değişken coğrafyası ve çeşitliliği dikkate alındığında; su kalitesi ve su ekolojisi modelleri için aşağıdaki yeteneklerin olması önemlidir:

- Modellenen su ortamının hacimsel ve şekilsel değişiklikleri altında çalışabilmeli
- Zamana göre değişken topoloji ile çalışabilmeli
- Aynı coğrafi birim içinde birbirlerinden çok farklı ekolojik tepkileri dikkate alabilmeli

Model Kalibrasyonu, Hassasiyet Analizi ve Tahminlerin Kontrolü

Her sayısal model uygulaması, sistemin kavramsal modelinin bir yansıması olup, sayısal model ve kavramsal modelin gerçek durumu ne ölçüde yansıttığı mutlaka test edilmelidir. Verilerin model programına aktarılması ve sonuçların elde edilmesi yeterli değildir. Bu nedenle her modelleme çalışması, standartlara uygun bir biçimde denetlenmelidir. Bu amaçla, modelleme çalışmaları kurgulanırken, ihale edilirken ve değerlendirilirken mutlaka kalibrasyon kriterleri tanımlanmalıdır. Her model çalışmamda, parametre ve sınır koşullarına karşı bağımlılığı (hassasiyet) ortaya konmalı ve tahminlerin kontrolü için bir doğrulama veri seti ayrılmalıdır.

Model Açıklamaları:

AQUATOOL (Tahsis, Su Kalitesi ve Ekoloji Modeli): İspanya menşeli AQUATOOL modelleme aracı kapalı kaynak kodlu, kapalı mimariye sahip ayrıca ücretli bir modelleme aracıdır. Model kapalı kaynak kodlu olması hasebiyle yalnızca modelde türetilen veriler USBs'ye entegre edilebilir.

AQUATOX (Su Kalitesi ve Ekoloji Modeli): AQUATOX Modeli ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir model olup internet sitesinden indirilebilmektedir. Projenin “Nehir Hassas Alanlarında Su Kalitesi Durumu ve Hedeflerinin Belirlenmesine Yönelik Modelleme – Nif Çayı ve Mudurnu Çayı” çalışmalarında kullanılmıştır. Modeldeki girdi çıktı düzeni, USBs de dahil olmak üzere herhangi bir bilgi sistemine kolay entegrasyon sağlamamaktadır. Ancak model yazılımının açık kaynak kodlu olması gerektiğinde USBs'ye entegre edilebilmesini kolaylaştıran değişikliklerin yapılmasını mümkün kılmakla birlikte, oldukça ayrıntılı büyük ve karmaşık bir kod üzerine kurulu olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

WFD-Explorer (Su Kalitesi ve Ekoloji Modeli): WFD-Explorer kapalı kaynak kodlu bir modelleme aracıdır. DELTARES Enstitüsü ile yapılmış olan modelleme projesi hasebiyle lisansı Genel Müdürlüğümüze teslim edilmiştir. Model ve modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

WEAP (Su Tahsis Modeli): Kapalı kaynak kodlu bir modelleme aracı olup yüksek gelir düzeyinde olmayan ülkelerdeki tüm kullanımlar için ücretsiz olarak web sitesinden lisans temin edilebilmektedir. Model kapalı kaynak kodlu olmasına rağmen, açık mimarisi sayesinde (ActiveX otomasyonu tabanlı yönetim, uzaktan kontrol imkanları, betik tabanlı otomatik girdi okuma ve sonuç sorgulama, kolay okunan çıktı biçimlerine veri aktarma) USBS ile entegrasyonu sağlayan altyapının geliştirilmesi nispeten kolaydır.

WASP (Su Kalitesi Modeli): USEPA desteği ile geliştirilmekte olan WASP modelinin eski sürümleri açık kaynak kodludur. İnternette halen ücretsiz olarak bulunabilen tek sürüm ise sürüm 5.10 olarak bilinmektedir. Bu sürüm, 1993 yılında geliştirilmiştir ve kaynak kodunda metin arayüzü tabanlı standart olmayan FORTRAN komutları içerdiğinden derlenmeden önce temizlenmesi gerekmektedir. USEPA tarafından yayınlanmış olan son sürümü 7.52 olmakla birlikte, sürüm 8 de geliştirilmiş ve USEPA logosuna da taşınmaktadır ancak standart EPA kurumsal web sitesi yerine geliştiricilerin kişisel web sitelerinden indirilebilmektedir. Model yazılımının güncel sürümleri açık kaynak kodlu olmamasına rağmen, en azından yük, debi ve meteorolojik zamana serilerini USBS'den otomatik olarak alınabilmesini ve çıktıların csv (virgülle ayrılmış metin dosyası) olması nedeniyle model sonuçlarının USBS'ye aktarılabilmesini sağlayacak altyapının geliştirilmesi mümkündür.

SWAT (Hidrolojik, Su Kalitesi Modeli): SWAT açık kaynak kodlu olup internet üzerinden indirilebilen modelleme aracıdır. Model metin biçiminde girdi okuduğu ve metin biçiminde çıktı ürettiği için USBS'ye iki yönlü olarak entegre edilebilmesi mümkündür. Modelin açık kaynak kodlu olması, mevcut girdi çıktı düzeninin de güncellenerek USBS ile entegrasyonun kolaylaştırılabilmesini mümkün kılmaktadır.

CE-QUAL-W2 (Hidrodinamik ve Su Kalitesi Modeli): CE-QUAL-W2 açık kaynak kodlu olup internet üzerinden indirilebilen modelleme aracıdır. "Hazar Gölü'nde Su Kalitesi Durumu ve Hedeflerinin Belirlenmesine Yönelik Modelleme" çalışmasında kullanılmıştır. Model metin biçiminde girdi okuduğu ve metin biçiminde çıktı ürettiği için USBS'ye iki yönlü olarak entegre edilebilmesi mümkündür. Modelin açık kaynak kodlu olması, mevcut girdi çıktı düzeninin de güncellenerek USBS ile entegrasyonun kolaylaştırılabilmesini mümkün kılmaktadır.

SWAT (Hidrolojik, Su Kalitesi Modeli): SWAT açık kaynak kodlu olup internet üzerinden indirilebilen modelleme aracıdır. Model açık kaynak kodlu olması hasebiyle model ve modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

AQUATOX (Su Kalitesi ve Ekoloji Modeli): AQUATOX Modeli ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir model olup internet sitesinden indirilebilmektedir. Model açık kaynak kodlu olması hasebiyle model ve modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

STELLA (Su Kalitesi, Ekoloji Modeli): STELLA modeli kapalı kaynak kodlu ve ücretli bir program olup demo versiyonu internetten temin edilebilmektedir. Model kapalı kaynak kodlu olması hasebiyle yalnızca modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

WFLOW-HBV (Hidrolojik, Hidrodinamik Model): WFLOW-HBV Modeli bir boyut tam dağılımlı yağış-akış modelidir. Açık kaynak kodlu olup internet sitesinden indirilebilmektedir. Model açık kaynak kodlu olması hasebiyle model ve modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

SOBEK 1D2D (Hidrolojik, Hidrodinamik Model): SOBEK nehir kanallarının (1B olarak) ve taşkın alanlarının (2B olarak) modellenmesi için kullanılır. Model DELTARES enstitüsü tarafından geliştirilmiş olup kapalı kaynak kodlu ve ücretli bir taşkın modelleme aracıdır. Model kapalı kaynak kodlu olması hasebiyle yalnızca modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

MIKE FLOOD (Hidrolojik, Hidrodinamik Model): MIKE FLOOD, 1-Boyutlu ve 2-Boyutlu nehir taşkın modelini entegre çalışmaya olanak sağlamaktadır. Model DHI firması tarafından geliştirilmiş olup kapalı kaynak kodlu ve ücretli bir taşkın modelleme aracıdır. Model kapalı kaynak kodlu olması hasebiyle yalnızca modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

HYDROTAM-3D (Üç Boyutlu Hidrodinamik, Taşınım ve Su Kalitesi Modeli): HYDROTAM-3D, Gazi Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Lale BALAS öncülüğünde geliştirilen, 1990 yılından bugüne dek çok sayıda akademik çalışma ve projeler ile sürekli olarak doğrulanan ve Türkiye'de birçok kıyı alanına uyarlanan üç boyutlu ulusal bir sayısal modeldir. HYDROTAM-3D modeline, TÜBİTAK-7100233 numaralı, "HYDROTAM3D - Bulut Teknolojisi Mimarisinde, .Net Platformunda, Üç Boyutlu, GIS Entegre Hidrodinamik, Kirlilik ve Akıntı Modellemesi" başlıklı proje kapsamında, CBS ve bulut bilişim destekli kullanım özellikleri kazandırılmıştır. Model; ilişkisel veri tabanı, Coğrafi Bilgi Sistem entegrasyonu, üç boyutlu, görsel "Karar Destek" sistemi içermekte olup web arayüzü sayesinde yaygın bir kullanım imkanına sahiptir. HYDROTAM-3D yazılımı bulut bilişim mimarisini kullanmaktadır. Bulut Bilişim, bilgi teknolojisi (BT) kaynaklarına Internet üzerinden erişim ve paylaşım ortamının tesis edilmesi olarak özetlenebilir. Model kullanıcısının tek ihtiyacı internet erişimi ve internet tarayıcısıdır. Kullanıcı önyüzü sadece web tarayıcı üzerinde bulunan model yazılımının kullanıcı veri tanımlamaları CBS üzerinden yapılmakta ve CBS karar destek sistemi ile üç boyutlu analiz yapılabilmektedir. Model kıyı ve geçiş sularında rüzgâr, dalga ve akıntı iklimi, kirlilik taşınımı, sediman taşınımı gibi kıyısal taşınım olaylarını ve su kalitesi parametrelerini benzeştirmektedir. HYDROTAM-3D yazılımı kendi başına komple bir su kalitesi yönetim sistemi olmakla birlikte, TC.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, TUCBS veri standartlarına uygun, entegrasyon içerecek şekilde

yapılandırılmıştır. HYDROTAM-3D ER (Entity-Relationship) varlık-ilişki yapısı; TUCBS altyapısı üzerinden ilgili tüm kamu kurumlarının HYDROTAM-3D modelini kullanmasına izin vermektedir. TUCBS yapısında yer alan Base ve Fiziksel nokta bilgileri HYDROTAM-3D için veri tanımlama ve modelleme gereksinim tanımlama arayüzüdür. Bu yapı sayesinde, HYDROTAM-3D alt modüllerinde oluşturulan veri setleri (rüzgar, dalga, akıntı, su kalitesi parametreleri model girdileri ve çıktıları), USBS'ye kolaylıkla entegre edilebilir. HYDROTAM-3D modeli, “Samsun(K1y1) Körfezi ve İzmir İç Körfezi Su Kütlelerinin Modellemesi” çalışmasında kullanılmıştır.

SWMM (Hidrolojik, Hidrodinamik ve Su Kalitesi Modeli): SWMM modeli ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir model olup internetten temin edilebilmektedir. Projenin “Samsun(K1y1) Körfezi ve İzmir İç Körfezi Su Kütlelerinin Modellemesi” çalışmasında kullanılmıştır. Model açık kaynak kodlu olması hasebiyle model ve modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.

MODFLOW (Yeraltı Suyu Modeli): MODFLOW modeli ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir model olup internetten temin edilebilmektedir. Model metin biçiminde girdi okuduğu ve metin biçiminde çıktı ürettiği için USBS'ye iki yönlü olarak entegre edilebilmesi mümkündür. Modelin açık kaynak kodlu olması, mevcut girdi çıktı düzeninin de güncellenerek USBS ile entegrasyonun kolaylaştırılabilmesini mümkün kılmaktadır. Bunun haricinde, MODFLOW yazılımı için birçok açık kaynak kodlu ve uzaktan yönetilebilen model üretici de bulunmaktadır.

RIBASIM (Su Tahsis Modeli): RIBASIM modeli kapalı kaynak kodlu ve ücretli bir modelleme aracıdır. Model kapalı kaynak kodlu olması hasebiyle yalnızca modelde türetilen veriler USBS'ye entegre edilebilir.