

# TUCBS Veri standartları kullanılarak su kaynakları yönetimi değerlendirilmesi

**Bilge BİNGÜL<sup>1,\*</sup>, Elvan BENGİ<sup>1</sup>, Zeynep TUTKAL<sup>1</sup>, Alper ALTUNSOY<sup>1</sup>, Talha AKSOY<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir

<sup>2</sup>Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kırklareli

Geliş Tarihi (Received Date): 31.10.2022

Kabul Tarihi (Accepted Date): 25.07.2023

## Öz

*Su, canlılar için vazgeçilmez bir kaynaktır ve doğada sınırlı miktarda bulunmaktadır. Son yıllardaki hızlı nüfus artışına paralel olarak gelişen sanayi ve tarımsal faaliyetlerle birlikte su kaynaklarının aşırı kullanımı da artmıştır. Buna ek olarak, küresel iklim değişikliğinin, kuraklığın artmasına ve yüzey suları ile yeraltısularının beslenmesinde azalmaya yol açtığı gözlemlenmektedir. Tatlı suyun sınırlı olması, gerektiğinde yeterli miktarda tahsis edilememesi ya da taşkın ve sel gibi durumlarda fazla suyla karşılaşılması, su kaynaklarının doğru yönetiminin ne kadar önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bir ülkedeki su güvenliği, su kaynaklarının verimli kullanımı ve sürdürülebilirliğiyle doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada, su kaynakları yönetiminde önemli olan üç inceleme başlığı belirlenmiştir: yağış-akış ilişkisi analizleri, taşkın analizleri ve hidrojeolojik analizler. Araştırmanın amacı, bu analizlerde yaygın olarak kullanılan yöntemlerin belirlenmesi, temel coğrafi verilerin beklenen zamansal çözünürlüklerinin tespit edilmesi, ayrıca bu verilerin Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) veri standartlarına uygunluğunun araştırılmasıdır. Çalışma sonucunda, TUCBS veri standartlarının su kaynakları yönetiminde kullanılan birçok temel veri standardını karşıladığı, ancak zamansal çözünürlük bilgisinin standartlar içerisinde yer almadığı tespit edilmiştir. Bu çalışma, su kaynakları yönetiminde veri standartlarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için önemli bir adım atmayı hedefleyerek, sürdürülebilir su kaynakları yönetimi alanında önemli bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.*

**Anahtar kelimeler:** TUCBS, CBS, veri standartları, su kaynakları yönetimi, INSPIRE

\*Bilge BİNGÜL, bilgebingul@ogr.eskisehir.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1837-7506>

Elvan BENGİ, elvanbengi@ogr.eskisehir.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-2329-5492>

Zeynep TUTKAL, zeyneptutkal@ogr.eskisehir.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4652-5518>

Alper ALTUNSOY, alperaltunsoy@ogr.eskisehir.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-8955-1332>

Talha AKSOY, talha.aksoy@klu.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-8577-3990>

# Assessment of water resources management using TUCBS Data standards

## Abstract

*Water is an indispensable source for living beings and exists in limited quantities in nature. Alongside the rapid population growth in recent years, the excessive use of water resources has increased in parallel with the development of industrial and agricultural activities. Additionally, it is observed that global climate change leads to increased drought and a decrease in the replenishment of surface and groundwater resources. The limited availability of fresh water, the inability to allocate enough when needed, or encountering excessive water in flood and flood-like situations clearly highlight the importance of proper water resource management. Water security in a country is directly related to the efficient use and sustainability of water resources. In this study, three important research topics have been identified in water resource management: precipitation-runoff relationship analyses, flood analyses, and hydrogeological analyses. The aim of the research is to determine the commonly used methods in these analyses, identify the expected temporal resolutions of fundamental geographical data, and investigate the conformity of these data with the Türkiye National Geographical Information System (TUCBS) data standards. As a result of the study, it has been determined that the TUCBS data standards meet many fundamental data standards used in water resource management; however, it is noted that temporal resolution information is not included in the standards. This study aims to take an important step towards the development and widespread adoption of data standards in water resource management, thereby making a significant contribution to sustainable water resource management.*

**Keywords:** TUCBS, GIS, data standards, water resources management, INSPIRE

## 1. Giriş

Su, sürdürülebilir kalkınma için temel bir kaynak olarak kabul edilmektedir. Sanayileşme, iklim değişikliği ve nüfus artışı gibi faktörlerle birlikte, suya ve su güvenliğine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu bağlamda, yeni yeraltısuyu kaynaklarının keşfi kadar mevcut kaynakların sürdürülebilirliğinin de korunması büyük önem taşımaktadır. Tatlı suyun sınırlı olması, gerektiğinde yeterli miktarda tahsis edilememesi ya da taşkın ve sel gibi durumlarda fazla suyla karşılaşılması, su kaynaklarının doğru yönetiminin ne kadar önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Dünya genelindeki su kaynaklarının toplam miktarı yaklaşık olarak 1,4 milyar km<sup>3</sup> olarak tahmin edilmektedir. Küresel su kaynaklarının yalnızca %2,8'i tatlı su olarak mevcutken, yaklaşık olarak %97,2'si okyanus ve denizlerde bulunan tuzlu sudur [1]. Küresel ölçekte, yeraltısuları da dünya genelindeki su kaynaklarının yaklaşık olarak %0,6'sını oluşturmaktadır [2]. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü'nün (UNESCO) Hükümetlerarası Hidroloji Programı (IHP) tarafından 2014-2021 dönemi için belirlenen Stratejik Planında [3], su güvenliği kavramı tanımlanmaktadır. Bu kavram, bir toplumun insan ve ekosistem sağlığını sürdürmek için kaliteli ve yeterli suya havza düzeyinde erişiminin güvence altına alınması ve su azlığı, fazlalığı gibi tehlikelerle başa çıkabilme

yeteneğini ifade etmektedir. Bir ülkedeki su güvenliğinin sağlanması, temel olarak su kaynakları yönetiminin zamansal ve mekânsal olarak doğru yapılabilmesine bağlıdır.

Su kaynakları yönetiminin en önemli bileşeni, ekosisteme ait verilerin doğru yönetilmesidir. Avrupa Birliği, çevresel sorunların yönetilmesi ve çevresel politikaların geliştirilmesi amacıyla mekânsal verilerin etkin bir şekilde yönetilmesine ihtiyaç duymuştur. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak, Avrupa Birliği Mekânsal Veri Altyapısı (INSPIRE) projesi başlatılmıştır. INSPIRE, coğrafi veri altyapısının uyumlu bir şekilde kullanılmasını teşvik etmek amacıyla çeşitli standartlar ve yönergeler sunmaktadır. Projede, çeşitli sektörlerdeki coğrafi verilerin entegrasyonu ve paylaşımı sağlanarak, sürdürülebilir su yönetimi, arazi kullanım planlaması, doğal kaynak yönetimi, ulaşım ağları, nüfus gibi birçok alanda bilimsel temelli kararların alınmasına yardımcı olmaktadır. INSPIRE Direktifi [4], projenin yasal çerçevesini oluşturan ve 15 Mayıs 2007 tarihinde yürürlüğe giren bir düzenlemeyi içermektedir. INSPIRE, coğrafi verilerin kalitesini iyileştirmeyi, erişilebilirliğini artırmayı, yeniden kullanılabilirliğini sağlamayı ve mekânsal analiz ve karar alma süreçlerini desteklemeyi hedeflemektedir [5]. Bu sayede, farklı ülkeler ve bölgeler arasında veri uyumluluğu ve iş birliği kolaylaşmaktadır.

Türkiye’de benzer bir amaçla Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) oluşturulmuştur. TUCBS, Türkiye’deki coğrafi verilerin toplanması, yönetimi, paylaşımı, kullanımı ve standartlaştırılması için ulusal düzeyde bir altyapı sağlamaktadır. TUCBS’nin temel amacı, Türkiye’deki coğrafi veri sağlayıcıları arasında uyumlu bir veri paylaşımı ve erişimini desteklemektir. Bu doğrultuda, INSPIRE Direktifi’ne ve ulusal düzeydeki teknolojik gelişmelere uygun bir coğrafi bilgi sistemi altyapısının kurulması, coğrafi verilerin tüm kullanıcı kurumların ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde ulusal düzeyde üretimine, kalitesine ve paylaşımına yönelik standartlar ile ilgili politika ve stratejilerin belirlenmesi TUCBS’nin öncelikli hedeflerindedir [6].

TUCBS, ülkemiz açısından su kaynakları yönetiminde kullanılan veri standartlarının oluşturulması ve uygulanmasında kritik bir role sahiptir. Su kaynakları yönetimi, doğru, güvenilir ve karşılaştırılabilir verilere dayalı bilimsel temelli kararların alınmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, su kaynaklarıyla ilgili verilerin tutarlı bir şekilde toplanması, yönetilmesi ve paylaşılması, etkin bir su yönetimi için büyük önem taşımaktadır. TUCBS'nin belirlediği veri standartları, farklı kurumlar ve paydaşlar arasında veri uyumunu sağlayarak, su kaynakları yönetimi ve analizinde ortak bir dil oluşturmaktadır. Bu sayede, verilerin tutarlılığı ve uyumluluğu artacak, bilgi paylaşımı kolaylaşacak ve daha etkili kararlar alınabilecektir.

Hem INSPIRE hem de TUCBS teknolojik ilerlemeler ve coğrafi bilgi yönetimi alanındaki yeniliklerle paralel olarak sürekli olarak güncellenmekte ve iyileştirilmektedir. Daha etkin ve uyumlu bir coğrafi veri altyapısı sağlamak için teknolojik gelişmeler ve kullanıcı gereksinimlerindeki dönüşümler göz önünde bulundurularak veri standartlarında sürekli uyumlaştırma ve güncellemeler yapılmaktadır. Bu bağlamda, yapılan literatür araştırması sonucunda resmi olarak yapılan güncellemelere ek olarak, akademik araştırmacılar tarafından da geliştirme ve iyileştirme önerileri sunulduğu görülmektedir. Örneğin Ruiz-Alarcon-Quintero [7] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, INSPIRE’in *Ulaşım Ağları* veri teması içerisinde farklı kaynaklardan gelen verilerin depolanabilmesi için yeni bir veri seti önerisi sunulmuştur. Abramic vd. [8] ise deniz alanlarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak için mekânsal planlamanın önemini vurgulayarak INSPIRE çerçevesinde deniz alanlarındaki veri paylaşımı, koordinasyon ve entegrasyonun nasıl sağlanabileceği

üzerinde durmuştur. Günay, Akçay ve Altan [9] ise INSPIRE *Ulaşım Ağları* veri temasını inceleyerek coğrafi verilerin kullanılabilirliği ve erişilebilirliği bağlamında yeni öneriler getirmişlerdir. Fernández-Freire vd. [10] ise INSPIRE çerçevesinde kültürel miras verilerinin uyumluluğunu sağlamak için *Koruma Bölgeleri* veri teması içerisine bir uygulama şeması geliştirmişlerdir. Bu şema, farklı kültürel miras veri kaynaklarının uyumlu bir şekilde entegre edilmesine ve etkileşimli hale getirilmesine yardımcı olmayı hedeflemektedir.

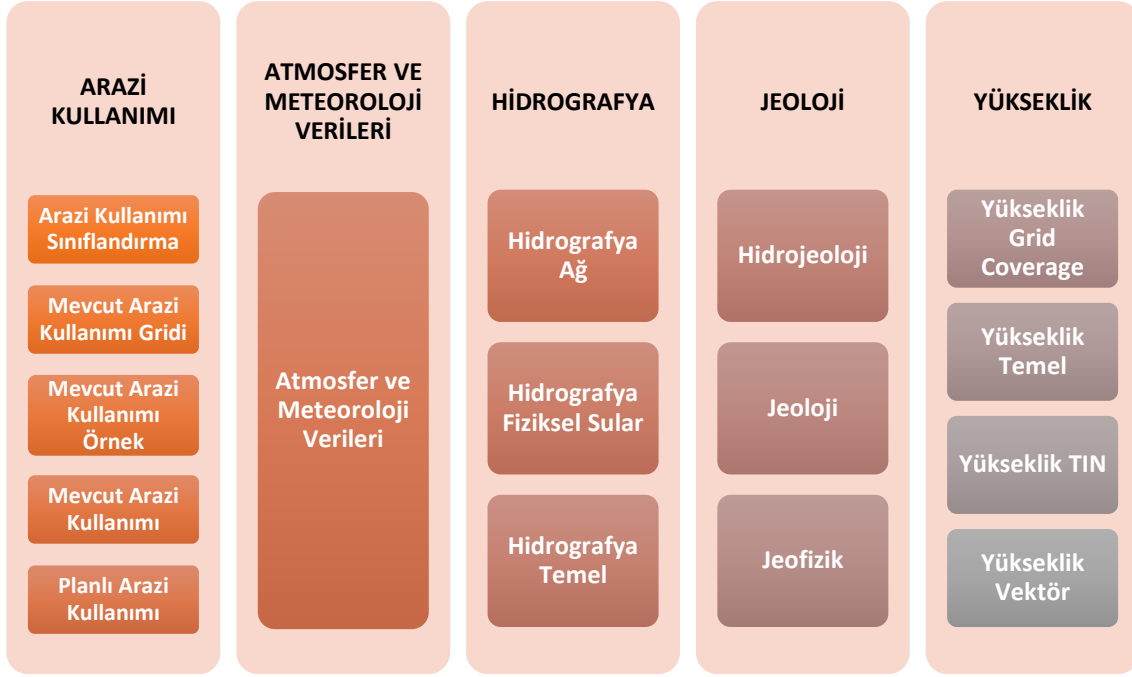
TUCBS'nin geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, Şehsuvaroğlu'nun [11] çalışmasında, INSPIRE metaveri modelinin temel bileşenleri, metaveri yönetim süreçleri ve konumsal web hizmetleriyle ilişkisi ele alınmıştır. Bu makale, konumsal verilerin paylaşımı ve etkileşimi için standartlar ve yönergeler sunarak TUCBS'nin geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Çoruhlu vd. [12], çalışmalarında TUCBS için vakıf taşınmazlarının arazi yönetimi temelindeki tüm iş ve işlemlerinin veri setleri aracılığıyla modellenmesini hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda, TUCBS için yeni bir coğrafi veri modeli geliştirilmiştir. Aydınoglu ve Bovkır [13] çalışmalarında, tapu ve kadastro veri yönetimi için genel kabul görmüş uluslararası standartlar ve standart veri modellerini incelemektedir. Makalede, geliştirilen genel veri modeli, bu modele dayalı olarak önerilen veri yapıları ve ilişkiler detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin tapu ve kadastro verilerinin standartlara uygun bir şekilde yönetilmesine yönelik bir çerçeve sunarak TUCBS'nin gelişimine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Literatürde, su kaynakları yönetimiyle ilgili olarak INSPIRE ya da TUCBS veri temaları veya veri standartlarına yönelik benzer çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu çalışma, söz konusu alanda literatürdeki boşluğu doldurarak, TUCBS veri standartlarının su kaynakları yönetimi alanında büyük bir ilerleme kaydetmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## 2. Çalışmanın amacı ve kapsamı

Çalışmada, su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir yönetimi için veri standartlarının iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda, su kaynakları yönetiminde özellikle önemli olan üç inceleme başlığı belirlenmiştir: yağış-akış ilişkisi analizleri, taşkın analizleri ve hidrojeolojik analizler. Bu incelemelerde yaygın olarak kullanılan yöntemlerin belirlenmesi ve bu yöntemlerde kullanılan temel coğrafi verilerin özellikleri ile TUCBS veri standartları arasındaki uyumun araştırılması amaçlanmaktadır. Böylelikle, su kaynakları yönetiminde kullanılan verilerin nitelikleri daha iyi anlaşılacak ve TUCBS veri standartlarının su kaynakları yönetimindeki kullanım potansiyeli değerlendirilmiş olacaktır.

TUCBS veri standartları belirleme çalışmaları kapsamında 32 coğrafi veri teması tanımlanmış [14] ve bu temalara ilişkin 89 şema geliştirilmiştir. [15]. Coğrafi veri temaları belirli bir konuya ilişkin olarak ulusal veya uluslararası standartlara uygun hazırlanan coğrafi veri topluluğunu ifade etmektedir [16]. Şema olarak da ifade edilen uygulama şemaları ise Birleşik Modelleme Dili (UML) notasyonu ile hazırlanan, verilerin içeriğinin ve anlamının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak coğrafi verilerin yayılmasını, paylaşılmasını ve kullanımını destekleyen yapı olarak tanımlanmaktadır [17]. Çalışma kapsamında, standartları incelenen 5 adet TUCBS coğrafi veri teması ve bu veri temalarına bağlı olan şemalar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Standartları incelenen TUCBS coğrafi veri temaları ve bu temalara bağlı olan şemalar.

Araştırma bulgularının anlaşılabilirliği için, TUCBS'deki veri yapılarının tanımlarının verilmesi gerekli görülmüştür. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından 2021 yılı Kasım ayında paylaşılan Coğrafi Veri Temalarına İlişkin Tanımlama Dokümanları ve Standartlar Eğitim Dokümanına [14] göre;

- Application Schema (Uygulama Şeması); detay katalogları ve detay kavramları içerir. Böylelikle, verilerin içeriğinin ve anlamının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak coğrafi verilerin yayılmasını, paylaşılmasını ve kullanımını destekler.
- Stereotype (Stereotip); UML profilinin parçası olarak tanımlanmış, detay tipi, veri tipi, kod listesi, değer listesi ve union sınıflarından herhangi birini ifade eder.
  - ❖ Feature Type (Detay Tipi); aynı öznitelik, geometri ve topolojik ilişkilere sahip coğrafi veriyi ifade eder. Uygulama şemaları içinde birden fazla detay tipi bulunabilmektedir.
  - ❖ Data Type (Veri Tipi): Detay tiplerinin içinde veya detay tiplerinden bağımsız olarak veri tipi tanımlaması gerçekleştirilebilmektedir.
  - ❖ Codelist (Kod Listesi): seçilebilir öznitelik değerleri listesidir. Kod listeleri genellikle öznitelik ismi ve bir koddan oluşur. Esnek bir öznitelik değer tanımlaması gerektiğinde kullanılır.
  - ❖ Enumeration (Değer Listesi); değer tiplerinin kesin olduğu ve değişikliğin olmayacağı durumlarda kullanılır. Değer listesinin kod listesinden farkı, değer tiplerinin kesin olması ve herhangi bir değişikliğin olmayacağı durumlarda kullanılmasıdır.
  - ❖ Union; öznitelik değerlerinin kod listesi, değer listesi ya da veri tiplerinden oluşabileceği, örnek durumda aynı anda bunlardan yalnızca birinin geçerli olduğu stereotiptir [14].

Çalışma kapsamında su kaynakları yönetiminde incelenen ilk konu yağış-akış ilişkisi analizleridir. Yüzeysel akış ve kaynaklarla beslenen akarsuların akım verileri akım gözlem istasyonlarından elde edilebilmektedir. Yağış-akış ilişkisi analizleri, verilen bir yağış yüksekliğine karşılık gelecek dolaysız akış yüksekliğinin tahmin edilmesi için büyük öneme sahiptir. Bu ilişkiler, akım gözlem istasyonları veya akım ölçümleri bulunmayan havzalarda akış yüksekliğini tahmin etmek için kullanılmaktadır [18]. Bu nedenle, yağış-akış ilişkisi bağıntılarının kurulması, su kaynakları yönetimi açısından önemli bir adımdır.

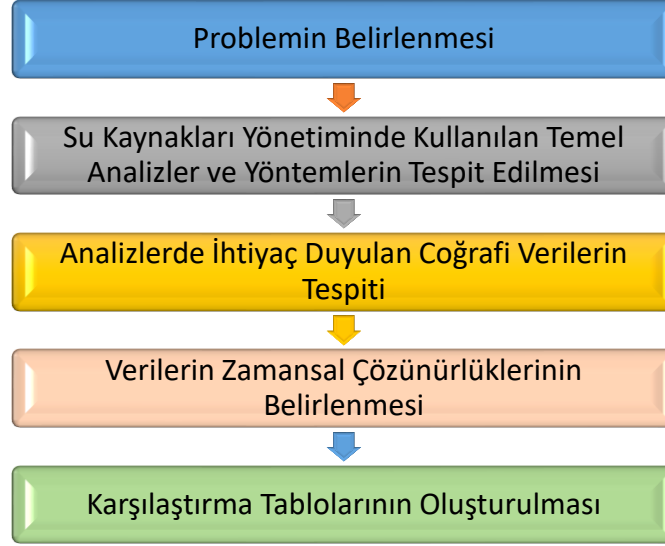
Su kaynakları yönetimi bağlamında ikinci konu taşkın analizleridir. Taşkın, doğal su kaynaklarının normalden daha yüksek seviyede, genellikle ani ve hızlı bir şekilde taşması durumunu ifade eder. Taşkınlar, yoğun yağışlar, kar erimesi, sel olayları veya barajlardan aşırı su tahliyesi gibi faktörlerden kaynaklanabilir. Akarsuların, nehirlerin veya dere yataklarının taşması sonucunda, suyun normal akış yollarının dışına çıkarak çevre bölgeleri etkilemesine yol açar. Taşkınlar, çevresel etkiler, altyapı hasarı, tarım alanlarında erozyon ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi sorunları beraberinde getirebilir. Bu nedenle, taşkınların etkilerinin azaltılması ve taşkın yönetimi, su kaynakları yönetimi açısından önemli bir konudur.

Üçüncü olarak, su kaynakları yönetimi açısından incelenen bir diğer önemli konu hidrojeolojik analizlerdir. Hidrojeoloji, suyun yer altındaki dolaşımını, yer altı su kaynaklarının kökenini, hareketini, karakterini ve yüzey sularıyla olan ilişkisini inceleyen bir bilim dalıdır. Bu alan, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için önemli bilgiler sağladığı gibi, hidroloji, jeoloji, jeofizik, hidrojeokimya ve hidrobiyoloji gibi diğer birçok bilim dalıyla yakın ilişkiler içerisindedir. Yeraltısuyu, önemli bir içme suyu kaynağı olduğu gibi tarım sulaması, sanayi faaliyetleri ve ekosistemlerin sürdürülmesi için de vazgeçilmezdir. Bu nedenle, hidrojeolojik analizler, su kaynakları yönetimi açısından büyük bir öneme sahiptir. Yer altı su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını sağlamak, su temini ve su kalitesi sorunlarını çözmek, iklim değişikliği ve insan faaliyetlerinin etkilerini değerlendirmek için bu analizlerin yapılması ve elde edilen bilgilerin doğru şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

### **3. Materyal ve çalışma yöntemi**

Araştırma süreci, Şekil 2'de yöntem akış şeması olarak sunulmuştur. Problemin belirlenmesinden sonra, su kaynakları yönetiminde kullanılan temel analizlerin belirlenmesi ve bu analizlerde kullanılan yöntemlerin listelenmesi yapılmıştır. Daha sonra, analizler için gereken coğrafi verilerin belirlenmesi adımına geçilmiştir.

Belirlenen coğrafi verilerin zamansal çözünürlükleri üzerinde bir inceleme yapılmıştır. Zamansal çözünürlük, analizlerde kullanılacak verilerin ne sıklıkla güncellenmesi gerektiğini ifade etmektedir. Son olarak, TUCBS veri standartlarıyla ilgili bir araştırma yapılmış ve bu amaçla karşılaştırma tabloları oluşturulmuştur. Bu tablolar, analizlerde kullanılan verilerin TUCBS standartlarıyla ne kadar uyumlu olduğunu değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır.



Şekil 2. Yöntem akış şeması



Şekil 3. Çalışma kapsamında incelenen temel analiz ve yöntemler

Bu araştırmada, yağış-akış ilişkisi analizleri, taşkın analizleri ve hidrojeolojik analizler üzerinde derinlemesine inceleme yapmak amacıyla literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Literatür taraması yöntemi, bu analizlerde kullanılan yaygın yöntemlerin belirlenmesi ve bu yöntemlerde kullanılan temel coğrafi verilerin tespiti için kullanılmıştır. Literatür taraması sonucunda, incelenen yağış-akış analizleri, taşkın analizleri ve hidrojeolojik analizler ile bu analizlerde kullanılan temel yöntemler belirlenmiştir. Şekil 3, bu analizler ve ilgili yöntemlerin görsel bir sunumunu içermektedir.

Araştırma kapsamında incelenen yöntemlerde kullanılan tüm verilerin TUCBS veri standartlarında bulunup bulunmadığı irdelenmemiştir, onun yerine sadece temel veri olarak kabul edilen diğer verilerden türetilmeyen ve dolayısıyla doğrudan temin edilmesi gereken veriler TUCBS standartları içerisinde aranmıştır. Örneğin, yağış, nem, sıcaklık, havza sınırı gibi veriler temel veriler arasında yer alırken, havza alanı, havza çevresi, ortalama havza yüksekliği, havza eğimi gibi veriler ise temel verilerden türetilen verilerdir ve bu veriler özel veri olarak kabul edilmiştir. Özel verilerin TUCBS'de yer almaları beklenmediğinden, bu verilerin veri standartları incelenmemiştir.

### **3.1. Yağış-akış ilişkisi analizleri**

Yağış-akış ilişkileri kapsamında incelenen ilk yöntem Amerika Birleşik Devletleri Toprak Koruma Servisi (SCS) [19] tarafından geliştirilen Eğri Numarası (CN) yöntemi olmuştur. Bu yöntem ampirik bir yöntem olup belirli bir alanda yağıştan kaynaklanan yaklaşık akış miktarını belirlemek için basit ve yaygın olarak kullanılmaktadır [20]. SCS-CN yönteminde akışın belirlenmesi için gerekli veriler; havza sınırı, yağış, hidrolojik toprak grupları ve arazi kullanımı verileridir.

Yağış-akış ilişkisinin hesaplanmasında incelenen ikinci yöntem Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemidir. Bu yöntem, yağış miktarı ve süreci ile su havzalarında veya akarsularda oluşan akış miktarı arasındaki ilişkiyi anlamayı gerektirir. YSA'lar, matematiksel olarak bu ilişkiyi modelleyerek gelecekteki akış miktarını tahmin etme yeteneğine sahiptir. Yağış-akış ilişkisinin YSA yöntemiyle modellenmesi için temel veriler olarak yağış verileri ve akış verileri kullanılır. Yağış verileri; yağış miktarını ve sürecini kaydeden istasyonlardan elde edilir ve modelin temel girdi verilerini oluşturur. Bu veriler belirli zaman serisi formatında olmalı ve belirli bir zaman aralığındaki yağış miktarını içermelidir. Akış verileri ise bir su havzasındaki veya akarsudaki akış miktarını ölçen istasyonlardan elde edilen verilerdir. Bu veriler, yağış-akış ilişkisini anlamak ve modellemek için hedef çıktı verileri olarak kullanılır. Akış verileri de zaman serisi formatında olmalı ve yağış verileriyle aynı zaman aralığında kaydedilmelidir. Ayrıca modelde yağış-akış ilişkisini etkileyebilecek diğer hidrolojik değişkenler de kullanılabilir [21]. Bu değişkenlere örnek olarak rüzgâr hızı, sıcaklık, bağıl nem, güneşlenme süresi ve atmosferik basınç gibi faktörler verilebilir. Her ne kadar YSA yöntemi için gereken temel veriler yağış ve akış verileri olsa da rüzgâr hızı, sıcaklık, bağıl nem, güneşlenme süresi, atmosferik basınç gibi verilerin modelleme doğruluğunu arttıracığı düşünülerek tamamlayıcı veriler olarak kabul edilebilirler.

Toplam buharlaşma hesaplaması, kurak ve yarı kurak bölgelerde su kaynakları yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu hesaplama işlemi, ya lizimetreler aracılığıyla doğrudan ölçümlerle gerçekleştirilir ya da bu ölçümlerin mümkün olmadığı durumlarda meteorolojik parametrelerden yararlanarak tahmini değerler elde edilir. Bu tahminler, deneye dayalı eşitlikler kullanılarak hesaplanır [22, 23]. Bu bağlamda Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından kabul edilen Penman-Monteith yöntemi en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Referans ürün için standart değerler Allen vd. [24] tarafından detaylandırılmıştır. Ayrıca, yağış-akış ilişkisinin hesaplanmasında da incelenen üçüncü yöntem olan Penman-Monteith yönteminin, lizimetrelerle ölçülen toplam buharlaşma değerlerine en yakın sonuçlar verdiği anlaşılmıştır [22, 23, 25]. Bu yöntem için gereken veriler arasında sıcaklık, bağıl nem, güneşlenme süresi ve ortalama rüzgâr hızı verileri yer almaktadır.

Ele alınan dördüncü yöntem, gelişen teknolojiyle birlikte giderek yaygınlaşan Amerika



Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı'na bağlı Hidroloji Mühendislik Merkezi (HEC) tarafından 1998 yılında geliştirilen [26] ve günümüze kadar güncellenerek gelen güvenilir bir hidrolojik modelleme (HMS) yöntemidir [27, 28]. HEC-HMS, yağış-akış ilişkilerini, su kaynaklarının yönetimini, hidrolojik süreçleri anlamak ve simüle etmek amacıyla kullanılmaktadır [29-33]. HEC-HMS yöntemi, farklı alt hesaplama yöntemlerini bir araya getiren bir model olduğu için kullanılacak veri seti ve parametreler, çalışmanın amacına, havza özelliklerine ve kullanılacak hesaplama yöntemlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

HEC-HMS yönteminde kullanılabilen veriler farklı başlıklar altında incelenebilir. Bu başlıklar şunlardır: yağış verileri, havza özellikleri, hidrolojik parametreler, su kaynakları verileri ve meteorolojik veriler. Yağış verileri, havza üzerinde gerçekleşen yağış miktarını temsil eder ve ideal olarak, havza içindeki farklı noktalardan veya ölçüm istasyonlarından elde edilmiş olmalıdır. Havza özellikleri ise havzanın fiziksel karakteristiklerini tanımlayan verilerdir. Örnek olarak havza alanı, havza çevresi, eğim ve ortalama havza yüksekliği gibi bilgiler bu kategoriye girer. Hidrolojik parametreler, yapılan analize bağlı olarak belirlenir ve sızma katsayısı, birikme süresi, akış katsayısı ve CN değeri gibi değerleri içerir. Su kaynakları verileri, havza içerisinde bulunan göller, rezervuarlar, sulama kaynakları gibi özelliklere ilişkin verileri içerir. Son olarak, iklim verileri sıcaklık, bağıl nem, güneşlenme süresi ve ortalama rüzgâr hızı gibi iklim parametrelerini içerir. Yağış-akış ilişkisinin incelenmesi için temel olarak yağış verilerinin bulunması gereklidir. Ancak, havzanın özellikleri (havza sınırları, havza alanı, çevresi, eğimi, ortalama yüksekliği vb.) ve varsa havzadaki dere sayısı ve dere sırası [34] gibi akarsu derecelendirmesinde kullanılan bilgilerin de modellenmenin doğruluğunu artırmak için önemli tamamlayıcı veriler olduğu düşünülmektedir .

Yağış-akış ilişkilerinde kullanılan yöntemlerin incelenmesi sonucunda, meteoroloji istasyonundan temin edilmesi gereken temel verilerin yağış, nem, rüzgâr hızı, güneşlenme süresi, atmosferik (barometrik) basınç olduğu tespit edilmiştir. Akım gözlem istasyonundan temin edilmesi gereken temel veriler ise akarsu debisi ve akış yüksekliğidir. Diğer temel veriler dere sayısı ve sırası, havza sınırları, hidrolojik toprak grupları ve arazi kullanımı verileridir.

### **3.2. Taşkın analizleri**

Taşkın analizleri kapsamında incelenen birinci yöntem SCS-CN yöntemidir. SCS-CN yöntemi, yağış-akış ilişkisi analizlerinde ve taşkın analizlerinde önemli bir rol oynar. Bu yöntem için gereken veriler yağış-akış analizleri başlığı altında incelenmiştir.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi, çok kriterli karar verme yöntemlerinin en yaygın kullanılanıdır. Taşkın analizleri kapsamında incelenen bu yöntem, alternatif ve kriter sayısının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutmayı ve mümkün olduğunca hızlı ve kolay bir sonuç elde etmeyi amaçlar. AHP, karar vericinin tüm alternatifleri tüm kriterler altında değerlendirerek, göreceli önemlerine göre ikili karşılaştırmalar yapmasına dayanır. Araştırmacıların önem verdikleri kriterlere göre kullandıkları parametreler değişkenlik gösterse de genel olarak bu yöntemde taşkın risk haritası elde etmek için kullanılan verilerin yağış, ortalama havza eğimi, arazi kullanımı, ortalama havza yüksekliği, havza sınırı, dere sayısı ve sırası, toprak geçirgenliği gibi hem morfolojik hem de iklimsel verilerden oluştuğu belirlenmiştir [35-37].

Taşkın analizleri kapsamında incelenen üçüncü ve son yöntem, HEC tarafından ilk olarak

1995 yılında geliştirilmiş [38] olan Nehir Analiz Sistemi (RAS) yöntemi ve yazılımıdır. Bu yazılım, taşkın modellemesi, akarsu taşmalarının değerlendirilmesi, taşkın zararlarının tahmin edilmesi ve akarsu koruma projelerinin tasarlanması için kullanılmaktadır. HEC-RAS, mühendislik, hidroloji, çevre ve su kaynakları yönetimi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan bir yazılım olup akarsu taşmalarının yayılımını, akış hızlarını, akış derinliklerini, hidrolik kesit özelliklerini ve akış rejimini analiz etmek için bir dizi hesaplama aracı sunmaktadır. Ayrıca, su seviyesi-eğri eşleştirme, köprü hidroliği analizi, su baskını haritalama ve akarsu morfolojisi analizi gibi ek fonksiyonları da bulunmaktadır. Bu yöntemde Sayısal Yükseklik Modeli haritası ve bu haritadan üretilen verilere ek olarak arazi kullanım bilgisi ve akarsu debisi verisine ihtiyaç duyulmaktadır.

Taşkın analizlerinde temel olarak kabul edilen ve meteoroloji istasyonundan temin edilmesi gereken veriler yağış ve nem verileridir. Akım gözlem istasyonundan temin edilmesi gereken diğer temel veriler ise akarsu debisi ve akış yüksekliğidir. Hidrolojik toprak grupları, havza sınırları, havza sayısal yükseklik modeli, jeolojik birimler, akış yönü ve suyun görünür, kaybolur olduğu ya da akışın değiştiği doğal noktalar olarak tanımlanan [39] doğal su noktaları gibi veriler de diğer temel veriler arasında yer almaktadır. Toprak geçirgenliği verisi araştırmacının çalışma ölçeğine bağlı olarak değişebileceğinden özel veri olarak değerlendirilmiştir.

### 3.3. Hidrojeolojik analizler

Hidrojeolojik analizler, kuyu hidroliği ve akifere ait temel özellikler olarak iki ayrı başlık altında incelenmiştir. Kuyu hidroliği başlığı altında, statik su seviyesi, izin verilen maksimum çekim, dinamik su seviyesi, kuyu debisi, düşüm, kuyu verimi, kuyu çeşidi, kuyu yarıçapı gibi veriler yer almaktadır. Akifere ait temel özellikler başlığı altında ise, hidroiletkenlik katsayısı, depolama katsayısı, akiferin doymun kalınlığı, akifer türleri gibi veriler listelenmiş ve bu verilerin tamamı temel veriler olarak kabul edilmiştir.

### 3.4. Zamansal çözünürlüklerin belirlenmesi

Verilerin uygun zamansal çözünürlükle elde edilmesi, su kaynaklarının doğru yönetimi ve karar alma süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Yağış-akış ilişkisini modellemek için kullanılacak verilerin minimum zamansal çözünürlüğü, projenin gereksinimlerine ve amaçlarına bağlıdır. Genel olarak, su kaynakları yönetimi için uygun olan zamansal çözünürlük, yağış ve akış verilerinin saatlik veya daha kısa periyotlarda elde edilmesini gerektirir. Ancak, veri toplama maliyetleri, ölçüm cihazlarının sınırlamaları ve bölgenin özellikleri gibi faktörler ile saatlik çözünürlüğün her zaman mümkün veya gerekli olmayan durumları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, bazı durumlarda, günlük veya daha düşük çözünürlükte yağış ve akış verileri kullanılarak genel bir değerlendirme yapılabilir. Bu sebeple yağış-akış ilişkileri için verilerden beklenen minimum zamansal çözünürlük “gün” olarak kabul edilmiştir.

Taşkın verilerinin yüksek doğrulukta analiz edilebilmesi için, verilerin uzun dönemli ve sık aralıklarla elde edilebilmesi gerekmektedir. Taşkınlar genellikle hızlı bir şekilde oluşan ve ani değişimler gösteren hidrolojik olaylardır. Özellikle yoğun yağışların olduğu saatlik veya daha kısa süreli periyotlarda taşkınlar meydana gelebilir. Bu nedenle, taşkın analizlerinde, taşkın olaylarının dinamiklerini daha iyi anlamak ve etkili bir şekilde modellemek için minimum saatlik çözünürlük gereklidir. Özel durumlar veya belirli araştırma ihtiyaçları doğrultusunda dakikalık veri çözünürlüğü gerekebilir, ancak genel durumlar için verilerin “saat” çözünürlüğünde olması uygun olarak kabul edilmiştir.

Hidrojeolojik analizlerde minimum zamansal çözünürlüğün “ay” olması gerektiği kabul edilmiştir. Bu, su kaynağının genel dinamiklerini anlamak ve yönetmek için yeterli bir süre aralığı sağlar. Aylık veri toplama, su seviyeleri, debi, basınç ve diğer hidrolojik değişkenlerin aylar içerisinde değişimlerini takip etmek için uygun bir ölçüdür. Aylık zamansal çözünürlük, su kaynağının daha yavaş değiştiği veya mevsimsel varyasyonlar gösteren sistemlerde kullanışlıdır. Örneğin, yer altı su kaynaklarının genellikle yavaş değişen karakteristiklere sahip olduğu düşünülmektedir. Bu durumda, aylık veriler, hidrojeolojik değişkenlerin mevsimsel eğilimlerini ve uzun vadeli trendlerini anlamak için yeterli olabilir. Ancak, hidrojeolojik analizlerde minimum zamansal çözünürlük seçimi, çalışmanın amacı, su kaynağının özellikleri ve yönetim ihtiyaçları gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Daha hızlı değişen sistemler veya daha detaylı analizler için daha kısa zamansal çözünürlükler gerekebilir. Bu nedenle, araştırmacılar ve uzmanlar, çalışma gereksinimlerini dikkate alarak kendileri için en uygun zamansal çözünürlüğü belirlemelidir.

#### 4. Araştırma bulgu ve sonuçları

Bu bölümde, literatür taraması yöntemiyle belirlenen temel verilerin TUCBS veri standartları içerisindeki bulunma durumlarının incelemesi yapılmıştır. TUCBS’de standardı belirlenmiş olan verilerin veri temaları, şemaları ve stereotipleri açıklanmıştır. Hem yağış-akış ilişkisi analizlerinde hem de taşkın analizlerinde ortak olan veriler tekrarlanmamak adına, bu ortak veriler sadece yağış-akış analizi başlığında ele alınmıştır.

##### 4.1. Yağış-akış ilişkisi analizleri

Yağış-akış ilişkisi analizlerinde kullanılan yöntemler detaylı bir şekilde incelenmiş, temel veriler belirlenmiş ve bu veriler Tablo 1’de sunulmuştur. Tabloya göre, TUCBS veri standartları içerisinde akım gözlem istasyonlarından temin edilmesi gereken akarsu debisi ve akış yüksekliği verilerinin yer almadığı tespit edilmiştir.

Diğer yandan, meteoroloji istasyonundan temin edilmesi gereken temel veriler arasında yağış, nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık verileri yer almaktadır. Bu veriler standartlarda, *Atmosfer ve Meteoroloji Verileri* veri temasında *GozlemIstasyonOlcumDegerleri* (codelist) içinde *ToplamYagis*, *Nem*, *MaksimumRuzgarHizi*, *OrtalamaRuzgarHizi* ve *Sicaklik* öznitelikleri olarak verilmektedir. Ancak bu verilerin zamansal çözünürlükleri hakkında herhangi bir bilgi yer almamaktadır. Bu durum veri standartlarının saatlik, günlük ya da diğer zaman aralıklarındaki çözünürlüğünü belirleyecek ayrıntıları içermediğini göstermektedir.

Ayrıca, meteoroloji istasyonundan temin edilmesi gereken güneşlenme süresi, atmosferik basınç, global radyasyon gibi diğer temel verilerin TUCBS veri standartları içerisinde yer almadığı görülmektedir. Havzanın dere sayısı ve sırası ile havza sınırları verisi, standartlarda *Hidrografya* veri temasında *HidroHiyerarsiDuzeni* (data type) ve *DrenajHavzasi* (feature type) olarak verilmiştir. Arazi kullanımı verisi, standartlarda *Arazi Kullanımı* veri temasında *AraziKullanimiDegeri1000* (codelist) ve *AraziKullanimiDegeri5000* (codelist) olarak yer almaktadır. Ancak taşkın analizlerinde de kullanılan önemli bir veri olan hidrolojik toprak grupları verisinin standardı, TUCBS veri standartları kapsamında tanımlanmamıştır.

Tablo 1. Yağış – akış ilişkileri analizlerindeki temel verilerin TUCBS veri standartları kapsamında incelenmesi.

VERİLER		TUCBS			
		DURUM	TEMA	ŞEMA	STEREOTİP
Meteoroloji İstasyonu	Yağış	VAR	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	GozlemIstasyonOlcumDegerleri (codelist) içinde ToplamYagis
	Nem	VAR	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	GozlemIstasyonOlcumDegerleri (codelist) içinde Nem
	Rüzgâr hızı	VAR	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	GozlemIstasyonOlcumDegerleri (codelist) içinde MaksimumRuzgarHizi ve OrtalamaRuzgarHizi
	Sıcaklık	VAR	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	GozlemIstasyonOlcumDegerleri (codelist) içinde Sıcaklik
	Güneşlenme Süresi	-			
	Atmosferik Basınç	-			
	Global Radyasyon	-			
Akım Gözlem İstasyonu	Akarsu Debisi	-			
	Akış Yüksekliği	-			
Dere Sayısı ve Sırası		VAR	Hidrografya	Hidrografya Fiziksel Sular	HidroHiyerarsiDuzeni (data type)
Havza Sınırları		VAR	Hidrografya	Hidrografya Fiziksel Sular	DrenajHavzasi (feature type)
Arazi Kullanımı		VAR	Arazi Kullanımı	Arazi Kullanımı Sınıflandırma	AraziKullanimiDegeri1000 (codelist) AraziKullanimiDegeri5000 (codelist)
Hidrolojik Toprak Grupları		-			

#### 4.2. Taşkın analizleri

Bu bölümde taşkın analizlerinde kullanılan verilere ilişkin bilgilere yer verilmektedir. Tablo 2’de taşkın analizlerinde kullanılan temel veriler sunulmaktadır. Akım gözlem istasyonundan temin edilmesi gereken akarsu debisi ve akış yüksekliği verilerinin, TUCBS veri standartları içerisinde bulunmadığı gözlemlenmektedir. Öte yandan, diğer temel verilere bakıldığında; havzanın sayısal yükseklik modelinin *Yükseklik* veri temasında *YuzeyTipDegeri* (enumeration) içinde *sayisalYuzeyModeli* olarak, jeolojik birimler *Jeoloji* veri temasında *JeolojikBirim* (feature type) olarak, akarsu akış yönü ile doğal su noktalarının *Hidrografya* veri temasında *HatYonu* (data type) ve *DogalSuNoktalari* (feature type) olarak TUCBS veri standartları arasında yer aldığı görülmektedir.

Tablo 2. Taşkın analizlerindeki temel verilerin TUCBS veri standartları kapsamında incelenmesi.

VERİLER		TUCBS			
		DURUM	TEMA	ŞEMA	STEREOTİP
Meteoroloji İstasyonu	Yağış	VAR	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	GozlemIstasyonOlcumDegerleri (codelist) içinde ToplamYagis
	Nem	VAR	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	Atmosfer ve Meteoroloji Verileri	GozlemIstasyonOlcumDegerleri (codelist) içinde Nem
Akım Gözlem İstasyonu	Akarsu Debisi	-			
	Akış Yüksekliği	-			
Havza Sınırları		VAR	Hidrografya	Hidrografya Fiziksel Sular	DrenajHavzasi (feature type)
Havzanın Sayısal Yükseklik Modeli		VAR	Yükseklik	Yükseklik Grid Coverage	YuzeyTipDegeri (enumeration) içinde sayısalYuzeyModeli
Jeolojik Birimler		VAR	Jeoloji	Jeoloji	JeolojikBirim (feature type)
Akış Yönü		VAR	Hidrografya	Hidrografya Ağ	HatYonu (data type)
Akış Noktası		VAR	Hidrografya	Hidrografya Fiziksel Sular	DogalSuNoktalari (feature type)
Arazi Kullanımı		VAR	Arazi Kullanımı	Arazi Kullanımı Sınıflandırma	AraziKullanimiDegeri1000 (codelist) AraziKullanimiDegeri5000 (codelist)
Hidrolojik Toprak Grupları		-			

### 4.3. Hidrojeolojik analizler

Hidrojeolojik analizlerin incelenmesi, kuyu hidroliği ve akifer özellikleri çerçevesinde yapılmıştır. Buna göre Tablo 3'te de görülebileceği gibi, temel veriler içerisinde kabul edilen hidrojeolojik kuyu türü; diğer mühendislik dallarında açılan sondaj kuyularından ayrılarak, TUCBS veri standartları içinde *Jeoloji* veri temasında *HidrojeolojiSondajKuyusuAmacDegeri* (codelist) olarak tanımlanmıştır. TUCBS veri standartlarına göre, hidrojeoloji sondaj kuyusu amaç değerleri arasında acil su temini, araştırma, çevresel izleme, diğer, drenaj, endüstriyel su temini, içme suyu temini, sulama suyu temini, suni besleme, su seviyesi düşürme, yeraltısu kalite izleme ve yeraltısu seviyesi izleme türleri yer almaktadır [40].

Hidrojeolojik amaçlı açılmış bir yeraltısu kuyusuna ilişkin en önemli bilgiler arasında, kuyunun statik seviyesi, kuyudan yasal olarak izin verilen maksimum çekim, kuyu debisi, dinamik seviye, düşüm ve özgül debi bulunmaktadır. Ancak, bu verilerin TUCBS içerisinde standartlaştırılmış bir formatta yer almadığı gözlenmektedir. TUCBS standartlarına göre yeraltısu kuyusu geometrik olarak tanımlanabilmektedir, ancak kuyu log ve kütüklerinde önem taşıyan bu veriler, yeraltısu kuyusunun öznitelikleri olarak yer almamaktadır. TUCBS veri standartları incelendiğinde yeraltısu seviyesi, *Jeoloji* veri temasında *YeraltısuSeviyesi* (data type) içinde *YeraltısuYuzeyi* (union) olarak, kuyu debisi ( $m^3/gün$ ) ise aynı veri temasında *SondajKuyusu*'nun (feature type) *debi* özneliği olarak bulunmaktadır.

TUCBS veri standartları akifer özellikleri açısından incelendiğinde, *Jeoloji* veri teması içinde akifer, akıtar, akıfuj, akıklud ve akifer sistemleri gibi hidrojeolojik birimler için detay tiplerinin tanımlandığı görülmektedir. Akifer çeşitlerinin basınçlı negatif, basınçlı pozitif, serbest, tünük, yarı basınçlı gibi tanımlanabilmesi için *AkiferTipDegeri* (codelist) adında bir kod listesinin mevcut olduğu görülmektedir [40].

Tablo 3. Hidrojeolojik analizlerdeki temel verilerin TUCBS veri standartları kapsamında incelenmesi.

VERİLER	TUCBS			
	DURUM	TEMA	ŞEMA	STEREOTİP
Kuyu Türü	VAR	Jeoloji	Jeoloji	SondajKuyusuAmacDegeri (codelist) içinde HidrojeolojiSondajKuyusuAmacDegeri (codelist)
YAS Kuyusu	VAR	Jeoloji	Hidrojeoloji	YASKuyusu (feature type)
Statik Seviye	VAR	Jeoloji	Hidrojeoloji	YeraltisuSeviyesi (data type) içinde YeraltisuyuYuzeyi (union)
Kuyu Debisi (m <sup>3</sup> /gün)	VAR	Jeoloji	Jeoloji	SondajKuyusu (feature type)'ın özneliği debi
İzin Verilen Maks. Çekim	-			
Dinamik Seviye	-			
Düşüm	-			
Kuyu Verimi	-			
Özgül Debi	-			
Hidrojeolojik Birimler	VAR	Jeoloji	Hidrojeoloji	Akifer (feature type), AkiferSistemi (feature type), Akifuj (feature type), Akıklud (feature type), Akıtar (feature type)
Akifer Çeşitleri	VAR	Jeoloji	Hidrojeoloji	AkiferTipDegeri (codelist)
Akiferin Doygun Kalınlığı	VAR	Jeoloji	Hidrojeoloji	YeraltisuyuKutlesi (feature type)'ın özneliği doygunKalinlik
Depolama Katsayısı	VAR	Jeoloji	Hidrojeoloji	Akifer (feature type)'ın özneliği depolamaKatsayisi ve Akıtar (feature type)'ın özneliği yaklasikDepolamaKatsayisi
Hidrolik İletkenlik	VAR	Jeoloji	Hidrojeoloji	Akifer (feature type)'ın özneliği gecirimlilikKatsayisi ve Akıtar (feature type)'ın özneliği yaklasikGecirimlilikKatsayisi

## 5. Tartışma ve öneriler

Bu çalışmada, su kaynakları yönetimi için genel kabul gören yöntemler ve bu yöntemlerin uygulanması için gereken veriler incelenmiştir. Sonrasında, bu veriler içerisinde temel olarak değerlendirilen veriler ayrı bir şekilde listelenmiştir. Özel veriler, çalışmanın kapsamına, istenen detaylara ve mekânsal/zamansal çözünürlüğe bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle, bu özel verilerin TUCBS veri standartları içerisinde yer alması beklenmemiş ve sadece temel olarak kabul edilen veriler üzerinde araştırmalar yapılmıştır.

Yağış-akış ilişkisi ve taşkın analizlerinde kullanılan güneşlenme süresi, atmosferik basınç ve global radyasyon gibi temel meteorolojik veriler, TUCBS veri standartları içinde bulunmamaktadır. Yağış, nem, rüzgâr hızı ve sıcaklık verileri için standartlar tanımlanmıştır, ancak zamansal çözünürlük bilgisi bulunmamaktadır. Akım gözlem istasyonu verileri olan akarsu debisi ve akış yüksekliği verileri için de veri standartları bulunmamaktadır. Hidrolojik toprak grupları da yağış-akış ilişkisi ve taşkın analizlerinde kullanılan önemli verilerdir. Toprakların geçirgenliklerine göre A, B, C, D şeklinde sınıflandırılması ile hidrolik toprak grupları oluşmaktadır. Toprak grupları TUCBS veri standartları içerisinde *Toprak* veri teması altında yer almasına rağmen, hidrolik açıdan anlam taşımamaktadır.

Hidrojeolojik analizler açısından TUCBS veri standartlarına bakıldığında, hidrojeolojik amaçlarla açılan bir yeraltısuyu kuyusuna ait en önemli bilgiler arasında kuyunun statik seviyesi, izin verilen maksimum çekim, debi, dinamik seviye, düşüm ve özgül debi yer almaktadır. Ancak bu verilerin TUCBS veri standartları içinde yer almadığı görülmüştür. TUCBS’de statik seviye için *YeraltisuSeviyesi* (data type) içinde *YeraltisuyuYuzeyi* (union) tanımlanmaktadır. Gerçek hayatta yeraltısuyu seviyesi noktasal ölçümlere dayanmaktadır. Yeraltısuyu yüzeyinin TUCBS’de “union” olarak tanımlanması, yeraltısuyu seviyesinin noktasal olarak da toplanabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, statik seviye özniteliğinin yeraltısuyu kuyusu içerisinde olmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Hidroiletkenlik katsayısı ve depolama katsayısı, akifer veya akıttard içinde tanımlanabilecek alansal verilerdir. TUCBS standartlarına göre, bu katsayı değerleri *Akifer* (feature type) ve *Akittard* (feature type) içinde öznitelik olarak tanımlanmaktadır. Ancak akifer veya akıttardlar içinde birden çok jeolojik birim bulunabileceğinden, birden fazla hidroiletkenlik veya depolama katsayısı değeri tanımlanması gerekmektedir. Aynı zamanda bu katsayılar alanı temsil eden niceliksel değerler olsa da yeraltısuyu seviyesi ölçümlerinde olduğu gibi arazide açılan deney kuyuları aracılığıyla noktasal olarak ölçülmektedirler. Her iki durumu da dikkate alarak, hidroiletkenlik katsayısı ve depolama katsayısı için noktasal geometrinin kullanılabilmesi yeni bir detay tipinin oluşturulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Doygun kalınlık, akifere ait bir özelliktir ve TUCBS veri standartlarında *YeraltisuyuKutlesi* (feature type) içinde öznitelik olarak verilmiştir. Akiferin doymun kalınlığı da noktasal olarak ölçülebilen bir veri olduğu ve bir akifer içinde birden fazla doymun kalınlık verisi olabileceği düşünüldüğünde, bu veri için de noktasal geometrinin kullanılabilmesi yeni bir detay tipi oluşturulmasının yararlı olacağı söylenebilir.

TUCBS’nin su kaynakları yönetimindeki önemi ve etkinliği, yapılan araştırmalar ve değerlendirmeler sonucunda açıkça ortaya konmuştur. TUCBS'nin sağladığı standartlar, su kaynaklarının izlenmesi, analizi ve planlaması gibi kritik süreçlerde birlikte çalışabilirlik ve veri bütünlüğünü sağlayarak etkin karar almayı desteklemektedir. Bununla birlikte, veri standardı belirleme çalışmalarının sürekli gelişen bir süreç olduğu düşünüldüğünde TUCBS veri tanımlama dokümanlarının güncellenerek su kaynakları yönetiminde kullanılan tüm temel verileri ve zamansal çözünürlükleri içerecek şekilde yeni versiyonlarının yayınlanması önemlidir. Bu güncellemeler, su kaynakları yönetimindeki gelişmelere ve ihtiyaçlara uyum sağlayarak veri paylaşımı ve işbirliğini daha da güçlendirecektir.

**Kaynaklar**

- [1] Raghunath, H.M., **Hydrology: Principles, Analysis, Design, 3**, New Age International Publishers, New Delhi, (2006).
- [2] Monroe, J. S. ve Wicander, R., **Fiziksel Jeoloji Yeryuvarı'nın Araştırılması**, (Çevirenler: K. Dirik ve M. Şener, 5. Baskı), TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, (2007).
- [3] Donoso, M., Oki, T., Vairavamoorthy, K., Tindimugaya, C., Zubari, W. K., Browning, A. ve Zalewski, M., International Hydrological Programme (IHP) eighth phase: Water security: responses to local, regional and global challenges, Strategic plan IHP-VIII (2014-2021), UNESCO, (2012).
- [4] European Union, Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Official Journal of the European Communities, L108, (2007).
- [5] <https://inspire.ec.europa.eu/about-inspire/563>, (16.11.2021).
- [6] <https://yte.bilgem.tubitak.gov.tr/tr/haber/tucbs-calisma-gruplari-toplantilari-baslamistir>, (16.11.2021).
- [7] Ruiz-Alarcon-Quintero, C., Harmonization of Transport Data Sources According to INSPIRE Data Specification on Transport Networks, **Transportation Research Procedia**, **18**, 320-327, (2016).
- [8] Abramic, A., Bigagli, E., Barale, V., Assouline, M., Lorenzo-Alonso, A., ve Norton, C., Maritime spatial planning supported by infrastructure for spatial information in Europe (INSPIRE), **Ocean & Coastal Management**, **152**, 23-36, (2018).
- [9] Gunay, A., Akcay, O., ve Altan, M.O., Building a semantic based public transportation geoportal compliant with the INSPIRE transport network data theme, **Earth Science Informatics**, **7**, 1, 25-37, (2014).
- [10] Fernández-Freire, C., del-Bosque-González, I., Vicent-García, J.M., Pérez-Asensio, E., Fraguas-Bravo, A., Uriarte-González, A., Fábrega-Álvarez, P., ve Parcero-Oubiña, C., A Cultural Heritage Application Schema: Achieving Interoperability of Cultural Heritage Data in INSPIRE, **International Journal of Spatial Data Infrastructures Research**, **8**, 74-97, (2013).
- [11] Şehsuvaroğlu, M.S., Konumsal Web Servisleri İçin INSPIRE Metaveri Modelinin İrdelenmesi: TUCBS İçin Öneriler, **Harita Dergisi**, **151**, (2014).
- [12] Çoruhlu, Y.E., İnan, H.İ., Yılmaz, H., ve Demir, O., Geographic Data Model of Foundation Immovable, **Sigma Journal Engineering and Natural Sciences**, **33**, 4, 539-559, (2015).
- [13] Aydinoglu, A.C. ve Bovkir, R., Generic land registry and cadastre data model supporting interoperability based on international standards for Turkey, **Land Use Policy**, **68**, 59-71, (2017).
- [14] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, **Coğrafi Veri Temalarına İlişkin Tanımlama Dokümanları ve Standartlar Eğitim Dokümanı**, Ankara, (2021).
- [15] <https://cografiverisozlugu.tucbs.gov.tr/#/sema>, (27.02.2022).
- [16] <https://rehber.tucbs.gov.tr/tr/tan%C4%B1mlama-rehberi/cografiveri-temalarına-genel-bakis>, (19.11.2021).
- [17] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, **TUCBS Genel Kavramlar Sözlüğü**, Ankara, (2020).
- [18] Bayazıt, M., **Hidroloji**, Birsen Yayınevi, İstanbul, (2013).



- [19] Soil Conservation Service, **Hydrology - National Engineering Handbook Supplement A, Section 4, Chapter 10**, USDA, Washington, D.C, (1956, 1964, 1972, 1985, 1993).
- [20] <https://engineering.purdue.edu/mapserve/LTHIA7/documentation/scs.htm>, (21.11.2021).
- [21] Tekin, S. ve Çan, T., Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Ermenek Havzası'nın (Karaman) Kayma Türü Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi, **Bilge International Journal of Science and Technology Research**, **3**, 1, 21-28, (2019).
- [22] <https://mgm.gov.tr/tarim/referans-toplam-buharlasma.aspx?s=a#sfB>, (10.12.2021).
- [23] Şimşek, O., Mermer, A., Yıldız, H., Özaydın, K.A., ve Peşkirioğlu, M., Referans Toplam Buharlaşma (ETo) Normal Haritaları, Turkish State Meteorological Service, Ankara, (2019).
- [24] Allen, R.G., Jensen, M.E., Wright, J.L., ve Burman, R.D., Operational estimates of reference evapotranspiration, **Agronomy Journal**, **81**, 4, 650-662, (1989).
- [25] Mecham, B.Q., Scheduling turfgrass irrigation by various ET equations, **Proceedings, Irrigation International Conference**, San Antonio, (1996).
- [26] Hydrologic Engineering Center, **HEC-1 Flood Hydrograph Package: User's Manuel**, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA, (1998).
- [27] Hydrologic Engineering Center, **HEC-HMS User's Manual**, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA, (2021).
- [28] Halwatura, D. ve Najim, M.M.M., Application of the HEC-HMS model for runoff simulation in a tropical catchment, **Environmental Modelling & Software**, **46**, 152-162, (2013)
- [29] Chu, X. ve Steinman, A., Event and Continuous Hydrologic Modeling with HEC-HMS, **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, **135**, 1, 119-124, (2009).
- [30] Ramly, S. ve Tahir, W. Application of HEC-GeoHMS and HEC-HMS as Rainfall-Runoff Model for Flood Simulation, **Proceedings, ISFRAM 2015**, Springer Singapore, Singapore, (2016).
- [31] Anderson, M.L., Chen, Z.-Q., Kavvas, M.L., ve Feldman, A., Coupling HEC-HMS with Atmospheric Models for Prediction of Watershed Runoff, **Journal of Hydrologic Engineering** **7**, 4, 312-318, (2002).
- [32] Revell, N., Lashford, C., Blackett, M., ve Rubinato, M., Modelling the Hydrological Effects of Woodland Planting on Infiltration and Peak Discharge Using HEC-HMS, **Water**, **13**, 21, 3039, (2021).
- [33] Zema, D.A., Labate, A., Martino, D., and Zimbone, S.M., Comparing Different Infiltration Methods of the HEC-HMS Model: The Case Study of the Mésima Torrent (Southern Italy), **Land Degradation & Development**, **28**, 1, 294-308, (2017).
- [34] Mesta, B., Kargı, P.G., Tezyapar, İ., Ayvaz, M.T., Göktaş, R.K., Kentel, E., ve Tezel, U., Yenigörücü Havzası'ndaki yağış-akış ilişkisinin HEC-HMS hidrolik modeli ile belirlenmesi, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, **25**, 8, 949-955, (2019).
- [35] Hoque, M.A.-A., Tasfia, S., Ahmed, N., ve Pradhan, B., Assessing Spatial Flood Vulnerability at Kalapara Upazila in Bangladesh Using an Analytic Hierarchy Process, **Sensors**, **19**, 1302, 1-19, (2019).
- [36] Seejata, K., Yodying, A., Wongthadam, T., Mahavik, N., ve Tantanee, S., Assesment of flood hazard areas using Analytical Hierarchy Process over the

- Lower Yom Basin, Sukhothai Province, **Procedia Engineering**, **212**, 340-347, (2018).
- [37] Taş, E., Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Taşkın Risk Potansiyelinin Değerlendirilmesi, **İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi**, 3, 1, 68-74, (2018).
- [38] Hydrologic Engineering Center, **HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 1.0**, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA, (1995).
- [39] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, **Hidrografya Teması Veri Tanımlama Dokümanı**, Ankara, (2020).
- [40] [https://tucbs.publicapi.csb.gov.tr/tucbs/tucbs\\_uml\\_model/index.htm?goto=2:19:2:1755](https://tucbs.publicapi.csb.gov.tr/tucbs/tucbs_uml_model/index.htm?goto=2:19:2:1755), (10.03.2022).