

Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi
Cilt: 4, No: 1, 2012 (19-35)

Electronic Journal of Map Technologies
Vol: 4, No: 1, 2012 (19-35)

**TEKNOLOJİK
ARAŞTIRMALAR**

www.teknolojikarastirmalar.com
e-ISSN: 1309-3983

**Makale
(Article)**

ORCHESTRA Mimarisine Dayalı Bir Taşkın Tahmin Sisteminin Tasarlanması

Halil AKINCI*, Sevsin ERDOĞAN**

* Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, 08000 Seyitler/Artvin

**TKGM Şişli Kadastro Mühendisliği, 34394 Şişli/İstanbul
hakinci@artvin.edu.tr

Özet

Dünya’da depremden sonra yıkıcı etkisi en fazla olan afet “taşkın”dır. Literatürde, taşkın tahmin ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesinde ve taşkın risk haritalarının üretilmesinde karmaşık sistemlere ve modellere ihtiyaç duyulduğu, bu uygulamaların gerçekleştirilmesinde büyük miktarda konumsal ve zamansal veri setine gereksinim olduğu ve ihtiyaç duyulan verilerin farklı kurumlar tarafından toplandığı belirtilmektedir. Ayrıca, gerçek zamanlı taşkın tahmin ve risk yönetimi uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için ilgili tüm kurumlar arasında konumsal veri ve servis paylaşımına olanak sağlayan Konumsal Veri Altyapılarının hayati önem taşıdığı vurgulanmaktadır. Bu noktadan hareketle, çalışmamızda ilk olarak Dünya’da ve Türkiye’de geliştirilmiş olan taşkın tahmin ve erken uyarı sistemleri incelenmiş, ilgili kamu kurumları ile görüşmeler yapılarak gerçekleştirilen projeler hakkında bilgiler toplanmıştır. Daha sonra, taşkınların meydana gelmesinde etkili olan hidrolojik, meteorolojik ve fizyolojik faktörler tespit edilmiştir. Söz konusu faktörler, taşkın risk yönetimi için ihtiyaç duyulan veriler olarak dikkate alınmış ve bu verileri üreten kamu kurumları belirlenmiştir. Son olarak, ORCHESTRA (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management) mimarisi dikkate alınarak ORCHESTRA web servislerine dayalı bir taşkın tahmin sistemi tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın, Taşkın Tahmin Sistemleri, Konumsal Veri Altyapısı, ORCHESTRA Mimarisi.

Designing a Flood Forecasting System Based on ORCHESTRA Architecture

Abstract

The most destructive disaster after earthquake is flood. Both the development of flood forecasting and early warning systems and production of flood risk maps complex systems and models are needed. The realization of these applications requires large amounts of spatial and temporal data sets collected by different agencies. It is emphasized that the Spatial Data Infrastructures which allow spatial data and service sharing between all related agencies are vital to achieve real-time flood forecasting and risk management applications. Within the scope of this study, flood forecasting and early warning systems developed in the World and in Turkey have been analyzed; the information has been collected about the relevant projects through the interviews made by the government institutions. Then, the hydrologic, meteorological and physiological factors which are effective in the origination of the flood have been identified. These factors have been considered as necessary data layers for the flood risk management and the state institutions producing these data have been determined. Lastly, the ORCHESTRA (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management) architecture has been taken as a basis to design a flood forecasting system based on ORCHESTRA web services.

Keywords: Flood, Flood Forecasting Systems, Spatial Data Infrastructure, ORCHESTRA Architecture.

Bu makaleye atf yapmak için

Akinci H., Erdoğan S., “ORCHESTRA Mimarisine Dayalı Bir Taşkın Tahmin Sisteminin Tasarlanması” Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi 2012, 4(1) 19-35

How to cite this article

Akinci H., Erdoğan S., “Designing a Flood Forecasting System Based on ORCHESTRA Architecture” Electronic Journal of Map Technologies, 2012, 4(1) 19-35

1. GİRİŐ

Afet, yerel kapasiteyi aŐan, ulusal veya uluslararası düzeyde yardım gerektiren, önceden tahmin edilemeyen ve çoğu kez aniden meydana gelen, büyük zararlara, yıkımlara ve acılara neden olan bir durum veya olay olarak tanımlanmaktadır [1]. Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED) tarafından 1988 yılından itibaren yönetilen ve 1900 yılından günümüze kadar dünya genelinde meydana gelen 19.000’den fazla afet ile ilgili bilgilerin tutulduğu “Uluslararası Afet Veritabanı (EM_DAT)” afetleri, “doğal ve teknolojik afetler” olmak üzere iki temel gruba ayırmaktadır [2]. Doğal afetler, “önceden tahmin edilemeyen ve oluşumu engellenemeyen biyolojik, meteorolojik, hidrolojik, iklimsel ve jeofiziksel kökenli olayların sonuçları” şeklinde tanımlanmaktadır [3].

Deprem, volkan patlamaları ve kaya düşmesinin dışındaki doğal afetler meteoroloji ile yakından ilişkilidir. Bu nedenle, meteorolojik şartlar ile doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olan doğal afetlerin (sel, taşkın, fırtına, tipi, hortum, çığ, yıldırım, kuraklık ve don gibi) tümü meteorolojik afetler veya meteorolojik karakterli doğal afet olarak adlandırılırlar. Meteorolojik karakterli doğal afetleri deprem gibi diğer doğal afetlerden ayıran en önemli özellik, meteorolojik afetlerin “*Önceden Tahmin Edilerek Erken Uyarılarının Yapılabilmesi*”dir [4].

Depremler, heyelanlar ve kasırgalarla birlikte tüm Dünya’da en sık görülen doğal afetlerden biride taşkınlardır. Taşkınlarda, ülkemizde en fazla gözlenen hidrometeorolojik afetlerin başında gelmekte ve hemen her yıl önemli can ve mal kaybına neden olan taşkın olayları yaşanmaktadır [5]. Ülkemizin gelişen şehirleri, kasabaları ve daha küçük boyutlu diğer yerleşim alanlarının yanında, altyapı ve endüstri tesisleri, tarım ve turizm alanları gibi sosyal ve ekonomik değer taşıyan varlıkları taşkınlardan olumsuz etkilenmektedir. Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, 6200 sayılı kuruluş kanunu gereğince, 1955 yılından itibaren taşkın etütleri yapmakta ve taşkınlara meydana geldiği tarih, taşkın yeri, akarsu havzasının fiziksel büyüklüğü ve özellikleri, yağış ve akış değerleri, yol açtığı zararlar ile alınacak önlemler ve önerileri kapsayan etüt sonuçlarını “taşkın yıllıkları” olarak derlemektedir. 1955–1970 yıllarında meydana gelen taşkın olayları “DSİ Taşkın Yıllığı” adı altında yayınlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmayı geriye doğru uzatmak için 1945–1955 yılları arasında ayrı tarihlerde ve ayrı havzalarda meydana gelen önemli 169 taşkın olayı, gazete koleksiyonlarından yararlanılarak bir araya getirilmiş ve 1964 Taşkın Yıllığı’na eklenerek “DSİ Taşkın Yıllığı (1945–1955)” adı altında yayınlanmıştır. 1970’ten sonra kitap haline getirilemeyen taşkın olayları ise toplam 8 cilt olarak 1995 yılından itibaren yapılan çalışmalar sonucunda 1998 yılında yayımlanmıştır. 1970–1997 yılları arasında meydana gelen 626 adet taşkın 1998 yılında basılan taşkın yıllığında incelenmiştir. Bu 28 yıllık dönemde, ülke genelinde taşkınlara Haziran ve Temmuz aylarında yoğunlaŐtıęı, 538 kişinin hayatını kaybettiği ve 5.443.039 dekar tarım arazisinin su altında kaldığı, 1998 yılı fiyatlarıyla yaklaşık olarak 420 trilyon TL maddi zarar olduğu belirlenmiştir [6].

1998 yılından günümüze kadar geçen sürede meydana gelen taşkınlara sebep olduğu ekonomik zarar ve kayıplarla ilgili olarak bir kaynağa ulaşılamadığı için, EM_DAT veritabanındaki verilere başvurulmuŐtur. EM_DAT verilerine göre, Ülkemizde 1998–2011 yılları arasında meydana gelen 22 taşkın olayından 308 kiŐi hayatını kaybetmiş ve ekonomik zararın yaklaşık 2 milyar dolar olduğu tahmin edilmiştir (Tablo 1).

Dünya genelinde hidrometeorolojik hadiseler, özellikle ani taşkınlara, maruz kalan alanlarda meydana gelebilecek hasarları azaltmak, bölgesel kapasiteleri artırmak, gerçek zamanlı ve doğruluğu yüksek taşkın uyarıları yapmak için “Taşkın Tahmin ve Erken Uyarı Sistemleri” geliştirilmektedir [5]. Ülkemizde de meteorolojik karakterli sel, taşkın, çığ düşmesi, dolu ve fırtına gibi doğal afetlerin zararlarını azaltmak ve gerekli tedbirleri alabilmek için bu tür afetlere yönelik tahminlerin yapılması ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir [4].

Tablo 1. 1998 – 2009 yılları arasında meydana gelen taşkınlar ve zararları [7].

Tarih		Taşkın Yeri	Ekonomik Zarar ve Kayıplar		
Başlangıç	Bitiş	İl - İlçe	Ölen	Etkilenen	Zarar (Milyon \$)
08.10.2011	11.10.2011	Antalya, Denizli, Manisa	8	-	-
07.09.2009	10.09.2009	Silivri, Çatalca	40	35020	550
10.07.2009	16.07.2009	Şavşat (Artvin)	7	111	-
16.11.2007	21.11.2007	Trakya ve Marmara Bölgesi	1	2250	-
03.08.2007	03.08.2007	Aliceyrek, Akkeran, Danişment	2	186	-
27.05.2007	01.06.2007	Ağrı, Van, Bitlis, Gaziantep	13	750	-
27.10.2006	07.11.2006	Çınar, Bismil (Şanlıurfa)	47	63015	317
01.07.2006	03.07.2006	Bitlis, Muş	12	-	-
02.08.2005	03.08.2005	Çaykara (Trabzon)	7	-	-
04.07.2005	04.07.2005	İstanbul, Düzce, Sakarya	-	3000	-
16.08.2004	17.08.2004	Alibeyköy ve Esenler	2	100	-
14.05.2004	16.05.2004	Hatay	6	-	-
05.03.2004	09.03.2004	Erzurum, Batman, Bitlis	15	50000	-
24.12.2003	26.12.2003	Antalya	8	-	-
23.07.2002	27.07.2002	Rize	34	3000	-
02.12.2001	09.12.2001	Adana, İçel	5	570	25
07.05.2001	08.05.2001	Antakya	3	1500	-
08.03.2001	08.03.2001	Şanlıurfa	4	450	-
27.05.2000	27.05.2000	Samsun ve Tokat	2	1000	40
10.08.1998	11.08.1998	Beşkøy (Trabzon)	60	1000	-
12.06.1998	12.06.1998	Diyarbakır	22	-	-
20.05.1998	23.05.1998	Zonguldak, Karabük, Bartın	10	1.240.047	1000
TOPLAM			308	1.399.999	1,932 Milyar \$

Etkin bir taşkın tahmin sisteminin geliştirilmesi, farklı kurum ya da taraflar arasındaki işbirliğinin gücüne bağlıdır. Çünkü taşkın tahmin ve risk yönetimi süreçlerinde, farklı kurumlardan çeşitli türde verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye’de, başta meteorolojik gözlem verileri olmak üzere taşkın tahmin sistemleri için gereksinim duyulan konumsal ve/veya zamansal veri setleri farklı kurumlar tarafından sağlanmaktadır. Bu nedenle, başarılı bir taşkın tahmin sisteminin geliştirilebilmesi için ilgili tüm kurumlar arasında veri paylaşımına olanak sağlayan bir mekanizmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Veri paylaşımını sağlayacak olan mekanizma ise “Konumsal Veri Altyapısı” (KVA) dır. Bir birlikte işlerlik altyapısı olarak ta adlandırabileceğimiz KVA’lar, günümüzde “Servis Yönelimli Mimari” (SyM) ve onun en iyi gerçekleştirim yöntemi olarak kabul edilen web servisleri ile hayata geçirilmektedir.

Literatürde, KVA’ların afet yönetimi, acil durum yönetimi veya çevresel kriz yönetimindeki rolü ve önemini açıklayan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır [8-11]. Bu çalışmalarda, genel olarak, afet ve acil durum yönetiminde karar vericilerin hızlı ve doğru kararlar alabilmeleri için güncel konumsal veriye ihtiyaç duydukları, veri toplama, veriye erişim, veri kullanımı ve dağıtımında yaşanacak gecikme ve problemlerin karar verme kalitesini, dolayısıyla afet ve acil durum yönetimini, olumsuz etkileyeceği vurgulanmakta ve KVA’ların afet ve acil durum yönetimini kolaylaştırmak için kullanılabilecek uygun bir çatı (framework) olduğu dile getirilmektedir. Doğrudan taşkın tahmin sistemlerine veya taşkın risk yönetimine yönelik olmayan çalışmalarda, afet yönetimi için kavramsal bir SDI modelinin geliştirilmesi [8], afet ve acil durum yöneticilerinin ihtiyaç duydukları konumsal verileri etkin bir şekilde aramalarına ve bulmalarına olanak sağlayan ve semantik web teknolojilerinin kullanıldığı otomatik bir arama mekanizmasının geliştirilmesi [9] veya çevresel kriz yönetiminde karar vermeye yardım etmek için gerçek zamanlı coğrafi veri setleri, 3D sunum araçları ve simülasyon servisleri gibi katma değerli ürünlerin entegre edildiği servis yönelimli bir mimarinin geliştirilmesi [11] gibi konular üzerine odaklanılmıştır.

Taşkın tahmin sistemleri için “gerçek zamanlı” (anlık) verilerin önemini vurgulayan ve taşkınlar için web tabanlı bir “Karar Destek Sistemi” (KDS)’nin geliştirilmesine odaklanan çalışmalarda [12-15] ise genellikle KVA’ların önemi göz ardı edilmekte, sadece gerçek zamanlı yağış, akış ve/veya su seviyesi verilerine erişim sağlayan KDS’ler geliştirilmekte ve söz konusu sistemlerin belirli bileşenleri ön plana çıkarılmaktadır. Örneğin, Al-Sabhan vd. [12], bir kablosuz ağdan gerçek zamanlı yağış verilerinin elde edilmesine ve gelen yağış verilerinden havza hidrolojisi ve akış verilerinin üretilmesine olanak sağlayan web tabanlı bir hidrolojik modelleme sistemi geliştirmişlerdir. Cheng vd. [13], özellikle büyük ölçekli rezervuarlarda ağır taşkın olayları ile karşılaşılması durumunda, taşkın tahminlerinin doğruluğunu ve güvenilirliğini geliştirmek için federal, eyalet ve lokal paydaşlar arasındaki işbirliği ve iletişimin gerekliliğine vurgu yaptıkları çalışmalarında, sadece yağış, su seviyesi ve akış verilerine gerçek zamanlı erişim sağlayan ve farklı idari düzeydeki kurumların farklı taşkın tahmin modelleri kullanarak ürettikleri sonuçların birçok kurum ve uzman arasında paylaşılmasına olanak sağlayan web tabanlı bir taşkın tahmin ve karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Benzer şekilde Levy vd. [14], taşkın risk yönetimini geliştirmek için taşkın veritabanı, taşkın modelleme fonksiyonları ve grafik kullanıcı arayüzünden oluşan bir taşkın KDS mimarisi önermişlerdir. Lienert vd. [15] ise taşkın yönetimi için geliştirdikleri etkileşimli, web tabanlı ve gerçek zamanlı hidrolojik harita bilgi sisteminde, KVA’ların rolü ve önemine değinmemişler ve gerçek zamanlı hidrolojik verilere erişmek ve bu verileri görüntülemek için yenilikçi metotlar kullandıkları sistemin kartografik kullanıcı arayüzünü ve bu arayüzün işlevselliğini ön plana çıkarılmışlardır.

Bu çalışmanın temel amacı, ülkemizde taşkın zararlarını azaltmak ve gerekli tedbirleri almak için ihtiyaç duyulan “taşkın tahmin sistemleri” için KVA’lara ve web servislerine dayalı bir mimari belirlemektir. Bu nedenle çalışmada, ORCHESTRA (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management) mimarisi dikkate alınarak web servislerine dayalı bir taşkın tahmin sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem, sadece hidrolojik verilere değil, taşkın tahmin modellerinin gereksinim duyduğu tüm güncel verilere web servisleri aracılığıyla anlık erişim olanağı sağlayacaktır.

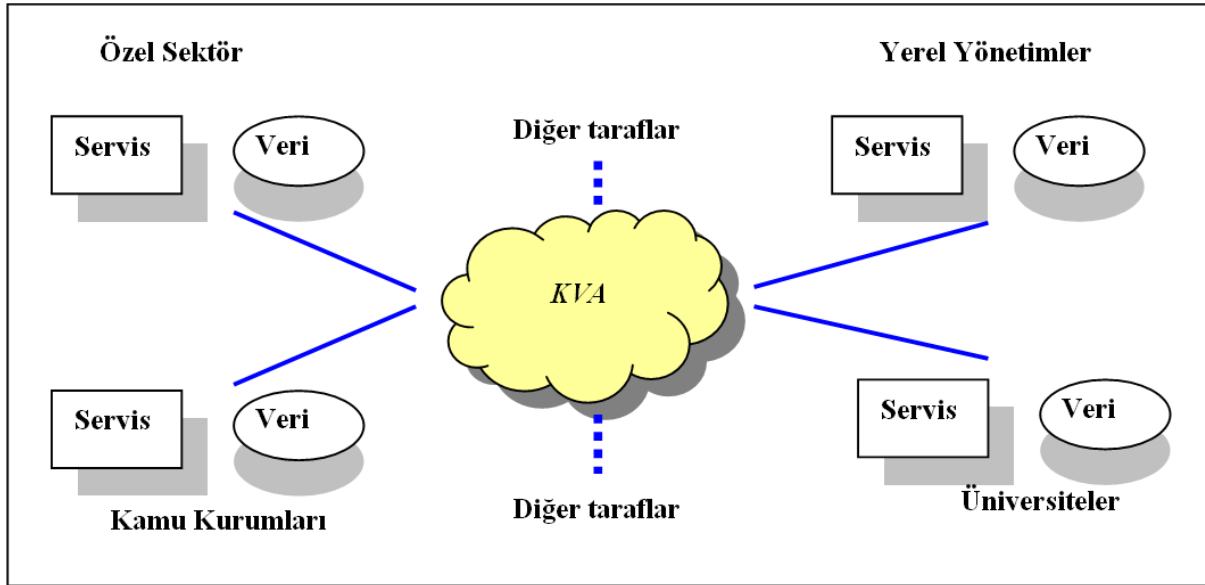
2. MATERYAL VE METOT

Taşkın tahmin sistemleri tarafından kullanılan karmaşık modeller, hidrolojik verilerin yanı sıra büyük miktarda konumsal ve zamansal veri setine gereksinim duymakta, ihtiyaç duyulan veriler farklı kurumlar tarafından üretilmekte ve bir kurumun ilgi alanı gereği bu verileri tek başına toplaması mümkün olamamaktadır. Bu nedenle, gerçek zamanlı taşkın tahmin sistemleri için ilgili tüm kurumlar arasında birlikte işlerliği sağlayan KVA’lar hayati önem taşımaktadır. Bu alışmada, Türkiye için KVA’lara dayalı bir taşkın tahmin sisteminin tasarlanması amaçlanmıştır. Çalışmada, afet risk yönetiminin önündeki teknolojik engelleri kaldırmak ve risk yönetimi aktörleri arasındaki veri paylaşımını geliştirmek için hayata geçirilen ORCHESTRA projesi tarafından önerilen teknik mimari esas alınmıştır.

Benzer alışma, ORCHESTRA mimarisine bağlı kalmaksızın, W3C veya OGC web servisleri mimarisine uygun olarak ta gerçekleştirilebilirdi. Ancak, ORCHESTRA mimarisinin doğrudan afet risk yönetimine yönelik olması, projenin risk yönetimi alanında faaliyet gösteren geniş katılımlı bir konsorsiyum tarafından gerçekleştirilmiş olması ve ORCHESTRA sonuçlarının seçilen pilot projelerde başarılı bir şekilde uygulanması nedeniyle alışmamızda ORCHESTRA mimarisine uygun bir tasarımın yapılması benimsenmiştir. Tasarım aşamasında, taşkın tahmin sistemlerinin etkin bir şekilde çalıştırılabilmesi ve taşkın risk haritalarının üretilebilmesi için ihtiyaç duyulan verileri sunan kurumlar belirlenmiştir. Söz konusu kurumların, verilerini internet üzerinden hangi ORCHESTRA servisini kullanarak sunabileceği tespit edilmiş ve ilgili tüm kurumlar arasında veri/bilgi paylaşımına olanak sağlayan bir servis ağı tasarlanmıştır. Genişletilebilir bir yapıya sahip olacak şekilde tasarlanan sistemin gerçekleştirimi sonraki çalışmalara bırakılmış, sistemin genişletilmesini gerektiren kriterler ele alınmış ve pilot uygulamalarla test edilerek uygulamada karşılaşılacak eksikliklerinin giderilmesi önerilmiştir.

2.1. Konumsal Veri Altyapıları

Günümüz uygulamalarının konumsal veri ihtiyaçlarının, ancak farklı kurum ya da taraflar arasındaki etkin işbirliği ile karşılanabileceği, özellikle son on yılda çok belirgin bir biçimde ortaya çıkmıştır. Çünkü söz konusu veri ihtiyaçları ile kurum ya da tarafların tek başlarına veri elde etme kapasiteleri, her ne bakımdan olursa olsun, karşılaştırılabilir olmaktan çıkmıştır. Bu nedenle, kurumlar arasında etkin bir işbirliğinin sağlanması kaçınılmazdır. Farklı kurum ve taraflar arasında işbirliğinin sağlanabilmesi ancak, bu tarafları kapsayan “Konumsal Veri Altyapıları” ile mümkün olabilir [16]. Konumsal Veri Altyapısı (KVA), konumsal veriye ihtiyaç duyan kamu kurumları, özel sektör, çeşitli organizasyonlar ve bireylerin konumsal veri erişimi ve kullanımını “Bilgi Çağı”nın gerektirdiği düzeyde gerçekleştirebileceği bir “Bilgi Teknolojisi”dir. Diğer bir anlatımla KVA, kamu kurumlarının, özel sektörün, üniversitelerin, yerel yönetimlerin, çeşitli organizasyonların ve nihayet vatandaşların istedikleri konumsal veriye hızlı ve ekonomik olarak erişmelerini sağlayacak bir alt yapıdır (Şekil 1). Bir KVA’da “teknolojik” ve “kurumsal” olmak üzere iki alt birlikte işlerlik altyapısı mevcuttur. Teknolojik birlikte işlerlik altyapısı, Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) mimarisini, kurumsal birlikte işlerlik altyapısı ise veri ve servis sağlayıcılarının ve kullanıcıların hak ve yükümlüklerini tanımlar. Verinin toplanması, güncellenmesi, veri kalitesi, özel sektör rolü, fiyatlandırma, katma değerli ürünlerin fiyatlandırılması, veri sahipliği, gizlilik ve veri güvenliği konuları kurumsal altyapının tanımlaması gereken başlıca konulardır [17].



Şekil 1. KVA'nın kapsamı ve yapısı [18].

Literatürdeki birçok çalışmada, özellikle Ulusal KVA bağlamında, KVA'lar tanıtılmış, acilen işlevselleştirilmesinin Türkiye için taşıdığı hayati önem vurgulanmış ve bunun için yapılması gerekenler belirlenmiştir [19-21]. Dolayısıyla bu çalışmada, aynı konular üzerinde yeniden durulmadan, KVA'ların teknik birlikte işlerlik altyapısını gerçekleştirmek için yaygın olarak kullanılan “Servis Yönelimli Mimari” (SyM) ve bu mimarinin en etkin gerçekleştirim yöntemlerinden biri olan “Web Servisleri” ile taşkın risk yönetimi kapsamında ne tür sistemlerin geliştirilebileceği gösterilmiştir.

2.2. Servis Yönelimli Mimari ve Web Servisleri

Servis Yönelimli Mimari (Service Oriented Architecture) ya da kısaca SyM, dağıtık sistemleri gerçekleştirmek için geliştirilen ve uygulamaların son kullanıcılara servis olarak sunulduğu yeni bir yaklaşımdır [22]. Web servisleri, SyM'yi gerçekleştirmenin en iyi yolu olarak kabul edilmektedir [22-24]. W3C, bir web servisini, internet tabanlı protokoller aracılığıyla XML tabanlı mesajları kullanarak diğer yazılım uygulamaları ile doğrudan etkileşimleri destekleyen, arayüzleri ve bağlantıları XML tabanlı diller

kullanılarak tanımlanabilen ve bulunabilen ve bir URI (Uniform Resource Identifier) tarafından tanımlanan bir yazılım uygulaması olarak tanımlamaktadır [25]. Basitleştirici bir bakış açısıyla bir web servisi, internet üzerinden çağrılabilen bir program kodu olarak algılanabilir [26]. SyM öngörüsü, “yayınla-bul-iste (publish-find-bind)” modeli ile gerçekleştirilmektedir. Bu modelde, servis sağlayıcıları web servislerini bir katalog servisi aracılığıyla yayınlarlar. İstemcilerde uygulamaları için gerekli servisleri katalogda arama yaparak bulurlar. İstemciler, daha sonra, web servislerini sağlayıcılardan isteyerek (bind) onları kullanırlar (Şekil 2).



Şekil 2. Servis yönelimli mimari öngörüsü [26].

2.3. ORCHESTRA Projesi

Doğal ve insan kaynaklı afetler Dünya genelinde gün geçtikçe artmaktadır. Taşkınlar, orman yangınları, heyelanlar, kasırgalar, depremler ve endüstriyel kazalar nedeniyle gerek insan yaşamındaki gerekse ekonomik boyuttaki kayıplar da giderek artmaktadır. Bu risklerle başa çıkmak ve üstesinden gelebilmek için teknolojinin ve yeni yaklaşımların daha hızlı ilerlemesi gerekmektedir. Afet döngüsünün farklı aşamalarında birçok kurum devreye girmektedir. Hükümetler, yerel yönetimler ve risk yönetimi ile ilgili diğer kurum ve kuruluşlar etkin bir afet risk yönetimi için entegre bir bilgi sistemine ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak;

- Bilgiye erişebilme,
- Birlikte çalışabilme ve ortak standartları kullanma,
- Koordinasyon ve
- Terminoloji

sorunları tek bir ülkede, tek bir uygulama alanında bile etkin bir risk yönetimi için ihtiyaç duyulan bilgi entegrasyonunun önünde engel olarak durmaktadır. Sınır ötesi uygulamalar ve çoklu risk yönetimi için farklı bilgileri veya sistemleri entegre etmek ise yukarıda sayılan sorunlar nedeniyle oldukça güç bir duruma gelmektedir. Risk yönetimi için ihtiyaç duyulan bilgilerin paylaşımı genellikle sözdizimsel ve anlamsal dönüşüm sorunları olan ham veri alışverişi ile sınırlıdır. Bu nedenle arzu edilen gerçek verimlilik, çoğu durumda, idari sınırların yanı sıra teknik tarafta da birlikte işlerlik eksikliği ile engellenmektedir. Ayrıca, risk yönetiminde farklı politikaların, prosedürlerin, standartların ve sistemlerin söz konusu olması, risk yönetiminin kritik bileşenlerini oluşturan veri analizi, bilgi dağıtımı ve kaynak yönetimi ile ilgili koordinasyon sorunlarının yaşanmasına neden olmaktadır [27].

Bu nedenle, Avrupa Komisyonu'nun Bilgi Toplumu Genel Müdürlüğü, risk yönetimi, güvenlik ve çevre için birlikte işleyebilen yazılım bileşenlerinin kullanımını kolaylaştıracak bir bilgi altyapısının ve servis platformunun oluşturulmasını teşvik etmek amacıyla bütünleşik projeler için çağrıda bulunmuştur. Bu bağlamda, 1 Eylül 2004 tarihinde başlayan ve 29 Şubat 2008 tarihinde sonlanan, toplamda 42 ay süren, yaklaşık 14 milyon Euro bütçeli ve kısaca ORCHESTRA olarak bilinen “Risk Yönetimi İçin Konumsal

Veri Altyapıları ve Açık Mimari (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management)” projesi kapsamında risk yönetimini desteklemek için Servis Yönelimli bir altyapı geliştirilmiştir. ORCHESTRA proje ekibi, uzmanlıkları belirli risk alanları için danışmanlık hizmetleri veren firmalardan yazılım mühendisliğine kadar değişen farklı ülkelerden 15 organizasyondan oluşmuştur. Proje ekibi tarafından, risk yönetiminde birlikte işleyebilen bir servisler ağı inşa etmek için kullanılabilir çeşitli yazılımlar, standartlar ve metodolojiler geliştirilmiştir [27].

ORCHESTRA projesi, Avrupa Komisyonu Altıncı Çerçeve Programının en önemli bütünleşik projelerinden biridir. Proje, afet risk yönetiminde etkili bilgi paylaşımını kısıtlayan teknolojik zorluklar üzerine odaklanmış bir projedir. Afet risk yönetimi faaliyetleri, her biri kendi sistemleri ve servislerine sahip olan çeşitli idari düzeylerde birçok kuruluşu içermektedir. Söz konusu kuruluşların, risk yönetiminde ihtiyaç duyulan bilgileri paylaşma kapasitesi oldukça kısıtlıdır. Bu durum, risk yönetiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesinin önüne geçmektedir. Etkili bilgi paylaşımına engel olan teknolojik zorluklar, gerek küçük ölçekli gerekse petrol sızıntıları veya büyük taşkınlar gibi sınır ötesi çevresel felaketlerde belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Artan afet olayları, sivillerin korunmasının yanı sıra afet ve acil durum yönetim operasyonlarını etkin bir şekilde gerçekleştirmek için farklı bilgi sistemlerinden elde edilen bilgilerin paylaşılmasına duyulan acil ihtiyacı gözler önüne sermektedir. Bu nedenle, yönetimlerin en önemli sorunlardan biri, risk yönetiminde ihtiyaç duyulan analizleri gerçekleştirmek ve kaynak yönetimini sağlamak için bu sistemleri birbirleriyle bilgi paylaşabilen ve birlikte çalışabilen hale getirmektir. Bu iki konu risk yönetiminin kritik unsurlarını oluşturmaktadır. ORCHESTRA projesinde, çok disiplinli ve çok uluslu risk yönetimi uygulamalarındaki teknolojik bilgi değişim zorluklarının tespit edilmesi ve çözülmesi hedeflenmiştir. Bu projenin sonuçları, INSPIRE ve GMES girişimlerinin yanı sıra diğer ilgili standardizasyon kuruluşlarına ve bir dizi referans projelerine girdi olarak sağlanmıştır [27].

2.3.1. ORCHESTRA Projesinin Amacı

ORCHESTRA projesinde, daha etkili afet risk azaltma stratejileri ve acil durum yönetim operasyonlarına olanak sağlamak amacıyla Avrupa’da risk yönetimi yetkilileri arasında birlikte işlerliği sağlamak için servis yönelimli bir konumsal veri altyapısının tasarlanması ve gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca göre projenin ana hedefi, risk yönetimi ile ilgili aktörler arasında birlikte işlerliği geliştirecek olan servis yönelimli bir yazılım mimarisinin tasarlanması ve geliştirilmesi olarak belirlenmiştir. Projenin başından itibaren ORCHESTRA mimarisi, INSPIRE ve GMES altyapısının öncüsü olarak görülmüştür. Bu bağlamda, projenin amaçlarından biri de, hazırlık aşamasında INSPIRE teknik spesifikasyonlarının ve yönergelerinin geliştirilmesine ve risk yönetim servislerine olanak sağlayan yazılım altyapılarının geliştirilmesine yardımcı olmak ve desteklemektir [27]. ORCHESTRA projesinin spesifik hedefleri şu şekilde toparlanabilir [28];

1. Risk yönetimi için servis yönelimli bir mimari tasarlamak,
2. Risk yönetimi servislerine olanak sağlamak için bir yazılım altyapısı geliştirmek,
3. Risk yönetimi için konumsal ve konumsal olmayan servislerin entegrasyonunu sağlayan bir altyapı oluşturmak,
4. Çoklu risk senaryoları ile ORCHESTRA sonuçlarının geçerliliğini denetlemek,
5. Risk yönetimi uygulamaları için yazılım standartları sağlamak.

2.3.2. ORCHESTRA Projesinin Faydaları ve Çıktıları

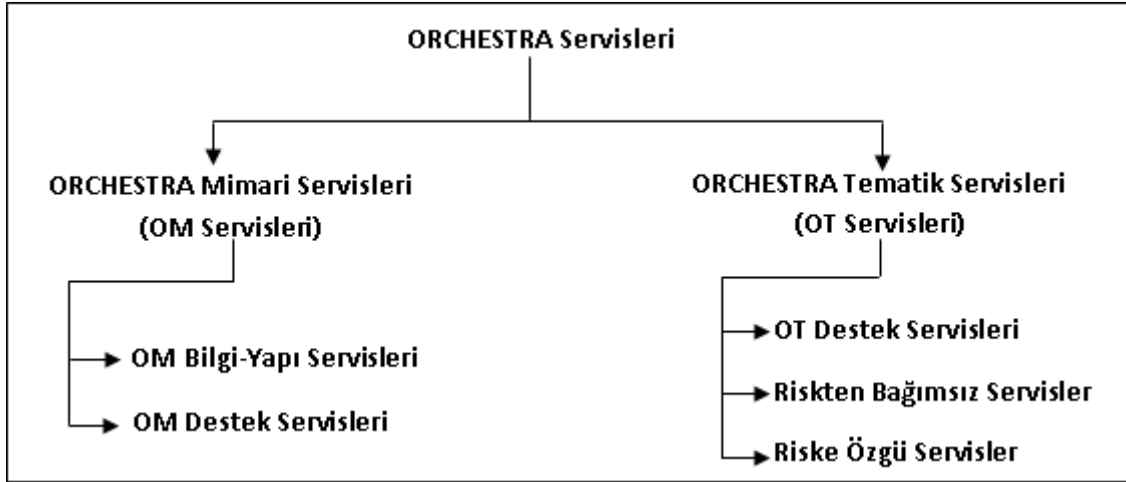
ORCHESTRA projesinin sonuçları ve çıktıları, proje konsorsiyumu içinde ve dışında yer alan taraflarca sağlanan dağıtık servisler üzerine inşa edilmiş dört farklı pilot uygulamada çalışmaktadır. Pilot uygulamalarda hem ticari ve hem de açık kaynak kodlu yazılımlar kullanılmıştır. ORCHESTRA sonuçları, Hint Okyanusundaki tsunami erken uyarı sistemine de uygulanmış ve yakın gelecekte farklı uygulamalarda da kullanılacağı ön görülmüştür. Teknik açıdan bakıldığında ORCHESTRA, birlikte

işlerliği sağlamak amacıyla açık standartların kullanımı ve açık standartlara katkısı nedeniyle bir dönüm noktası olmuştur. Diğer yandan ORCHESTRA, servis ve çözüm sağlayıcılara hiçbir ek maliyet olmaksızın iş yapmak için büyük bir fırsat sağlamıştır. Bu durum, birlikte işlerlik problemlerini çözmek, performanslarını arttırmak, mevcut sistemlerini ORCHESTRA uyumlu hale dönüştürmek için yatırım maliyetlerini düşürmek isteyen ve çevresel risk yönetimi alanında faaliyet gösteren kurumlar içinde büyük bir fırsat oluşturmaktadır [27]. Bununla birlikte, ORCHESTRA yaklaşımını ve ORCHESTRA sonuçlarını izlemenin ve benimsemenin;

1. Birlikte çalışabilir duruma gelmek,
2. Standartları kullanıyor olmak,
3. Verilerin bulunabilir ve erişilebilir olmasını sağlamak ve son olarak,
4. Yeni pazarlar yaratmak gibi doğrudan faydaları bulunmaktadır.

2.3.3. ORCHESTRA Mimarisi İçin Referans Modeli ve ORCHESTRA Web Servisleri

ORCHESTRA Mimarisi için Referans Modeli (RM-OA), 2007 yılında OGC tarafından tanımlanmıştır. RM-OA, ORCHESTRA mimarisini platformdan bağımsız bir şekilde tanımlamakta ve ORCHESTRA uyumlu bir servis ağı tasarlamak için bir çerçeve şartname içermektedir. RM-OA, ISO tarafından standart olarak kabul edilen “Açık Dağıtık Bilgi İşlem İçin Referans Modeli”ndeki (RM-ODP: Reference Model for Open Distributed Processing) bakış açıları dikkate alınarak ORCHESTRA gereksinimlerine göre yapılandırılmıştır [29]. RM-ODP, açık ve dağıtık bilgi işleme sistemleri oluşturmak için geliştirilen uluslararası bir standarttır ve dağıtık sistemler oluşturmak için genel bir kavramsal çerçeve sağlamaktadır [30]. RM-OA, ORCHESTRA web servislerini sağladıkları işlevselliği dikkate alarak Şekil 3. deki gibi sınıflandırmaktadır. Ana servis sınıflandırması, ORCHESTRA Mimari Servisleri (OM Servisleri) ve ORCHESTRA Tematik Servisleri (OT Servisleri) olarak adlandırılan iki gruptan oluşmaktadır [29].



Şekil 3. ORCHESTRA servis sınıflandırması [31].

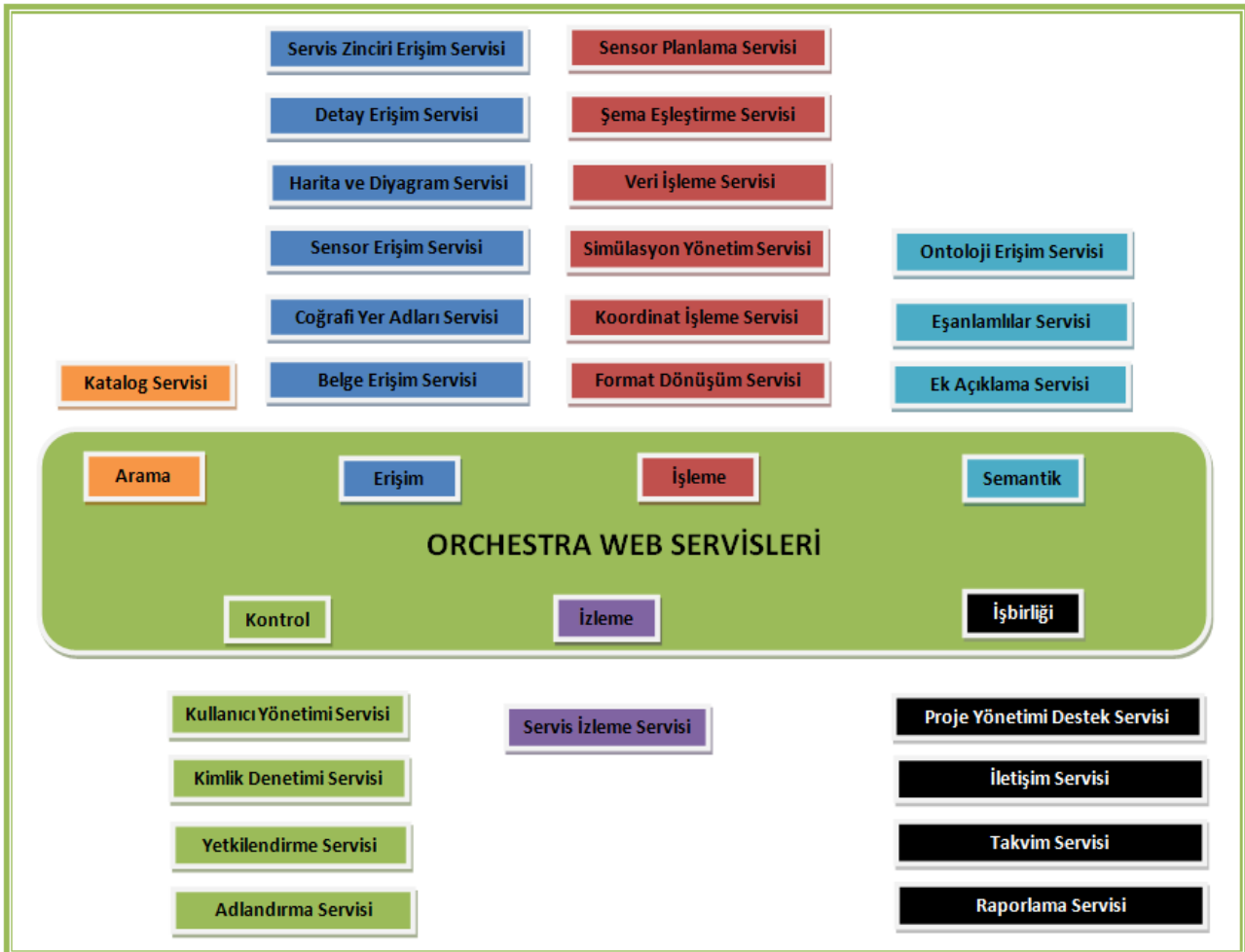
OM Servisleri platformdan ve uygulama alanından bağımsız bir işlevselliğe sahiptir. OT Servisleri ise uygulama alanına özgü bir işlevsellik sağlamaktadır. OM Servisleri kendi içerisinde iki alt kategoriye ayrılmaktadır [29]. Bunlar;

- **OM Bilgi-Yapı Servisi:** Bir ORCHESTRA Servis Ağını (OSA) çalıştırmak için gerekli olan ve OSA'nın işletilmesinde vazgeçilmez bir role sahip olan servislerdir. Bir OSA ortamında bu servis grubunun en az bir örneği bulunmak zorundadır.
- **OM Destek Servisi:** OSA'nın işleyişini kolaylaştıran ya da OM Bilgi-Yapı Servislerinin fonksiyonelliğinin sağlanmasına destek olan servislerdir.

OT Servisleri, risk yönetimi uygulama alanına özgü işlevselliğe sahip olan servislerdir. ORCHESTRA, tematik servisleri aşağıdaki alt kategorilere ayırmaktadır [29].

- **OT Destek Servisi:** Tematik fonksiyonelliğin geliştirilmesini kolaylaştıran genel servislerdir.
- **OT Riskten Bağımsız Servisler:** Risk yönetimi uygulama alanına özgü olan fakat riskten bağımsız bir risk yönetimi işlevselliğinin geliştirilmesini kolaylaştıran servislerdir.
- **OT Riske Özgü Servisler:** Deprem, orman yangını ve taşkın gibi belirli bir risk yönetimi alanına özgü olan ve risk yönetimi işlevselliğinin geliştirilmesini kolaylaştıran servislerdir.

ORCHESTRA referans modeli, 10 adet OM bilgi-yapı servisi, 8 adet OM destek servisi ve 7 adet OT destek servisi olmak üzere toplam 25 adet servis tanımı içermektedir. Uslander [32], RM-OA'dan farklı olarak ORCHESTRA web servislerini sağladıkları işlevselliği dikkate alarak sınıflandırmıştır. Söz konusu sınıflandırmada, arama (search), erişim (access), işleme (process), semantik (semantic), kontrol (control), izleme (monitoring) ve işbirliği (collaboration) olarak adlandırılan yedi kategori dikkate alınmıştır (Şekil 4). Bu çalışmada, arama, erişim, işleme ve semantik kategorilerinde yer alan web servisleri üzerinde durulmuştur. Tablo 2 ve 3 de söz konusu kategoriye giren servisler kısaca açıklanmıştır.



Şekil 4. ORCHESTRA web servisleri için fonksiyonel sınıflandırma ([32]'den esinlenerek üretilmiştir).

Tablo 2. OM Bilgi-Yapı Servisleri [29].

Servisin Adı	Açıklaması
Detay Erişim Servisi	Detay Erişim Servisi (Feature Access Service), bir ORCHESTRA Servis Ağında uygun durumdaki detay örneklerine erişimi sağlamaktadır. Detay Erişim Servisi, OGC WFS ve WCS standartlarına dayanmaktadır. Detay Erişim Servisi, mevcut detay örneklerinin güncelleştirilmesini, yeni detayların yaratılmasını ve mevcut detayların silinmesini sağlayabilir.
Harita ve Diyagram Servisi	Harita ve Diyagram Servisi (Map and Diagram Service), coğrafi ve istatistiksel verinin görselleştirilmesine ve sembollendirilmesine olanak sağlayan servistir. Servisin ama görevi, coğrafi veriyi ve/veya öznitelik verilerini belirli sembollendirme kuralları kullanarak bir grafik temsile dönüştürmektir. Servisin çıktıları, GIF, JPEG, PNG gibi raster formatta veya SVG gibi vektör formatta bir görüntü dokümanıdır.
Belge Erişim Servisi	Belge Erişim Servisi (Document Access Service), her türlü elektronik belgeye (metin belgeleri, görüntüler, vb.) erişim desteği sağlar. Detay Erişim Servisinin özelleştirilmiş bir halidir.
Sensor Erişim Servisi	Sensor Erişim Servisi (Sensor Access Service), bir sensörü yapılandırmak, sensor verilerine erişmek ve sensor verisini yayımlamak için temel bir arayüz sağlar.
Katalog Servisi	Katalog Servisi (Catalogue Service), coğrafi veri ve servislerle ilgili metaverilerin yayımlanması, sorgulanması ve elde edilmesine olanak sağlar.

Tablo 3. OM Destek Servisleri [29].

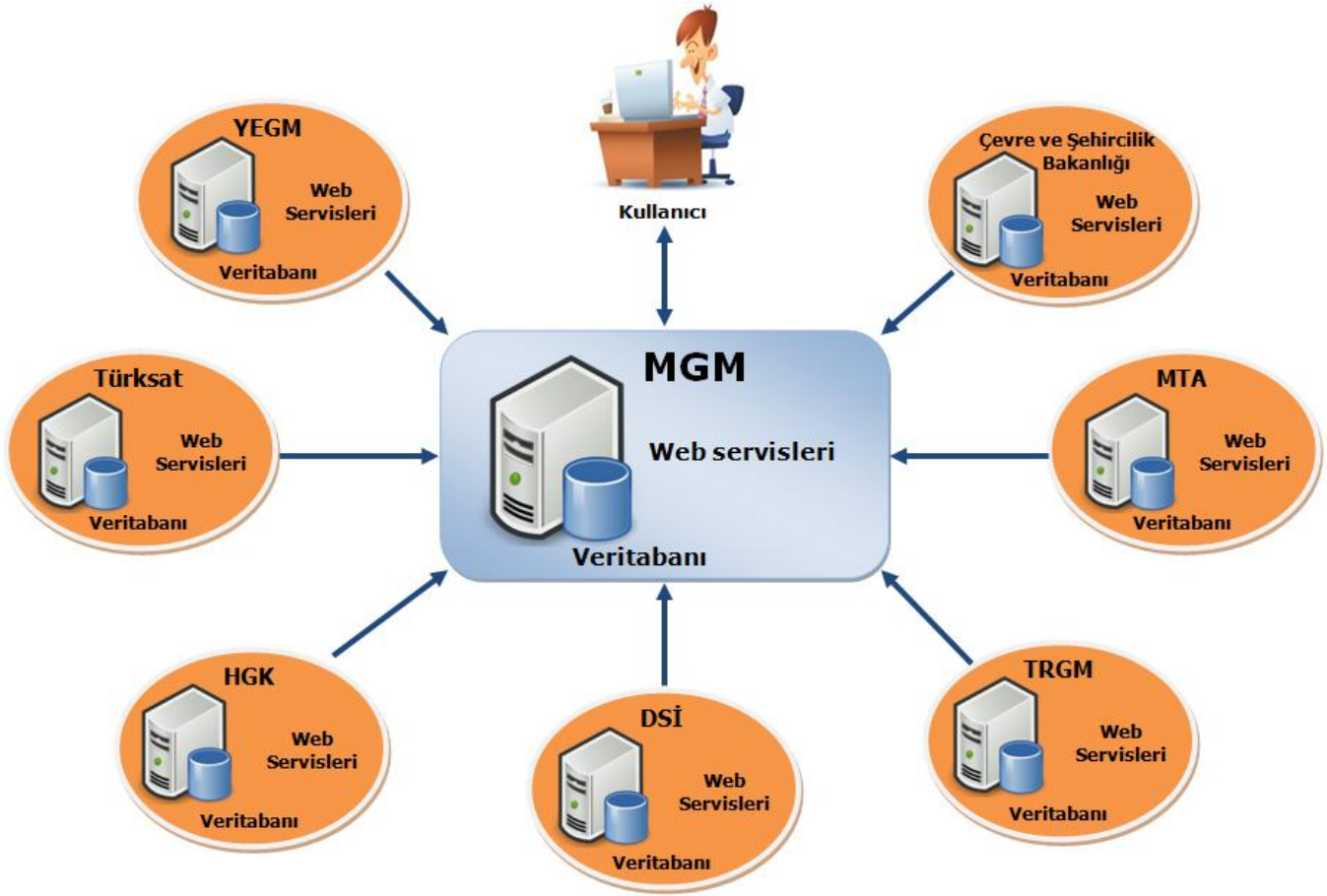
Servisin Adı	Açıklaması
Koordinat İşleme Servisi	Koordinat İşleme Servisi (Coordinate Operation Service), farklı koordinat sistemleri arasındaki dönüşümlerini gerçekleştirir.
Coğrafi Yer Adları Servisi	Coğrafi Yer Adları Servisi (Gazetteer Service), bir coğrafi alanı (şehir, cadde, göl, bölge, vb.) koordinatlarla ilişkilendirmek için kullanılır. İstemci servise bir coğrafi alan adı gönderir ve bu alanla ilişkili coğrafi objeyi koordinatlarıyla birlikte elde eder.
Ek Açıklama Servisi	Ek Açıklama Servisi (Annotation Service), farklı kaynaklardan spesifik meta-bilgileri otomatik olarak üretir ve bu bilgileri anlamsal açıklamalarla ilişkilendirir. Anlamsal açıklamalar, bir ontolojinin elemanları olarak tanımlanabilir. Açıklamalar, OWL ve RDF Şema gibi ontoloji dillerinde tanımlanan bir ontolojinin kavramlarına referans edebilir. Açıklamanın içeriği basit bir string olarak saklanabilir.
Format Dönüşüm Servisi	Format Dönüşüm Servisi (Format Conversion Service), herhangi bir formattaki verinin istenilen başka bir formata dönüştürülmesini sağlar. Farklı formatlar arasındaki dönüşümler için farklı dönüşüm algoritmalarına ihtiyaç vardır. Veriler, MS Word veya PDF gibi bir metin formatında ya da GIF, JPEG, PNG veya WMF gibi görüntü formatlarında olmalıdır.
Şema Eşleştirme Servisi	Şema Eşleştirme Servisi (Schema Mapping Service), farklı uygulama şemaları arasında dönüşümleri (eşleştirmeleri) gerçekleştirmek için kullanılan servistir. Şema eşleştirme servisinin dayandığı spesifik bir servis standardı bulunmamaktadır.
Ontoloji Erişim Servisi	Ontoloji Erişim Servisi (Ontology Access Service), ontolojinin içeriği için yüksek düzeyli bir görünüm sağlar ve istemcilerin herhangi bir ontolojide depolanan taksonomi (sınıflar ve özellikleri) hakkında bilgi edinmesine olanak sağlar.
Eşanlamlılar Sözlüğü Erişim Servisi	Veri sözlüğü terminolojisinde eşanlamlılar sözlüğü (thesaurus), bir eşanlamlılar ve zıt anlamlılar deposu olarak düşünülebilir [33]. Eşanlamlılar sözlüğü, kavramlar arasındaki ilişkileri sınırladığı için ontolojinin farklı bir şekli gibi düşünülebilir. Eşanlamlılar Sözlüğü Erişim Servisi (Thesaurus Access Service), çok dilli bir eşanlamlılar sözlüğüne erişim olanağı sağlar.
Servis Zinciri Erişim Servisi	Servis Zinciri Erişim Servisi (Service Chain Access Service), uygun web servislerini kullanarak, risk yönetimi ile ilgili bir uygulamayı gerçekleştirecek olan yeni bir web servisi üretir.
Veri İşleme Servisi	Veri İşleme Servisi (Processing Service), konumsal ve konumsal olmayan veriler üzerinde çeşitli veri işleme operasyonları sunan servisler için genel bir arayüz sağlamaktadır. İstatistiksel hesaplamalar, konumsal analizler ya da görüntü işleme operasyonları veri işleme servisi tarafından gerçekleştirilen işlemlere örnek olarak gösterilebilir.
Simülasyon Yönetim Servisi	Simülasyon Yönetim Servisi (Simulation Management Services), çeşitli simülasyon modellerinin bulunmasını, girdi parametrelerinin belirtilmesini ve yürütülmesinin kontrol edilmesini sağlamaktadır.
Sensor Planlama Servisi	Sensor Planlama Servisi (Sensor Planning Service), veri toplama algılayıcıları (örneğin sensorlar) için standart bir arayüz sağlamak ve algılayıcıların etrafındaki sistemleri desteklemek için tasarlanmıştır.

2.4. ORCHESTRA Mimarisine Dayalı Taşkın Tahmin Sistemi Tasarımı

Bu çalışmada ilk olarak, taşkın tahmin sistemleri için ihtiyaç duyulan veriler ve bu verileri üreten kurumlar belirlenmiştir. Ülkemizde, taşkın risk yönetimi için ihtiyaç duyulan veriler farklı kurumlar tarafından üretilmektedir. Şöyle ki, gerçek zamanlı su seviyesi ve akış ölçümleri, günlük seviye (debi) gözlemleri ile akarsu kesitleri ile ilgili veriler hem Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) hem de Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından toplanmaktadır. Havza sınırları, havza alanındaki suni yapıların (taşkın koruma yapılarının) durumu ve havza sınırları içerisindeki akarsu ağı ile ilgili veriler DSİ tarafından üretilmektedir. Diğer taraftan, yağış, sıcaklık, buharlaşma, basınç ve nem gibi gerçek zamanlı meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından elde edilmektedir. Taşkın risk yönetimindeki bu ana aktörlerin dışında, havza jeolojisi Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), havza topografyası ve havzanın Sayısal Yükseklik Modeli'nin (SYM) üretilmesi ile ilgili veriler Harita Genel Komutanlığı (HGK), Bitki/Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanım verileri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), toprak verisi ise Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM) tarafından üretilmekte ve sunulmaktadır (Şekil 5). İlgili kurumlardan yetkililerle yüz yüze görüşmeler yapılarak söz konusu verilerin nasıl toplandığı, hangi formatta ve hangi ölçekte üretildiği ve nasıl kullanıma sunulduğu tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Taşkın tahmin sistemi için ihtiyaç duyulan veriler ve sağlayıcı kurumlar

Veri	Elde Edileceği Kurum	Formatı
Meteoroloji Gözlem İstasyonlarının (MGİ) Konumu	MGM DSİ	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Yağış, Sıcaklık, Basınç, Buharlaşma, Nem, Rüzgar ve Toprak Nemi Verileri	MGM DSİ	Excel
Akım Gözlem İstasyonlarının (AGİ) Konumu	DSİ YEGM	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Su Seviyesi ve Akım Ölçümleri	DSİ YEGM	Excel
Akarsu Kesitleri	DSİ YEGM	Grafik (1/1000 veya 1/2000) ve öznitelik
Drenaj Alanında Yer alan Yapay Tesisler	DSİ	Grafik (1/1000 veya 1/2000) ve öznitelik
Havzanın Sayısal Yükseklik Modeli	HGK	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Havza (ve Alt Havza) Sınırları	DSİ	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Akarsu Ağı	DSİ	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Doğal ve Yapay Göller, Bataklıklar	DSİ	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Arazi Örtüsü/Kullanımı	ÇŞB	Grafik (1/5000, 25000, 100000) ve öznitelik
Toprak Tipi	TRGM	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Jeolojik Yapı	MTA	Grafik (1/25000) ve öznitelik
Uydu Görüntüleri	Türksat	Raster
Hava Fotoğrafları	HGK TKGM	Raster

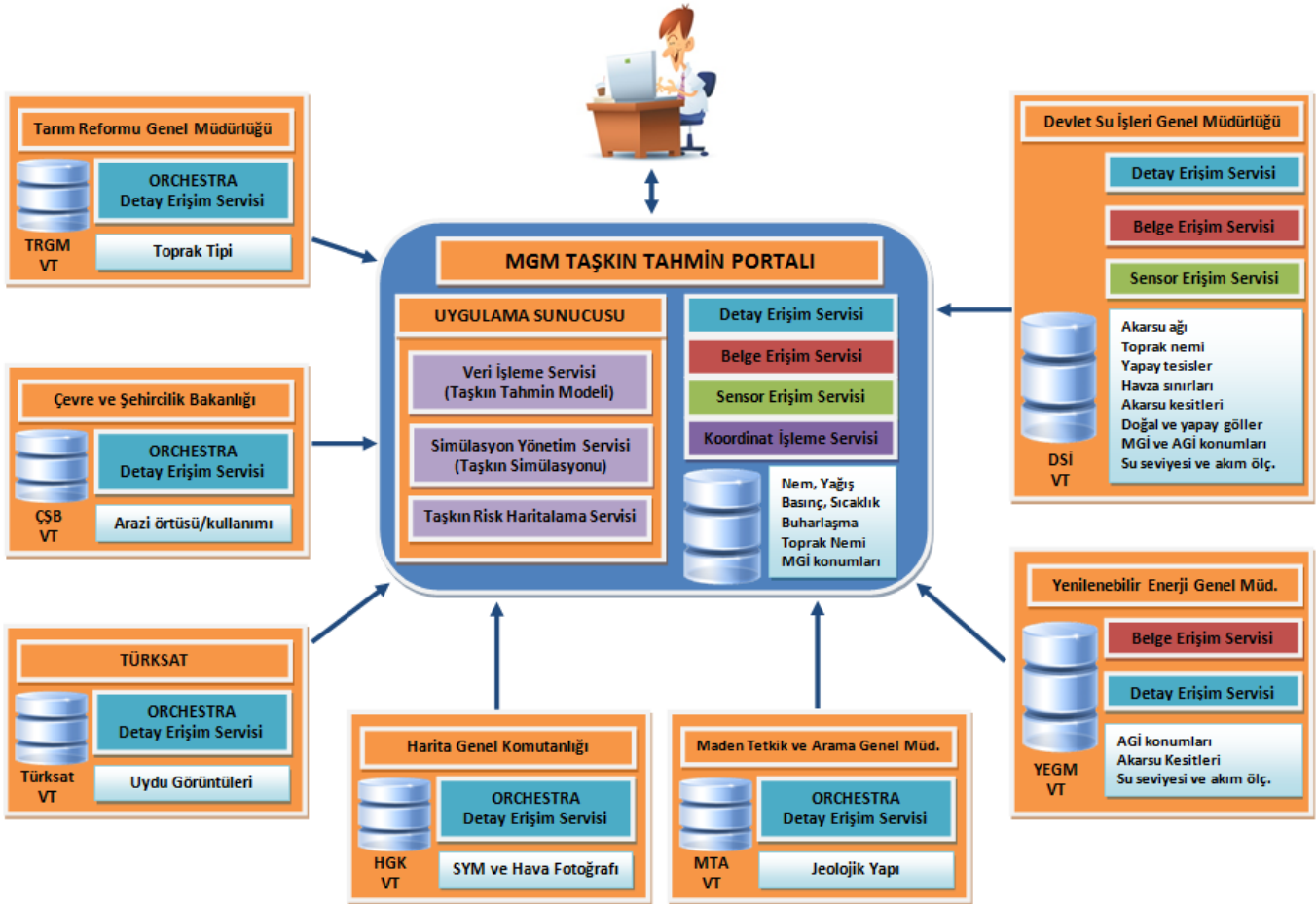


Şekil 5. Taşkın tahmin sisteminin ihtiyaç duyduğu verileri sağlayan kurumlar [31].

Taşkın tahmin sistemlerinin gereksinim duyduğu verileri sağlayan kamu kurumları Şekil 5.de gösterilmiştir. Çalışmanın bundan sonraki aşamasında, Tablo 4. de belirtilen konumsal ve konumsal olmayan verilerin hangi ORCHESTRA servisleri ile sunulabileceği belirlenmiştir. Tablo 4 incelendiğinde taşkın risk yönetimi için veri sağlayan kurumların farklı ölçeklerde ve formatlarda veri sundukları görülmektedir. Bununla birlikte, özellikle DSİ ve MGM gibi kurumların, akımölçerler, radar ve uydu sistemleri gibi çeşitli veri toplama sistemlerinden elde ettikleri gerçek zamanlı su seviyesi, akış, debi, sıcaklık, basınç, nem ve yağış verilerini MS Excel formatında bir metin dokümanı haline getirerek kullanıma sundukları belirlenmiştir. Bu nedenle, söz konusu verilerin her türlü elektronik dokümana erişim olanağı sağlayan bir “Belge Erişim Servisi”, konumsal verilerin de bir “Detay Erişim Servisi” ile sunulmasının uygun olacağına karar verilmiştir. HGK, MTA, DSİ, ÇŞB ve TRGM tarafından sunulan konumsal verilerin, farklı projeksiyon ve koordinat sistemlerinde üretildiği ve sunulduğu dikkate alındığında tasarlanan sistemde bir “Koordinat İşleme Servisi”nin de yer alması gerektiğine karar verilmiştir. MGM ile yapılan görüşmelerde, toprak nem verisinin üretilmesi için MGM ve DSİ’in ortaklaşa işlettiği farklı havzalarda yaklaşık 30 adet sensör’ün bulunduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, MGM ve DSİ de, ilgili sensörlerden toprak nem verisinin elde edilmesine olanak sağlayacak olan bir “Sensor Erişim Servisi”nin yer alması gerektiğine karar verilmiştir. Tasarlanan sistem genel hatlarıyla Şekil 6. da gösterilmiştir.

MGM uygulama sunucusunda koşması planlanan taşkın tahmin sisteminin iki ana görevi olacaktır. Birincisi taşkın tahminlerini yapmak, ikincisi ise taşkın risk haritalarını üretmektir. Taşkın tahmini için, MGM uygulama sunucusunda bir “Veri İşleme Servisi” koşacaktır. Veri İşleme Servisi, MGM tarafından belirlenen taşkın tahmin modelini için gerekli olan verileri ilgili kurumlardaki farklı erişim servislerini çağırarak elde edecektir. Elde edilen konumsal verilerin aynı koordinat sistemine dönüştürülmesini sağlamak için “Koordinat İşleme Servisi”ni kullanarak gerekli dönüşümleri gerçekleştirecektir.

Sonrasında, karmaşık hesaplamalar gerektiren taşkın tahmin modelini çalıştırarak taşkın tahminlerini üretecektir. Taşkın risk haritalarının üretilmesi için MGM uygulama sunucusunda bir “Simülasyon Yönetim Servisi” koşacaktır. Simülasyon Yönetim Servisi, gerekli konumsal ve konumsal olmayan verileri ilgili kurumlardan erişim servisleri aracılığıyla topladıktan sonra taşkın simülasyonunu gerçekleştirecektir. MGM uygulama sunucusunda koşması planlanan bir “Harita ve Diyagram Servisi” (Taşkın Risk Haritalama Servisi) ile simülasyon sonuçlarından taşkın risk haritaları üretilenektir.



Şekil 6. Taşkın tahmin ve risk haritalama sistemi için önerilen mimari [31].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Taşkın tahmin sistemleri, tahmin modellerinin gerektirdiği büyük miktardaki konumsal ve zamansal verileri dağıttık bir ortamdaki kaynaklardan anlık olarak toplamayı, depolamayı, işlemeyi, analiz etmeyi, raporlamayı ve sunmayı (görüntüleme) gerektiren kompleks sistemlerdir. SyM ve web servislerine dayalı olarak tasarlanan sistemin, sabit olarak kodlanmış (hard-coded) ve sıkı bağlı (tightly coupled) diğer web tabanlı sistemlerden [12-13-14-15] en önemli farkı, esnek, değiştirilebilir ve yeniden kullanılabilir bir yapıya sahip olması, ayrıca yağış, akış ve su seviyesi verilerinin yanı sıra tahmin modellerinin gerektirdiği diğer tüm verilere de web servisleri aracılığıyla anlık erişim olanağı sağlamasıdır.

Çalışmanın bu bölümünde tasarlanan sistem, web servisleri ve veri gereksinimleri açısından irdelenmiş ve sistem mimarisi ile ilgili olarak aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır. Öncelikle, çalışma kapsamında önerilen mimarinin genişletilmesini gerektiren durumlar söz konusu olabilecektir. Şöyle ki, son olarak MGM ile Amerika Birleşik Devletleri Ticaret ve Gelişme Ajansı (USTDA) tarafından 3 Eylül 2010 tarihinde imzalanan ve çalışmaları halen devam eden “Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi Fizibilite Antlaşması” kapsamında gerçekleştirilecek çalışmalardan biri de yaygın olarak kullanılan taşkın tahmin

modellerinin karşılaştırılmalı analizinin yapılmasıdır. Bu çalışmada, belirli bir taşkın tahmin modeline bağlı kalınmadan, literatür taramasından elde edilen bilgiler doğrultusunda, genel anlamda taşkın tahmin modelleri tarafından ihtiyaç duyulacağı belirlenen veriler ve bu verileri sunacak olan kamu kurumları dikkate alınarak sistem mimarisi tasarlanmıştır. Bu bağlamda, yukarıda adı geçen antlaşma kapsamında MGM tarafından seçilecek olan taşkın tahmin modelinin veri gereksinimlerine bağlı olarak sistem mimarisinde genişletmeler söz konusu olabilecektir. Böyle bir durumda sisteme yeni kurumların ve verilerin entegre edilmesi oldukça kolay olacaktır. Çünkü kurumlar arasındaki veri paylaşımı web servisleri aracılığıyla gerçekleştirildiği için taşkın tahmin modeli için ihtiyaç duyulan bir veri setini sunan yeni bir kurumun eklenmesi gerektiğinde, veri setinin özelliğine göre (grafik veri, grafik olmayan veri, sensör verisi gibi) uygun bir ORCHESTRA servisi aracılığıyla ilgili verinin sunulması sağlanabilecektir.

Sistem mimarisinde dikkat çeken diğer bir noktada, KVA'ların en önemli bileşenlerinden biri olan katalog servislerinin tasarlanan mimaride yer almamasıdır. Katalog servisleri, konumsal veri setleri ve web servisleri ile ilgili metaveri bilgilerini sunan servislerdir. Metaveri, genel olarak, bir konumsal veri setinin bulunmasına ve veri setinin, gerçekleştirilmesi düşünülen uygulamanın gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığının değerlendirilmesine olanak sağlayan veriler olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda, taşkın tahmin sistemlerinde, hangi kurumlardan hangi veri veya servislere ihtiyaç duyulduğu iyi bilindiği için bir katalog servisinde arama yapılarak veri setlerinin bulunmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Son olarak, tahmin taşkın modeli için ihtiyaç duyulan önemli verilerden biri olan toprak nem verisinin ülkemizde yeterli düzeyde toplanamadığı belirlenmiştir. MGM yetkilileri ile yapılan görüşmede, MGM tarafından işletilen yaklaşık 30 adet istasyonda toprak nem sensörleri ile nem verilerinin toplandığı, ancak bu sensörlerden elde edilen verilerin bir havzanın genel karakteristiğini yansıtmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, toprak nem verisinin radar uydu görüntülerinden elde edilmesinin [34-38] daha sağlıklı bir yaklaşım olacağı değerlendirilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, taşkın afetine yönelik acil durumlara hazırlıklı olma ve koruyucu tedbirleri alma noktasında hayati önem taşıyan taşkın tahmin sistemleri için KVA'ların önemi ortaya konulmuş ve ORCHESTRA mimarisine dayalı bir taşkın tahmin sistemi tasarlanmıştır. Çalışma konusu olarak taşkın afetinin seçilmesinde, ülkemizde taşkınların, heyelan ve depremlerden sonra en fazla yaşanan doğal afet olması, taşkın risk yönetimi konusunun ülkemizde henüz zlemediği olması ve başta MGM olmak üzere ilgili kurumlar tarafından yurtdışı destekli projelerle çalışmalara devam ediliyor olması etkili olmuştur.

Çalışma kapsamında, öncelikle taşkınların meydana gelmesinde etkili olan hidrolojik, meteorolojik ve fizyolojik faktörler tespit edilmiştir. Söz konusu faktörler, taşkın tahmin sistemlerinin etkin bir şekilde çalıştırılabilmesi ve taşkın risk haritalarının üretilebilmesi için ihtiyaç duyulan katmanlar olarak dikkate alınmış ve bu verileri üreten kamu kurumları belirlenmiştir. Ayrıca, ilgili kurumlardan yetkililer ve konunun uzmanları ile yüz yüze görüşmeler yapılarak verilerin nasıl toplandığı, hangi formatta ve hangi ölçekte üretildiği ve nasıl sunulduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonraki aşamasında, ilgili konumsal ve konumsal olmayan verilerin hangi ORCHESTRA servisleri ile sunulabileceği belirlenmiştir.

Bu çalışmada önerilen sistemin aktif kullanıcısı MGM olacaktır. Ancak tasarlanan sistemin, tam işlevsel olarak çalışabilmesi için bir takım gereksinimlerin karşılanması kaçınılmazdır. şöyle ki; web servislerine dayalı bir KVA gerçekleştirilmesinde yer alan bütün kurumların gerekli çalışmaları yaparak altyapılarını eř zamanlı olarak hazır hale getirmeleri gerekmektedir. Özellikle temel veri sağlayıcı kurumlardan birinin hazır olmaması önerilen sistemi işlevsiz kılacaktır. Ayrıca, çalışmanın tartışma bölümünde de belirtildiği gibi taşkın tahmin modelleri üzerinde kapsamlı bir çalışmanın yapılması ve gerekiyorsa ülkemizdeki tüm havzaların karakteristik özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde analiz edilerek havza bazında farklı taşkın

tahmin modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Böyle bir çalışmanın ardından önerilen sistemde gerekli iyileştirilmelerin yapılması gerekmektedir. Tasarlanan sistem, yukarıda belirtilen gereksinimler karşılandıktan sonra, çeşitli havzalarda pilot uygulamalarla test edilebilir, varsa uygulamada karşılaşılan eksiklikleri giderilebilir ve tam işlevsel olarak kullanıma sunulabilir.

5. KAYNAKLAR

1. Vos, F., Rodriguez, J., Below, R., Guha-Sapir, D., 2010. Annual Disaster Statistical Review 2009: The Numbers and Trends, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium.
2. Guha-Sapir, D., Vos, F., Below, R., Ponserre, S., 2011. Annual Disaster Statistical Review 2010: The Numbers and Trends, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium.
3. Akıncı, H., Doğan, S., Kılıçoğlu, C., Keçeci, S.B., 2010. Samsun İl Merkezinin Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2(3), 13-27.
4. Bacanlı, H., Özgüler, H., Lenk, O., 2003. Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği, Türkiye Ulusal Meteorolojik ve Hidrolojik Afetler Programı (TUMEHAP) Ulusal Raporu, Ankara. http://www.hgk.msb.gov.tr/uyekurulus/tujjb/tujjb/tumehap_ulusal_rapor.pdf
5. Bacanlı, H., 2011. Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler ve Erken Uyarı Sistemleri, Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelan ve Taşkınları Sempozyumu, 10-11 Şubat, Trabzon.
6. Kulga, Z., Dizdar, A.M., 1998. Türkiye Akarsu Havzaları Taşkın Yıllığı, Cilt No: III, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
7. CRED, 2011. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), EM-DAT the International Disaster Database, <http://www.emdat.be/search-details-disaster-list>
8. Mansourian, A., Rajabifard, A., Valadan Zoeja, M.J., Williamson, I., 2006. Using SDI and web-based system to facilitate disaster management, Computers & Geosciences, 32(2006), 303–315.
9. Zhang, C., Zhao, T., Li, W., 2010. Automatic search of geospatial features for disaster and emergency management, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12(2010), 409-418.
10. Molina, M., Bayarri, S., 2011. A multinational SDI-based system to facilitate disaster risk management in the Andean Community, Computers & Geosciences, 37(2011), 1501-1510.
11. Vescoukis, V., Doulamis, N., Karagiorgou, S., 2012. A service oriented architecture for decision support systems in environmental crisis management, Future Generation Computer Systems, 28(2012), 593–604.
12. Al-Sabhan, W., Mulligan, M., Blackburn, G.A., 2003. A real-time hydrological model for flood prediction using GIS and the WWW, Computers, Environment and Urban Systems, 27(2003), 9–32.
13. Cheng, C.T., Chau, K.W., Li, X.Y., Li, G., 2004. Developing a Web-based flood forecasting system for reservoirs with J2EE, Hydrological Sciences Journal, 49(6), 973-986.
14. Levy, J.K., Gopalakrishnan, C., Lin, Z., 2005. Advances in Decision Support Systems for Flood

- Disaster Management: Challenges and Opportunities, International Journal of Water Resources Development, 21(4), 593-612.
15. Lienert, C., Weingartner, R., Hurni, L., 2011. An interactive, web-based, real-time hydrological map information system, Hydrological Sciences Journal, 56(1), 1-16.
 16. Cömert, Ç., Akıncı, H., 2005. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı ve e-Türkiye İçin Önemi, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiriler Kitabı, 775-792, 28 Mart-1 Nisan, Ankara.
 17. Cömert, Ç., Ulutaş, D., Akıncı, H., Kara, G., 2009. Ulusal Konumsal Veri Altyapılarının Gerçekleştirmesi İçin Semantik Web Servisleri, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2009 (CBS 2009), 02-06 Kasım 2009, İzmir.
 18. Cömert, Ç., Akıncı, H., 2004. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı ve E-Dönüşüm Türkiye, Yapı ve Kentte Bilişim 04, "KENTTe-Dönüşüm" e-belediyecilik, e-mühendislik ve e-kentlilik 3.Ulusal Kongresi, 02-03 Aralık, Ankara.
 19. Cömert, Ç., Banger, G., 1995. Türkiye için Ulusal Konumsal Veri Altyapısı, Devlet İstatistik Enstitüsü Araştırma Sempozyumu, Ankara, Bildiriler Kitabı, 6-10.
 20. Cömert, Ç., 1996. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı için Veri Değışim Standardının Belirlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
 21. Cömert, Ç., Banger, G., 1996. Ulusal Konumsal Veri Altyapısı, 2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 49-61.
 22. Colan, M., 2004. Service-Oriented Architecture expands the vision of Web services, Part 1: Characteristics of SOA, <http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soaintro.html>
 23. McGovern J., Tyagi, S., Stevens, M., Mathew S., 2003. Java Web Services Architecture, Morgan Kaufmann, San Francisco, USA.
 24. Weerawarana, S., Curbera, F., Leymann, F., Storey, T., Ferguson, D.F., 2005. Web Services Platform Architecture: SOAP, WSDL, WS-Policy, WS-Addressing, WS-BPEL, WS-Reliable Messaging, and More, Prentice Hall, Indiana, USA.
 25. W3C, 2002. Web Services Architecture, W3C Working Draft 14 November 2002, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/tr/2002/wd-web-servisleri-arch-20021114/>
 26. Cömert Ç., Ulutaş D., Akıncı H., Kara G., 2010. Semantic Web Services for Implementing National Spatial Data Infrastructures, Scientific Research and Essays, 5(7), 685-692.
 27. Klopfer, M., Kanellopoulos, I., 2008. Orchestra an open service architecture for risk management, ORCHESTRA Book by the ORCHESTRA Consortium, ISBN: 978-3-00-024284-7.
 28. CORDIS, 2012. Community Research and Development Information Service (CORDIS), Open architecture and spatial data infrastructure for risk management, http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&PJ_RC�=6903297
 29. Uslander, T., 2007. Reference Model for the ORCHESTRA Architecture (RM-OA) Version: 2, OGC

07-097, OGC Best Practice Document.

30. Schimak, G., Havlik, D., Uslander, T., Denzer, R., 2006. From Proprietary Environmental Software Systems to Interoperable Components, 3rd Biennial meeting of the International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs 2006), July 9-13, Burlington, Vermont, USA.
31. Erdoğan, S., 2011. Web Servislerine Dayalı Bir Afet ve Acil Durum Yönetim Sistemi Tasarımı: Taşkın Tahmin ve Erken Uyarı Sistemleri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
32. Uslander, T., 2007. ORCHESTRA Architecture – Behind The Scenes, ORCHESTRA Day, 12 December, Stresa, Italy.
33. Pollock, J.T., Hodgson, R., 2004. Adaptive Information: Improving Business Through Semantic Interoperability, Grid Computing and Enterprise Integration, John Wiley&Sons, New Jersey, USA.
34. Balik Sanli, F., Kurucu, Y., Esetlili, M.T., Abdikan, S., 2008. Soil moisture estimation from RADARSAT-1, ASAR and PALSAR data in agricultural fields of Menemen plane of western Turkey, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B7, pp.75-81.
35. Pierdicca, N., Pulvirenti, L., Bignami, C., Ticconi, F., Laurenti, M., 2009. High Resolution Mapping of Soil Moisture by SAR: Data Integration and Exploitation of Prior Information, In Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2009), July 12-17, University of Cape Town, Cape Town, South Africa, pp. 960-963.
36. Pierdicca, N., Pulvirenti, L., Bignami, C., 2010. Soil moisture estimation over vegetated terrains using multitemporal remote sensing data, Remote Sensing of Environment, 114(2010). 440–448.
37. Prakash, R., Singh, D., Pathak, N.P., 2012. A Fusion Approach to Retrieve Soil Moisture With SAR and Optical Data, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 5(1),196-206.
38. Van der Velde, R., Su, Z., Van Oevelen, P., Wen, J., Ma, Y., Salama, M.S., 2012. Soil moisture mapping over the central part of the Tibetan Plateau using a series of ASAR WS images, Remote Sensing of Environment, 120(2012), 175–187.