

İzmir içme suyu sistemi için "CARVER" yöntemi ile risk analizi

Risk analysis for İzmir drinking water system with "CARVER" method

Fulden ESKİCİOĞLU¹, Efem BİLGİÇ¹, Orhan GÜNDÜZ¹

ÖZET

Dünyadaki birçok ülke sosyal, ekonomik ve politik krizler sonucu güvenliğini tehdit eden olaylar yaşamaktadır. Bu tehditler ile çoğu zaman, modern toplumsal yaşamın vazgeçilmez bileşenlerinden olan kritik altyapı sistemleri hedef alınmaktadır. Bu sistemlerin başında enerji, ulaşım, sağlık, haberleşme ve su alt yapıları gelmektedir. Söz konusu kritik alt yapılardan herhangi birinin durdurulması, tüm gündelik toplumsal yaşamı etkilemektedir. Günümüzde ulusal ve uluslararası tehdit olarak algılanan bu durumlar için ülkeler risk analizleri ve risk yönetim planları hazırlamaya başlamıştır. Bu çalışmada, İzmir ili kuzey ve güney su kaynakları olarak adlandırılan yüzeysel ve yeraltı su kaynakları ve bunlara ait kritik altyapı bileşenleri CARVER (Kritiklik, Erişilebilirlik, Tasarruf Edilebilirlik, Güvenlik Açığı, Etki, Tanınabilirlik) yöntemi kullanılarak çeşitli senaryolar altında incelenmiş ve risk analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda güney bölgesinin en önemli yüzeysel su kaynağı olan Tahtalı Baraj Gölü'nün ve kuzey su kaynakları olan yeraltı su kuyularının; biyolojik, fiziksel, doğal afet ve siber saldırıdan etkilenebileceği belirlenmiştir. Yeraltı su kuyuları, baraj gövdesi, su alma yapısı ve pompa istasyonlarının ise en çok risk altında kalacak üniteler olacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CARVER, kritik su alt yapı sistemleri, risk analizi

ABSTRACT

Many countries around the world face incidents that threaten their security due to social, economic, and political crisis. These threats mostly target critical infrastructure systems that are vital components of modern societies. Energy, transportation, health, communications and water infrastructure are amongst these critical infrastructures. The disruption of their services might influence modern societal life. Today, many countries have started to conduct risk analysis and develop risk management plans for such national and international threats. In this study, the surface and subsurface waters of the city of İzmir that are typically considered to be southern and northern resources as well as their critical infrastructure components are assessed by CARVER (Critically, Accessibility, Recuperability, Vulnerability, Effect, Recognizability) method under difference scenarios and risk analysis are conducted. As a result of these analysis, Tahtalı Dam Lake that is the most important water resources of the south and the groundwater wells of the north are found to be influenced from biological, physical, natural and cyber threats. Groundwater wells, Tahtalı Dam body, water intake structure and pumping stations were found to be the most critical units.

Key Words: CARVER, critical water infrastructure system, risk analysis

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İZMİR

İletişim / Corresponding Author : Fulden ESKİCİOĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi 35390 Buca / İzmir - Türkiye
Tel : +90 533 730 13 53 E-posta / E-mail : fuldeneskicioglu@gmail.com

DOI ID : 10.5505/TurkHijyen.2017.65768

Eskicioğlu F, Bilgiç E, Gündüz O. İzmir içme suyu sistemi için "CARVER" yöntemi ile risk analizi. Turk Hij Den Biyol Derg, 2017; 74(EK-1): 105-112

GİRİŞ

Günümüzde tüm ülkeler, ulusal ve uluslararası terör, politik/ekonomik krizler ve doğal afetlerin tehdidi altındadır. Bu tehditler arasında en ön plana çıkanlar terör saldırıları, savaşlar, sosyoekonomik sebeplere bağlı olarak ortaya çıkan göçler, çevre ve sağlık sorunları ve deprem, tsunami, kasırgalar vb. doğal afetlerdir. Ülkemizde bu tip tehditlerin altında bulunmakta ve her geçen gün tüm toplumu etkileyecek risklere maruz kalmaktadır.

Özellikle kentsel yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan kritik pek çok altyapı, sözü edilen tehditlere maruz kalmaktadır. Kritik altyapılar, işlevini kısmen veya tamamen yitirdiğinde toplumsal düzenin ve kamu hizmetlerinin yürütülmesini olumsuz etkileyerek insanların sağlık, emniyet, güvenlik, ekonomi ve sosyal refahı üzerinde olumsuz etkiler oluşturacak varlık, sistem ve yapıların bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma uyan kritik altyapılar arasında en önde gelenleri enerji, telekomünikasyon, ulaşım, elektrik ve su altyapılarıdır (1). Pek çoğu birbiri ile etkileşim halinde çalışan bu altyapı sistemlerinin herhangi birine yönelecek bir tehdidin tüm sistemleri etkilemesi olasıdır. Bu tip bir durum altında tüm kentsel altyapının etkilenmesi ve modern yaşamın toptan sekteye uğraması ihtimal dahilindedir. Ulusal ve uluslararası boyutta ciddi olumsuzluklara neden olarak modern yaşamın durma noktasına gelmesine ve daha ileri aşamalarda ülke güvenliğine tehdit oluşturmaya kadar varabilecek olumsuzluklara neden olabilmektedir. Özellikle içme suyu altyapılarının olası doğal veya insan kaynaklı tehditlerden etkilenmesi, geniş toplum kitleleri üzerinde ciddi bir halk sağlığı riskinin oluşması anlamına gelmektedir. Tüm riskler dikkate alındığında, su/atık su altyapı sistemlerinin toplumsal yaşamın sürdürülebilirliği açısından büyük hassasiyet içeren hedeflere dönüştüğünü söylemek mümkündür. Bu çalışmada, İzmir ili içme suyu kaynakları ve bağlı kritik altyapıların mevcut durumunun ortaya konulması, biyolojik, fiziksel, doğal afet ve siber saldırılar altında altyapı elemanlarının

maruz kalacakları risklerin ortaya konulması ve bunların önceliklendirilmesi için "CARVER" yöntemi kullanılmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

CARVER YÖNTEMİ

CARVER yöntemi, bir kritik altyapı unsurunun maruz kalacağı risklerin, yöntemin baş harflerini (Critically, Accessibility, Recuperability, Vulnerability, Effect, Recognizability) oluşturan "kritiklik, ulaşılabilirlik, yeniden devreye alınabilirlik, hassasiyet, etki ve tanınırlık" başlıkları altında puanlamalar yapılmak suretiyle değerlendirmesini sağlamaktadır (2). Tüm kriterler önemine göre 1'den 10'a değişen bir skalada puanlandırılmakta ve değerlendirilmeye alınan unsurlar arasındaki toplam görecelilik puanı hesaplanmaktadır. Genel anlamda askeri amaçlı potansiyel saldırı hedeflerinin analizi ve önceliklendirilmesi için uygulanan bu yöntemin değerlendirme kriterleri, saldırı için en iyi hedefin ve hedef bileşenlerinin seçilmesine yöneliktir. Her hedefin kriter bazında puanlaması yapılmak suretiyle hedefin saldırıya ne kadar uygun olduğunu gösteren sayısal puanı ortaya çıkartılmaktadır. Kriterler için verilen tüm sayısal değerler bir matriste düzenlenerek her bir hedef için toplam puanlar elde edilmektedir. Söz konusu toplam puan hedefe ait bir skor olup en yüksek skora sahip olan hedef en iyi hedef olarak değerlendirilmektedir. CARVER yöntemi kritik kentsel altyapılara olan tehditlerin incelenmesinde ise bileşenlerin çeşitli tehditlere hedef olmaları durumundaki hassasiyetlerinin belirlenmesi ve önceliklendirilmesinde kullanılmaktadır. Yöntemin bileşenleri aşağıda verilmiştir.

Kritiklik (C):

Kritik altyapı bileşenine olan tehdidin halk sağlığı, sosyal algı ve ekonomik açıdan önemini temsil etmektedir. Bu kapsamda söz konusu bileşene herhangi bir tehdit/saldırı olması durumunda bundan

etkilenebilecek insan sayısı veya olası can kaybı sayısı açısından sınıflandırılmaktadır (2).

Ulaşılabilirlik (A):

Hedefe fiziksel olarak ulaşılabilirliğin ve eylem gerçekleştirildikten sonra tesisten çıkış kolaylığının bir göstergesidir. Bir bileşene, saldırıyı gerçekleştirmek üzere tespit edilmeden giriş-çıkış yapabiliyorsa o bileşen kolay ulaşılabilir olarak nitelendirilmektedir. Diğer bir deyişle bu kriter hedefin tehlide karşı açıklığını göstermektedir. Bununla beraber, bu kriter tehdit araçlarının başarılı olma olasılığından bağımsız olarak değerlendirilmelidir (3).

Yeniden devreye alınabilme (R):

Sistemin saldırı sonrasında yeniden tam kapasite ile devreye alınabilme kapasitesi olarak tanımlanmakta ve yeniden devreye girme süresi olarak ölçülmektedir. Bu kriter, sistemin yerine başka bir ünitenin kullanılması ya da onarım ile meydana gelen hasarın giderilmesini kapsamaktadır (3).

Hassasiyet (V):

Hedefin, yapılan tehdidin/saldırının amacına ulaşmasında sistem içerisinde ne kadar etkili olacağına bir göstergesi olarak tanımlanabilmektedir. Bir diğer deyişle hedefin hasara uğraması sonucunda sistemin bu durumdan ne kadar etkileneceğinin değerlendirilmesidir. Bu kriterde hedefin ulaşılabilirliği değerlendirmeye alınmaz, tam tersine hedefin tamamen ulaşılabilir olması varsayımı ile hem hedefin kendisinin hem de çevresinin bir değerlendirmesi yapılmaktadır (3).

Etki (E):

Tehdit/saldırı sonrasında sistemin üretim potansiyelinde meydana gelen kaybın miktarını ifade etmektedir. Bu kriter kapsamında kaybın yüzdesi dikkate alınarak sınıflandırma yapılmakta ve sistem üzerinde meydana gelebilecek etkinin boyutu bu şekilde belirlenmektedir (3).

Tanımlılık (R):

Bir hedefin saldırgan tarafından başka hedefler ya da bileşenlerle karıştırılmadan tanımlılık derecesi olarak tanımlanmaktadır. Bununla beraber tanımlılık aynı zamanda hedefin tanınabilmesi için ne kadar teknik bilgi ve uzmanlık gerektiğinin de bir ölçütüdür. Ayrıca bu kriter kapsamında sistemin karmaşıklığının boyutu da göz önünde bulundurulmalıdır.

CARVER yönteminde öncelikle her bir hedefin, sistemin ya da bileşenin her bir kriter bazında belirlenmiş sınıflar göz önüne alınarak puanlaması yapılmaktadır. Değerlendirme aşaması tamamlandıktan sonra her hedefin kriter başına aldığı puanlar toplanarak tek bir değer elde edilmekte ve sistem bileşenleri kendi arasında sıralanmaktadır. Elde edilen bu değer büyüklüğü o sistemin saldırıya açık ve alınması gereken önlemlerde öncelikli olduğunun bir göstergesidir.

BULGULAR

İzmir Kenti İçme Suyu Kaynakları ve Altyapısı

İzmir yaklaşık dört milyon kişilik nüfusa sahip Türkiye'nin en büyük üçüncü kentidir. 2015 yılı verilerine göre, İzmir eski metropol alanına içme suyu sağlayan kaynakların %52,3'ü yeraltı suyu, %47,7'si yüzeysel su kaynaklarıdır. Genel olarak bir su dağıtım altyapısında, derin kuyulardan veya yüzeysel kaynaklardan çekilen su arıtma tesisinde artıldıktan sonra pompalar vasıtasıyla yerleşim yerine göre daha yüksek kottaki bir depoya basılmakta ve bu depodan cazibe ile şebekeyi besleyerek son kullanıcıya iletilmektedir. Bu yapıya farklı kottaki depolar, ara pompa istasyonları ve diğer kaynaklardan elde edilen sular ilave edildiğinde su dağıtım altyapısı karmaşıklaşmaktadır. İzmir il merkezinde de su dağıtım altyapısı kompleks bir yapıya sahiptir. Farklı kaynaklardan elde edilen su, değişik noktalardan kente giriş yaparak su dağıtım sisteminde birleşmektedir. Bu bağlamda, İzmir içme suyu altyapısının ayrık değil bütünleşik sistem olduğu söylenebilir (2). Sistemin kaynaklardan itibaren tüm kontrolü Halkapınar'daki

İzmir Büyükşehir Belediyesinin İZSU SCADA (Su Dağıtım Ve Merkezi Kontrol Müdürlüğü) birimi tarafından bilgisayarlarla denetlenmekte ve yönlendirilmektedir.

Kuzey İçme Suyu Kaynakları ve Altyapısı

İzmir ilinin kuzey kesimlerine içme suyu sağlayan en önemli kaynaklar Sarıkız, Göksu, Menemen/Çavuşköy ve Halkapınar yeraltı su kaynaklarıdır. Bu sistemi oluşturan kaynaklarda su kuyularla yeraltından çıkartılmakta ve gerekli arıtma işlemleri sonrasında şebekeye verilmektedir. Kuzey kaynakları olarak adlandırılan bu sistemin kritik alt yapı bileşenleri yeraltı suyunun çıkartıldığı akifer ve derin kuyular, isale hatları, içme suyu arıtma tesisleri, pompa istasyonları, dağıtım şebekesi ve su depolarıdır.

Güney İçme Suyu Kaynakları ve Altyapısı

İzmir ilinin güney kesimleri büyük oranda yüzeysel su kaynaklarından beslenmekte olup en önemli kaynağı Tahtalı Barajı'dır. Tahtalı Baraj Gölü'nde biriktirilen su, bir su alma yapısı ve pompa istasyonu aracılığıyla dengeleme tankına terfi edilmektedir. Buradan ham su isale hattı ile Görece İçme Suyu Arıtma Tesisi'ne ulaştırılmaktadır. Burada arıtıldıktan sonra pompalanarak ilk olarak Karabağlar Su Deposu'na ulaşmakta buradan da şebeke yardımıyla şehre verilmektedir. Güney kaynakları olarak adlandırılan bu sistemin en önemli bileşeni olan Tahtalı Barajı'nın kritik alt yapı bileşenleri baraj yapısı, baraj gölü, su alma yapısı ve pompa istasyonu, isale hattı, Görece içme suyu arıtma tesisi, pompa istasyonları, dağıtım şebekesi ve su depolarıdır.

CARVER Yöntemi ile Uygulama

Bu çalışmada, İzmir güney kesimi su kaynaklarının en önemli bileşeni olan Tahtalı Barajı ile kuzey kesimi su kaynaklarını oluşturan Sarıkız, Göksu, Menemen-Çavuşköy ve Halkapınar derin su kuyuları incelenmiştir. Bu bağlamda, gerçekleştirilen risk değerlendirmesi çalışmasının İzmir'in yüzeysel su kaynakları ve yeraltı su kaynaklarının karşılaştırması olarak da değerlendirilmesi mümkündür. Çalışma

kapsamında incelenen kritik alt yapı elemanları, yeraltı su kaynağı için yeraltı sularının bulunduğu akifer bölgesi, derin su kuyuları ve arsenik arıtma tesisleri; yüzeysel su kaynağı için ise baraj gölü ve gövdesi, su alma yapısı ve arıtma tesisini içermektedir. Her iki kaynak için ortak kullanımda olan isale hatları, pompa istasyonları, dağıtım şebekesi ve su depoları da çalışmaya dâhil edilmiştir. Her iki su kaynağı için de dört farklı senaryo oluşturulmuş ve potansiyel tehditlerin neden olacağı riskler CARVER yöntemi ile değerlendirilmiştir. İncelenen senaryolar, (1) kasıtlı olarak sisteme kirletici karıştırılarak biyolojik/kimyasal saldırı yapılması, (2) sistem bileşenlerinin işleyişini aksatmak ya da tamamen durdurmak amacıyla fiziksel (terörist) saldırı yapılması, (3) sistem bileşenlerinin doğal bir afetten (deprem) etkilenmesi ve (4) sistem bileşenlerinin siber saldırılara maruz kalması olarak belirlenmiştir. Bahsi geçen kritik alt yapı bileşenlerinin bu senaryolar altında maruz kalacağı riskler incelenmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Tablo 1).

1. senaryoda; biyolojik veya kimyasal bir kirleticinin sisteme kasıtlı olarak karıştırılarak sistemin bileşenleri ile son kullanıcıya ulaşarak insan sağlığını olumsuz olarak etkilenmesi tehdidi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu senaryo kapsamında en yüksek puana ve dolayısıyla hedef olabilme açısından en yüksek riske sahip olan bileşen baraj gölü ve yeraltı su kaynaklarının bulunduğu akiferlerdir. Baraj gölünün kolay ulaşılabilir ve rahatça tanınabilir olması, kirletici karıştığında tüm gölde kolayca dağılılabildiği gibi sebeplerle CARVER yönteminde en yüksek skoru almasına neden olmuştur. Yeraltı su kaynaklarının da bu tip bir etkiden etkilenme olasılığı bulunmakla birlikte, kaynağın yerin altında olması ve erişilebilirliğinin ancak kuyular vasıtasıyla mümkün olması gibi nedenlerle yüzeysel sulara nazaran daha düşük risk içerdiği tespit edilmiştir. Gerek yüzeysel (baraj gölü) gerekse yeraltı su kaynakları (su kuyuları), kirleticilerin artırılmasındaki güçlükler ve yeniden devreye alınmasındaki uzun süre ihtiyacı

Tablo 1. Senaryo Sonuçları

Senaryo 1 Sonuçları								
Altyapı tesisi adı		C	A	R	V	E	R	Toplam
Yeraltı İçme Suyu Kaynakları	Yeraltı Su Kaynakları (Akifer)	9	7	9	9	10	3	47
	Yeraltı Suyu Kuyuları (Derin kuyular)	10	9	3	9	1	9	41
	İsale Hatları	10	1	2	2	10	1	26
	Arsenik İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	6	3	7	10	8	44
Yüzeysel İçme Suyu Kaynakları	Baraj Gövdesi	1	1	1	1	1	10	15
	Baraj Gölü	8	9	10	10	9	10	56
	Su Alma Yapısı ve Pompa İstasyonu	10	4	1	3	10	6	34
	İsale Hattı	10	1	2	2	10	1	26
Ortak Üniteler	İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	4	3	1	10	5	33
	Pompa İstasyonları	8	6	1	2	5	5	27
	Dağıtım Şebekesi	8	2	4	2	2	1	19
	Su Depoları	6	7	1	2	3	8	27
Senaryo 2 Sonuçları								
Altyapı tesisi adı		C	A	R	V	E	R	Toplam
Yeraltı İçme Suyu Kaynakları	Yeraltı Su Kaynakları (Akifer)	1	1	1	1	7	3	14
	Yeraltı Suyu Kuyuları (Derin kuyular)	10	10	9	9	10	9	57
	İsale Hatları	10	3	6	5	9	1	34
	Arsenik İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	6	8	8	9	9	50
Yüzeysel İçme Suyu Kaynakları	Baraj Gövdesi	10	1	10	5	10	10	46
	Baraj Gölü	1	9	1	1	1	10	23
	Su Alma Yapısı ve Pompa İstasyonu	10	6	8	7	10	6	47
	İsale Hattı	10	3	6	5	9	1	34
Ortak Üniteler	İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	6	10	6	7	5	44
	Pompa İstasyonları	8	6	5	7	5	5	36
	Dağıtım Şebekesi	6	2	4	3	4	1	20
	Su Depoları	6	8	4	5	4	8	35
Senaryo 3 Sonuçları								
Altyapı tesisi adı		C	A	R	V	E	R	Toplam
Yeraltı İçme Suyu Kaynakları	Yeraltı Su Kaynakları (Akifer)	10	10	10	10	10	1	51
	Yeraltı Suyu Kuyuları (Derin kuyular)	10	10	10	8	10	1	49
	İsale Hatları	10	8	5	6	9	1	39
	Arsenik İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	10	10	8	10	1	49
Yüzeysel İçme Suyu Kaynakları	Baraj Gövdesi	10	10	10	8	10	1	49
	Baraj Gölü	1	4	1	1	1	1	9
	Su Alma Yapısı ve Pompa İstasyonu	10	10	8	8	10	1	47
	İsale Hattı	10	8	5	6	9	1	39
Ortak Üniteler	İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	10	10	8	10	1	49
	Pompa İstasyonları	8	10	4	8	7	1	38
	Dağıtım Şebekesi	6	8	5	5	6	1	31
	Su Depoları	6	10	3	8	5	1	33
Senaryo 4 Sonuçları								
Altyapı tesisi adı		C	A	R	V	E	R	Toplam
Yeraltı İçme Suyu Kaynakları	Yeraltı Su Kaynakları (Akifer)	1	1	1	1	1	1	6
	Yeraltı Suyu Kuyuları (Derin kuyular)	10	6	2	8	10	4	40
	İsale Hatları	1	1	1	1	1	1	6
	Arsenik İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	6	2	8	10	4	40
Yüzeysel İçme Suyu Kaynakları	Baraj Gövdesi	1	1	1	1	1	1	6
	Baraj Gölü	1	1	1	1	1	1	6
	Su Alma Yapısı ve Pompa İstasyonu	10	6	1	7	10	6	40
	İsale Hattı	1	1	1	1	1	1	6
Ortak Üniteler	İçme Suyu Arıtma Tesisi	10	6	2	8	10	4	40
	Pompa İstasyonları	8	6	2	6	10	5	37
	Dağıtım Şebekesi	6	6	1	5	10	1	29
	Su Depoları	6	6	1	5	10	7	35

gibi nedenlerle en riskli altyapı bileşenleri olarak görülmektedir. Diğer altyapı bileşenleri ise göreceli olarak daha düşük riskler içerdiklerinden CARVER yöntemi değerlendirilmesi sonucu daha düşük skorlar almışlardır. Bununla beraber su alma yapısı ve pompa istasyonu ile içme suyu arıtma tesisi de bu tehdit açısından önlem alınması gereken diğer bileşenler arasındadır.

2. senaryoda; kritik alt yapı tesislerinin işleyişini aksatmak ya da tamamen durdurmak amacıyla yapılan fiziksel bir saldırı durumu incelenmiştir (Tablo 1). Bu senaryo kapsamında fiziksel yapıların zarar görme olasılığı değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, su kuyuları, baraj gövdesi, su alma yapısı ve içme suyu arıtma tesisleri risk altındadır. Yeraltı su kuyularının fiziksel bir saldırı sonrası yeniden devreye alınması mümkün olmayıp yeni kuyu açılması gerekmektedir. Ayrıca bu kuyuların çoğu zaman korumasız bölgelerde bulunması ve saldırı riskine açık olması gibi nedenlerle riskli yapılardır. Baraj gövdesi ise doğal olarak bu tip saldırılar karşısında daha dayanımlı bir yapıdır. Ancak çok şiddetli bir saldırı yapılması durumunda barajın çökmesi durumu söz konusu olabilir ki bu da, baraj mansabı için katastrofik sonuçları olacak bir tehdit olarak algılanmalıdır. Gerek yüzeysel gerekse yeraltı suyu kaynakları için kurulmuş bulunan arıtma tesisleri de fiziksel saldırılardan en fazla etkilenecek tesisler arasındadır. Bunlara karşılık baraj gölü, yeraltı suyu akiferi ve dağıtım şebekesi gibi altyapı bileşenlerinin fiziksel saldırı açısından diğer bileşenlere kıyasla daha düşük risk altında olacağı öngörülmüştür.

3. senaryoda; kritik altyapı tesislerinin bir doğal afet karşısında karşılaşacağı riskler araştırılmıştır. Tüm doğal afetlere göre değerlendirme yapmak olası etkiler açısından oldukça zor olduğundan, bu senaryo kapsamında yalnızca “deprem” göz önünde bulundurulmuştur. Tüm yapılar inşası sırasında deprem riski göz önüne alınarak tasarlanır. Bu senaryoda olası depremin bölgenin her yerinde (fay hattı üzerinde olup olmaması veya deprem bölgesinden uzak olması gibi ihtimaller göz ardı edilerek) aynı coğrafi koşullara

göre en yüksek şiddetle gerçekleşeceği kabul edilerek riskler hesaplanmıştır. Bu senaryoda baraj gölü dışında tüm tesisler önemli bir risk altındadır. Deprem ile yeraltı sularının yön değiştirmesi ve su kuyularının tamamen çökme riski yüksek olduğu için en riskli yapı olarak derin su kuyuları belirlenmiştir. Buna ek olarak baraj gövdesi, su alma yapısı ve pompa istasyonu ile içme suyu arıtma tesisleri en yüksek tehdit altında olan kritik altyapı bileşenleri olarak öne çıkmıştır.

4. senaryoda ise olası siber tehditler dikkate alınmıştır. Siber saldırıda sisteme uzaktan erişim sağlanarak sistemin kontrolünün yetkisi olmayan kötü amaçlı kişilerin eline geçmesi değerlendirilmiştir. Tüm kritik altyapı tesisleri SCADA sistemi tarafından yönetilmektedir. Buna bağlı olarak uzaktan erişimin sağlandığı tüm alt yapı sistemleri tehdit altındadır. Uzaktan erişimin mümkün olmadığı ve elle kontrol edilebilen baraj gövdesi, baraj gölü, yeraltı suyu akiferleri ve isale hatlarının düşük risk altında olduğu söylenebilir. Bununla beraber, derin kuyular, su alma yapısı ve pompa istasyonu, içme suyu arıtma tesisleri, pompa istasyonları ve su depoları önemli hedef noktaları olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Belirtilen senaryolar altında yüzeysel ve yeraltı içme suyu sisteminin en çok tehdiye açık bileşenleri Tablo 2’de özetlenmiştir. Yapılan risk değerlendirmesi sonucu, “biyolojik veya kimyasal saldırı” tehdidinde en çok etkilenecek olan yapının doğrudan su kaynağının kendisi olacağı ve buna ek olarak da göreceli olarak daha az karmaşık ve küçük bir işletme olması itibarıyla kirleticinin sisteme kolayca bırakılabileceği bir yapıda olması nedeniyle arsenik içme suyu arıtma tesisleri olacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda, olası bir biyolojik ve kimyasal saldırıya yönelik tehditleri azaltmak için su kaynaklarının etrafındaki koruma alanlarının kapsamlı bir şekilde oluşturulması, sürekli gözlem halinde bulundurulması alanın güvenlik tedbirlerinin arttırılması önerilmektedir. Arsenik içme suyu

arıtma tesislerinin personel giriş çıkışlarının sıkı bir şekilde kontrol edilmesi ve çalışanların bu konuda bilinçlendirilmesi de gerekli görülmektedir.

“Fiziksel/Terörist Saldırı” yeraltı suyu kuyularının etrafında genellikle hiçbir koruma olmaması nedeniyle derin su kuyularını en kolay etkileyebilecek tehditlerden biridir. Olası bir saldırı sonrasında sondaj kuyusunun zarar görmesi sonucu ve buna bağlı olarak devreye alınmasının oldukça uzun süreceği düşünüldüğünde bu bileşenin en çok risk altında olan kritik altyapı olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, İzmir iline su temin eden kuzey kaynaklarında kuyu grupları etrafında fiziksel koruma alanlarının oluşturulması ve güvenlik birimlerinin sürekli gözlemi altında tutulması ve mümkün olan ünitelerin etrafına koruma amaçlı bariyer yerleştirilmesi önerilmektedir. İçme suyu arıtma tesisleri genellikle güvenlik birimlerinin sürekli gözetiminde tesisler olmaları itibarıyla fiziksel tehditlere nispeten daha az maruz kalmaktadırlar. Ancak arsenik arıtma tesisleri gibi daha kompakt tesislerin, konvansiyonel içme suyu arıtma tesislerine nazaran saldırı altında daha büyük hasar alması söz konusudur. Özellikle kapalı alandaki filtre ünitelerinin fiziksel saldırılarda daha büyük hasara uğraması olasıdır. Bu tip bir tehdit de, sistemdeki betonarme yapılar büyük risk altında olacaktır.

“Doğal afet” olarak deprem tehdidi ele alındığında yeraltı su kaynakları en fazla etkilenecek bileşenlerden biri olacağı açıktır. Küçük sarsıntılar altında dahi İzmir ilinin Dikili ilçesinde açılan bazı kuyularda yeraltı sularının yön değiştirmesi ve kuyu debilerinin azalması gözlenmiştir. Daha şiddetli depremlerde akiferlerdeki yeraltı suyu akımının daha fazla etkilenmesi ve derin su kuyularının yıkılmasına bağlı olarak su temininin tamamen kesilmesi söz konusu olabilecektir. Bu nedenle açılması planlanan derin kuyuların yer seçiminde fay hatlarına olan yakınlığın dikkate alınması ve zemin etütlerinin hassasiyetle değerlendirilmesi önerilmektedir. Yer üstündeki tüm diğer betonarme yapıların da deprem riskinden etkilenecekleri açıktır. Bu şart altında, etki sonrası geri devreye almanın uzunluğu gibi faktörler sebebiyle içme suyu arıtma tesisleri, baraj gövdesi ve su alma yapıları en fazla etkilenecek bileşenler arasındadır. Ancak bu ünitelerin ilk tasarımlarında deprem riskinin dikkate alınmış olması aynı zamanda bu tesisleri depreme dayanımlı hale de getirmektedir.

“Siber saldırı” sonucu derin kuyulardan su çekilememesi ve barajlardaki su alma yapısı ve pompa istasyonunun etkilenmesi, tüm tesislerin ve ünitelerin de devre dışı kalması olarak kabul edilebilir. İçme suyu arıtma tesislerinin işlevsiz kalması sonucu arıtma yapılmadan suyun şehre

Tablo 2. Risk Değerlendirme Sonuçları

Altyapı tesisi adı	Biyolojik /Kimyasal Saldırı	Fiziksel Saldırı	Doğal Afet	Siber Saldırı	
Yeraltı İçme Suyu Kaynakları	Yeraltı Su Kaynakları (Akifer)	47	14	51	6
	Yeraltı Suyu Kuyuları (Derin kuyular)	32	57	49	40
	İsale Hatları	26	34	39	6
	Arsenik İçme Suyu Arıtma Tesisi	44	50	49	40
Yüzeysel İçme Suyu Kaynakları	Baraj Gövdesi	15	46	49	6
	Baraj Gölü	56	23	9	6
	Su Alma Yapısı ve Pompa İstasyonu	34	47	47	40
	İsale Hattı	26	34	39	6
	İçme Suyu Arıtma Tesisi	33	44	49	40
Ortak Üniteler	Pompa İstasyonları	27	36	38	37
	Dağıtım Şebekesi	19	20	31	29
	Su Depoları	27	35	33	35

verilmesi farklı halk sağlığı riskleri ortaya çıkartacaktır. Ayrıca “Radyo Frekanslı Depo - Pompa Otomasyon Sistemi” ile yerleşim birimlerinin depo, pompa ve terfi birimleri arasında haberleşme sağlayan sistemin etkisiz hale gelmesi, şehirde su taşkınları veya kesintilerinin meydana gelmesine neden olabilecektir. İzmir ilinin SCADA altyapısının bir siber saldırı altında ne kadar direnç göstereceğine dair çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca SCADA sisteminin devreye girdiği yıldan itibaren yerel işletmelerde suyu kontrol eden personellerin farklı birimlere atanmış olması ve yerel işletmelerde herhangi bir sorun çıktığında ana merkezden tesislere personel yönlendiriliyor olması, olası tehditlere müdahale zamanını arttırmaktadır. Acil bir durumda müdahalede edecek uzman

kişilerin tesislerde bulunmaması ve tesisi çok iyi tanımayan kişilerin müdahale edecek olması daha farklı riskleri beraberinde getirmektedir. Bu nedenle yerel işletmelerde her zaman müdahale edebilecek teknik elemanların tam zamanlı olarak bulundurulmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Yapılacak olan risk analizleri her tesisin kapasitesine, teknik özelliklerine, mevcut ünitelerine, tesisin konumuna göre ayrı olarak değerlendirilmelidir. Değerlendirmeye tesis çalışanlarının ve yöneticilerinin de katıldığı varsa güvenlik önlemlerinin veya açıklıklarının da göz önünde bulundurulduğu kapsamlı bir çalışma yapılarak CARVER benzeri bir yöntem ile daha gerçekçi sonuçların elde edilebilmesi mümkün görünmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anonymous. Water Sector-Specific Plan: An Annex to the National Infrastructure Protection Plan, Department of Homeland Security. USA: Washington, D.C., 2010.
2. Anonymous. Appendix D Target Analysis Process. FM 34-36. Federation of American Scientists. Erişim Tarihi: 01 Şubat 2016.
3. Bilgiç, Tulger Kara G, Gündüz O. İçme suyu altyapı tesislerine olan risklerin “CARVER” yöntemiyle değerlendirilmesi: İzmir Örneği. Uluslararası Su ve Atık su Yönetimi Kongresi (UKSAY 2016). 26-28 Ekim, Malatya-Türkiye. 2016.
4. Anonymous. İZSU (2016). <http://www.izsu.gov.tr/Pages/Tesisler.aspx?b=>. Erişim Tarihi: 07 Aralık 2016.