

## Afet ve Acil Durumlarında Su İhtiyacının Belirlenmesi ve Yönetimi

*Onur DÜNDAR<sup>1</sup>, Reşide ADAL DÜNDAR<sup>2</sup>, İsmail Hakkı ÖZÖLÇER<sup>3</sup> ve Berna AKSOY<sup>4</sup>  
<sup>1,3,4</sup> Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak  
<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Ankara*

### Özet

Afetler, mühendislerin başa çıkması gereken en önemli doğa olaylarının başında gelmektedir. Değişen iklim koşullarının son yıllarda meydana gelen afetlerin sıklığında ve boyutlarında artışlara neden olduğu gözlenmektedir. Büyüyen kentler ve artan kent merkezi nüfusları afetlerden etkilenen insan sayısının ve maddi kayıpların artmasına sebep olmakta ve ayrıca afet sonrası için yapılması gereken kurtarma çalışmalarının daha detaylı planlanmasını gerektirmektedir. Afet bölgelerinde en önemli ihtiyaç maddelerinin başında ise içme suyu ve temizlik suyu gelmektedir. Yeterli miktarda içme suyu ve temizlik suyu bulunmadığı durumlarda can kayıplarının daha da arttığı gözlenmektedir. Doğal afetlerin olduğu bölgelerde kentsel altyapı tesislerinin büyük zarar gördüğü afetler sonrasında rapor edilmektedir. Acil afet planlarında buna karşı yerel çözümler önerilmektedir. İmkânlar dâhilinde afet ve acil durumlarda kullanılabilir su kaynaklarının belirlenmesi, bunların miktar, kalite ve sevkiyat planlarının afet öncesinde hazırlanarak il, ilçe veya belde düzeyinde afet koordinasyon birimleri ile paylaşılabilir durumda bulunması hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada, bir afet durumunda kullanılabilir su kaynakları ve sevkiyat yapısının oluşturulması için planlama çalışmaları derlenmiş ve Zonguldak ili merkez ilçe kapsamında örnek Afet Su Yönetim Planı oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Afet ve Acil Durumlar, Su Temini, Su Yönetimi, Afet Yönetim Planı.

### Abstract

Disasters are one of the most important natural phenomena that civil engineers are required to cope with. It is observed that the climate change increases frequency of natural disasters and amplify their scope effects. Due to the growing cities and increasing populations within the metropolitan areas, numbers of the people and areas affected by disasters are augmenting just alike the more economic losses. This requires more elaborate disaster rescue, aid and support plans for the victims. The basic requirement is clean drinking water in disaster areas. Besides drinking water, adequate cleaning water shall be provided in the mid to long term. An increment in the number of deaths are observed during and after many disasters due to inadequate drinking and cleaning water or unsafe water related epidemic diseases. In many disaster areas of the world, various damages to water supply systems and sewage infrastructures are reported as well. In emergency disaster plans, generally local emergency management solutions are offered. Identifying possible water resources that can be used during and after disasters, making their quality and quantity inspections, preparing alternative water supply plans beforehand and, sharing these information with related county, district and province units in coordination are of vital importance. In this study, "Zonguldak Province City Center Disaster Water Management Plan" was prepared depending upon the disaster and emergency water resources and alternative water delivery planning of Province which were compiled and analyzed within this quest.

**Key Words:** Disaster and Emergency Situations, Emergency Water Supply, Water Management, Disaster Water Management Plan

## 1. Giriş

Acil durumlar; ölümler, yaralanmalar, insanların yerlerini terk etmeleri, hastalık, gıda güvensizliği, altyapının hasar görmesi ya da kaybedilmesi, zayıflamış ya da zarar görmüş kamu yönetimi ve azalmış kamu emniyeti ve güvenliği durumlarını içerebilir(1)(2)(3). Afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılabilmesi için afet öncesinde, sırasında ve sonrasında yapılması gereken idari, yasal ve teknik çalışmaları belirlemek ve uygulamaya aktarmak, afet anında, uygulama yapabilmeyi sağlamak ve çıkarılan derslerin ışığında planlama yapmak gerekmektedir (4). Bu kapsamda yürütülmekte olan çalışmaların eksiklerine rağmen yapılması gereken acil durumun türünü belirlemek, vereceği zararların, ihtiyaç duyulacak can ve mal kurtarma, sağlık, iaşe, güvenlik, çevre koruma ve destek hizmetlerinin verilmesine yönelik çalışmaların, bölgedeki hayatın normale döndürülmesi için gereken temel gereksinimlerin karşılanması sonrasında da hazırlıklı olmak ve ikinci bir felaketin yaşanmasını engellemek için çalışmalar yapılması gerekmektedir (5). Afet ve acil durumlarda su yönetimi anlayışında son yıllarda bir paradigma değişikliği yaşanmaktadır. Altyapıların afetlerde büyük hasarlar alması can kayıplarının artmasına da neden olmaktadır. Artan kentleşme ve nüfus ise bir afet durumunda can kayıplarının ve maddi zararların da çoğalması anlamına gelmektedir. Eski anlayışa göre acil durumlarda büyük ve dikey altyapıların olduğu kentlerde durum daha da vahimleşmektedir. Teknolojik altyapı ne kadar ilerlemiş olsa da her unsurun hesaba katılması mümkün olmadığından, zararlar da büyük olmaktadır. Eski anlayışta afetzedelerin kurtarılması önceliklidir. Modern kentleşme hareketlerinin de etkisiyle kentsel ve kırsal alanlar arasındaki sınırlar belirsizleşmiştir. Özellikle de kentsel alanlarda merkezi ve büyük su yapıları yerine daha küçük, dağınık ve afetlere karşı direnci daha fazla olan malzemelerle daha sağlam altyapı inşası anlayışı da önem kazanmaktadır (6).

## 2. Afet ve Acil Durum Müdahale Yönetiminin Gelişimi

Dünyada var olduğundan bu yana afetler ile mücadele ve yönetimi ile ilgili ilk örnekler Roma İmparatorluğu dönemine dayanmaktadır. Roma İmparatorluğunda sıkça karşılaşılan yangınlar için İmparator Augustus, “The Vigiles” ismi verilen ve kölelerden oluşan itfaiye gruplarını M.S. 6 yılında oluşturmuştur (7). Dünya tarihin de kayıtlı en büyük depremlerden olan 9.0 büyüklüğündeki 1755 Lizbon depremi tarihteki ilk “koordinatif afet müdahalesi”nin uygulandığı depremdir (8). Dönemin yetkilileri, afet sonrasında silahlı kuvvetler dahil tüm unsurları başarılı bir şekilde organize etmiş, şehri güvenlik altına almış, yiyecek teminini sağlamış ve fiyatların karaborsaya düşmesine engel olmuştur (9). Afet Yönetiminin ilk adımları “pasif korunma” kavramı altında I. Dünya Savaşı sonrası atılmaya başlamıştır. Bugünkü modern ve bütünlük afeti yönetimini doğuran kavram ise II. Dünya Savaşı sonrasında geniş bir biçimde uygulama alanı bulan “sivil savunma”dır (10).

Tarihimizdeki ilk düzenleme, 14 Eylül 1509’da, 13000 insanın öldüğü, 109 cami ve 1047 yapının yıkıldığı İstanbul depremi sonrasında, Osmanlı Padişahı II. Beyazıt’ın çıkardığı fermanıdır. Bu göre yıkılan evlerin yapılması için hane başına 20 altın verilmiştir (11). Diğer bir belge de 1848’de yayımlanmış ve yapılaşmanın kurallara bağlanması için doğan Enbiye Nizamnamesi’dir. 1930 tarih ve 1580 sayılı Belediye Kanunu ile belediyelere, yerleşme ve yapılaşmalarla ilgili denetim ve ihtiyaç sahipleri için konut inşa ettirme görevi verilmiştir. 1933 tarih ve 2290 sayılı Belediye Yapı ve Yolları Kanunu ile de şehirlerin imar planlarının hazırlanması, ruhsat alınması, fenni mesuliyet, yapı denetimi ve yollar gibi konular şehircilik anlayışına uygun olarak düzenlenmiştir (11). 26 Aralık 1939’de ülkemizde en büyük felaketlerden biri Erzincan Depremi meydana gelmiştir. 17

Ocak 1940 tarihinde 3773 sayılı Erzincan'da ve Erzincan Depreminden Müteessir Olan Mıntikalarda Zarar Görenlere Yapılacak Yardımlar Hakkında Kanun çıkarılmıştır. 18 Temmuz 1944'de ülkemizde gerçek anlamda afet zararlarının azaltılmasına yönelik 4623 sayılı Yer Sarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun yayımlanmıştır (5). Koordinasyondaki eksikliklerin giderilmesi için 2000 yılında Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü kurulmuş, yapı denetim sistemimiz değişmiş ve sigortalılık zorunlu olmuştur. Afet yönetiminde görev alan kurumlar arasındaki koordinasyon sıkıntısının giderilmesi için 2009'da 5902 sayılı Kanunla, afet yönetiminde görevli üç genel müdürlük lağvedilerek, merkezde Başbakanlık'a bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, illerde ise Valiye bağlı İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri kurulmuştur (12).

## 2. Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)

TAMP Türkiye'de yaşanabilecek her tür ve ölçekteki afet ve acil durumlara etkin müdahale için görev alacak, kamu kurumları, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve gerçek kişileri kapsıyor diyebiliriz. Ayrıca TAMP Entegre planlama yaklaşımı ve modüler yapısıyla afet sırasındaki operasyon risklerini en aza indirecek bir sistem olma özelliğine de sahiptir. TAMP sayesinde bir afet anında kimin ne yapacağı ve müdahalenin nasıl bir organizasyon içinde yapılacağı önceden belirlenmiştir. TAMP bünyesinde herhangi bir afet durumunda müdahale aşamasında yürütülen hizmetlerin niteliğine göre oluşturulan 28 hizmet grubu mevcuttur. TAMP deprem, sel, heyelan, çığ, yangın, endüstriyel kazalar ve toplu nüfus hareketleri gibi afet ve acil durumlara müdahalede görev alacak hizmet grupları ve koordinasyon birimlerinin rollerini, görev ve sorumluluklarını uzmanlık alanlarına uygun bir biçimde tanımlamaktadır (13).

### 2.1. Türkiye afet müdahale planı'nın (Tamp) amacı, kapsamı ve hedefleri

TAMP amacı; afet ve acil durumlara ilişkin müdahale çalışmalarında görev alacak hizmet grupları ve koordinasyon birimlerine ait rolleri ve sorumlulukları tanımlamak, afet öncesi ve sonrasındaki müdahale planlamasının prensiplerini belirlemektir. TAMP hedefleri; herhangi bir afet ve ya acil durum olduğunda TAMP bünyesindeki müdahale ekiplerinin afetin gerçekleştiği bölgeye en kısa sürede ulaşarak afet bölgesinde yaşayan insanların öncelikle can güvenliklerini sağlamaktır. Eğer var ise enkaz altında kalan vatandaşlarımızı arama kurtarma ekipleri ve sivil toplum kuruluşları yardımı ile mahsur kaldıkları yerlerden kurtarmak ve yaralıların tedavisi için en yakın sağlık kuruluşuna gönderilmelerini sağlamaktır.

### 2.2. Su ile ilgili Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) içinde belirlenen görevler ve kurumlar

Afetlerde normal yaşamın kesintiye uğraması halinde her bir bakanlığın sorumluluk alanına giren hizmetlerin yerel düzeyde yürütülmesi yine ilgili bakanlıkların taşra teşkilatları ile sağlanmalıdır. Dolayısıyla afet ve acil durumlarda kesintiye uğrayan hizmetlerin kısa sürede sürdürülebilirliğinin sağlanması, bakanlıklar düzeyinde organizasyon gerektirdiğinden ulusal düzeyde hizmet grupları oluşturulmuş ve her hizmet için ana çözüm ortağı bakanlıklar belirlenmiştir. Ana çözüm ortağı bakanlık, kurum ve kuruluşların üstlendiği hizmetin ulusal düzeyde sorumlusu olup birlikte çalışacağı destek çözüm ortaklarının rollerini ve çalışmalarını belirler. Her bir hizmet grubu diğer destek çözüm ortakları ile birlikte aşağıda yer alan ulusal düzey hizmet grubu plan formatına göre "Ulusal Düzey Hizmet Grubu Planı"nı hazırlayacak ve hizmet grupları AFAD ile koordinasyon halinde çalışacaktır. Tablo 3 ve 4 ile belirlenen görevlerin dışında Orman ve Su İşleri Bakanlığı afet bölgesinde alt yapı çalışmaları tamamlanıncaya kadar kullanma suyu temini, nakli ve su kuyularının açılmasına ilişkin çalışmalardan sorumludur.

Tablo 3. Operasyon Servisi Acil Durum Alt Servisinin Hizmet Grupları

HİZMET GRUBU	ANA ÇÖZÜM ORTAĞI	DESTEK ÇÖZÜM ORTAKLARI	HİZMET GRUBUNUN GÖREV VE SORUMLULUKLARI
<b>SAĞLIK HİZMET GRUBU</b>	SAĞLIK BAKANLIĞI Afet ve acil durumlarda olay yerindeki ilk müdahale, halk sağlığı ve tıbbi bakım ihtiyaçlarının karşılanması ile çevre sağlığı hizmetlerinin aksadan en hızlı şekilde normale dönmesini sağlamaya yönelik koordinasyondan sorumludur.	Genelkurmay Başkanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Kızılay, Stk, Özel Sektör	Mobil ve sahra hastanelerini hazır bulundurmak ve afet sonrası gerekebilecek acil durum ekipmanıyla donatmak. Afet bölgesine yeterli personel ile araç gereç ve malzemeyi göndermek, sevk ve idare etmek. Afet bölgesinde triaj, ilkyardım, acil tıbbi yardımı yapmak. Hasta ve yaralıların tahliyesi ve tedavisini yapmak. Salgın hastalıklarla mücadele kapsamındaki hizmetler ile karantina izolasyon hizmetlerini yürütmek. Salgın hastalıklar açısından çevresel ve suya bağlı risk faktörlerinin önlenmesi hususunda ilgili kurumların koordinasyonunu sağlamak. Referans bölge kan merkezlerini belirlemek ve kapasitelerini geliştirmek. Çevre ve su sanitasyonu bakımından risk oluşturacak faktörler ile ilgili tüm tedbirlerin alınmasını sağlamak. Ülkede referans hastaneleri ve referans laboratuvarları belirlemek, kapasitelerini artırmak. Hudut kapılarında tehlikeli madde ve salgın hastalıklara karşı önlem almak ve aldırarak. Resmi yaralı sayısını belirlemek.

Tablo 4. Operasyon Servisi Ön İyileştirme Alt Servisinin Hizmet Grupları

HİZMET GRUBU	ANA ÇÖZÜM ORTAĞI	DESTEK ÇÖZÜM ORTAKLARI	HİZMET GRUBUNUN GÖREV VE SORUMLULUKLARI
<b>ALT YAPI HİZMET GRUBU</b>	ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI Afet bölgesinde su, kanalizasyon ve arıtma tesisi vb. hatlarının acil onarımını yaptırarak en kısa sürede bu hizmetlerin, normale dönmesini sağlamaya yönelik koordinasyondan sorumludur.	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Özel Sektör	Afet bölgesinde etkilenen su, kanalizasyon, arıtma vb. alt yapı tesislerinin acil onarımını yaptırmak ve devamlı hizmet vermesini sağlamak. Önemli ve kritik tesislerin kısa sürede devreye girmesini sağlamak.
<b>HASAR TESPİT HİZMET GRUBU</b>	ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI Afet bölgesinde, alt yapı (su, kanalizasyon, arıtma vb.) ve yapı stokunda meydana gelen yaklaşık ön hasar boyutunu ivedilikle belirlemek ve hasar tespit hizmetlerini yapmaya yönelik koordinasyondan sorumludur.	Hasar Tespitinde Çalıştırılabilecek Personele sahip Tüm Bakanlık, Kurum ve Kuruluşlar	Afet bölgesinde alt yapı (su, kanalizasyon, arıtma vb.) ve yapı stokundameydana gelen yaklaşık ön hasar boyutunu ivedilikle belirlemek ve üstmakamları bilgilendirmek. Bina, altyapı (su, kanalizasyon, arıtma vb.) ve kritik tesislerin hasar tespitini yapmak, yaptırmak. Acil yıkılması gereken binaları tespit etmek.
<b>BESLENME HİZMET GRUBU</b>	KIZILAY Afet bölgesinde afetzedelerin beslenme hizmetlerine yönelik koordinasyondan sorumludur.	İçişleri Bakanlığı (Yerel Yönetimler), Sağlık Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı (Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma vakıfları), Stk, Özel Sektör	Afetzedelerin beslenme hizmetlerinin yürütülmesini sağlamak. Beslenme için gerekli tesisler kurulmasını sağlamak. Afet bölgesine yiyecek, içecek, su teminini sağlamak. Gıda dağıtım standartlarını belirlemek. Gıda tedarik zincirini kurmak ve dağıtımını yapmak.

Gelişmekte olan acil afet müdahale yöntemlerine göre acil durumlarda afet yönetimi hayat kurtarma operasyonlarından ziyade afet öncesinde önlem almaya, sorunları oluşmadan tahmin etmeye ve zararları en aza indirmek üzere altyapı düzenlemeleri yapmaya önem verilmektedir

(14). Yönetim ve planlama açısından ise detaylı, afetlerden doğrudan ya da dolaylı şekilde etkilenecek her vatandaşı ilgilendiren ve planlama sürecine dâhil eden bir afet yönetimi ve altyapı planlaması anlayışı hayata geçirilmektedir. Bu bağlamda ise yeni mühendislik teknolojileri ve malzemeleriyle, hayat kurtarıcı olmak bağlamında da daha önceki teknik altyapıya göre daha sağlam, sağlıklı, sürdürülebilir ve dirençli bir su altyapı modeli önerilmektedir (15)(16).

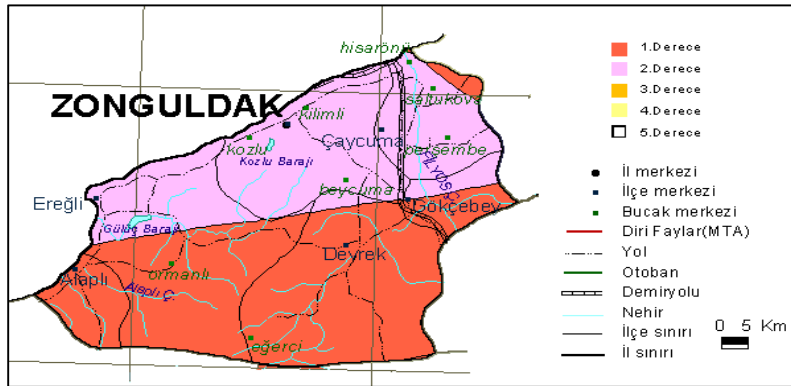
### 3. Zonguldak İli Afet Durumu

#### 3.1. Zonguldak İli Deprem Riski

Türkiye deprem araştırma dairesi 2005 yılında tüm Türkiye için deprem risklerini gösterir deprem risk haritalarını yenilemiştir. Zonguldak Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin etkisi altındadır. Zonguldak ilinin Karadeniz kıyısında kalan kuzey kısmı 2. Derece deprem bölgesi iken güneyi ise 1. Derece deprem riskine sahiptir (Şekil 4). Zonguldak ili için yaklaşık son yüz yılda meydana gelen depremler Tablo 5'de verilmiştir.

#### 3.2. Zonguldak İli Sel Riski

Zonguldak Batı Karadeniz havzasında yer almakta olup, su baskını olayları yağışlara bağlı olarak sık yaşanmaktadır. Zonguldak sellerine dair bulunan belgelerin ilki 29-30 Haziran 1931'e aittir. Selin bilançosu ise bilinmemektedir. Kömür Havzası Umumi Amenajman Projesi içinde 1940-1948 yılları arasında yapılarak sanayi tesislerinin yakınındaki derelerinin dere yatakları düzenlenmiştir. Zonguldak Deresinin ıslahından sonra, şehir trafiğini ve kömür naklini sağlamak için şehrin iki yakasını bağlayan, İnönü Köprüsü 1954 yılında tamamlanmıştır. 1 Ağustos 1955'te gerçekleşen selde metrekareye 431 kg yağış düşmüştür. Soğuksu'dan kent merkezine olan bölge molozlarla dolmuştur. Selde 6 kişinin hayatını kaybettiği, 560 ev ve iş yerinin ise sular altında kaldığı açıklanmıştır. 27 Temmuz 1983'deki selde madenlerden gelen direkler merkez köprüyü tıkamış ve TKİ atölyeleri ve şehir merkezinde binalar su altında kalmıştır. Can yaşanmamış ancak maddi zarar büyük olmuştur. 21 Mayıs 1998 seli Bartın, Devrek ve Çaycuma ilçeleri ve Yenice ilçesinde etkili olmuştur. Türkiye tarihinde en büyük maddi hasara yol açan bu selde 11 kişi kaybolmuştur. Bakacakdadı bir fabrikada 16 kişi hayatını kaybetmiştir. Zonguldak'da 4880 konut ve işyerinin sular altında kaldığı, Karabük'te 20 konutun yıkıldığı, 40 konutun ağır hasarlı olduğu, 57 konut ve 357 işyerinin hasarlı olduğu belirlenmiştir. Bartın'da 867 konutta hasar tespiti yapılırken, Sakarya'da 150, Bolu'da da 546 konut ve işyerinin sular altında kaldığı kaydedilmiştir.



Şekil 4. Zonguldak İli Deprem Haritası



### **b. Doğal Göller, Göletler ve Rezervuarlar**

İl sınırları içinde doğal göl bulunmamaktadır. Kdz.Ereğli'de Kızılcapınar, Gülünç; Zonguldak Merkezde Kozlu-Ulutan (Ulutan) baraj gölleri ve Çatalağzı Dereköy Göleti ilin yapay gölleridir (Tablo 7).

### **c. Doğal çeşmeler**

Zonguldak ilide yoğun yağış, sık bitki örtüsü ve zemine sızan suların dağlık bölgelerde geçirimsiz tabaka ile karşılaşması ile çok sayıda doğal pınar olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlardan özellikle ana arterler üzerinde olanlar geçmiş yıllarda küçük kaptaj yapıları ve depolar ile doğal çeşmelere dönüştürülmüşlerdir. Bu çeşmeler Mevlana Çeşmesi (Zonguldak-Devrek Karayolu üzerinde), Cansızoğlu Çeşmesi (Zonguldak-Devrek Karayolu kenarında), Aslan Suyu (Terakki Mah. Aslan Suyu Sok.), İncivez Varangel Çeşmesi (Merkez İncivez Mah. Eski Kozlu Yolu Üzerinde), Köy Hizmetleri Çeşmesi (Çaydamar Mah. Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü Karşısı) ve Sarıyer Tepesi Suyu (Topbaşı Yuvarta Suyu)'dir. Bunların halk tarafından en bilinenleri ve yoğun olarak kullanılanları Zonguldak İl Sağlık Müdürlüğü tarafından su kalitesi açısından incelenmekte ve kayıt altına alınmaktadır. Tablo 8'de 2017 Haziran ayında yapılan test sonuçları verilmiştir.

Tablo7. Zonguldak İli Sınırları İçinde Kalan Yapay Göller

Göletin Adı	Göl Hacmi (hm <sup>3</sup> )	Çekilen Su Miktarı (hm <sup>3</sup> /yıl)	Kullanım Amacı
Kızılcapınar	36	85.6	Endüstri Suyu-Sulama-İçmesuyu
Gülünç	4.36	4.0	Endüstri Suyu
Kozlu-Ulutan	24.91	24.4	İçme Suyu
Dereköy	1.26	1.5	İçme-Sanayi Suyu

Tablo 8. Zonguldak Çeşmeleri Su Kalitesi Test Sonuçları

Çeşmenin adı	Görünüş	Nitrit ve Amonyak	Klorür (mg/lit)	Sertlik (F)	Organik madde (mg/lit)	Ph	Koliform (KMS/100 ml)
Mevlana	B., R., K., T.*	Yok	9.57	2.2	0.40	7.13	0
Cansızoğlu	B., R., K., T.*	Yok	8.86	10.3	0.32	7.95	0
Aslan Suyu	B., R., K., T.*	Yok	-	4.5	0.40	6.54	0
Varangel	B., R., K., T.*	Yok	30.85	4.4	0.8	6.67	0
Köy Hizmetleri	B., R., K., T.*	Yok	13.12	2.1	0.72	6.03	0
Sarıyer Tepesi	B., R., K., T.*	Yok	5	0.5	0.56	6.45	240**

\* Berrak, Renksiz, Kokosuz, Tortusuz

\*\* Kirlenme göreceli olabilir, kapaj ve depo koşulları iyileştirilirse değişebilir.

## **4. Zonguldak İli Afet Durumu Su Yönetimi**

Özellikle deprem, sel baskını, kuraklık, yangın vb. afetlerde hayatta kalabilmek için suyun önemi tartışılmazdır. Afetlerden sonra temiz içme ve temizlik suyuna erişememek nedeniyle can kayıpları yaşanmakta ve afet sonrası salgın hastalıklar da oluşabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü ve BM gibi örgütlerin geliştirmeye başladıkları afet planlama ve yönetimi anlayışı içinde su konusunda eski anlayışa nazaran önemli değişikliklere gidilmiştir (16). Temel olarak afet yönetimi açısından üç kritik dönem belirlenmiştir. İlk üç gün en kritik süreçtir. Afet sonrasında hayatta kalabilmek için ilk üç günlük yiyecek ve içecek gibi temel erzakin bulunması gerekir. Sonraki 15 günde su altyapısının zarar görmesi, mahsur kalmak, sabotaj, su kaynaklarına karışan kirlenmeler vb.

nedenlerle temiz suya erişememe durumlarında sonuç olarak salgın hastalıklar başgöstermeye başlamaktadır (17). Ondandan sonraki üçüncü kritik dönem olarak tanımlanan geçiş sürecinde ise ne kadar süreceğine göre değişen şekillerde afet sonuçlarının rehabilite edilmesi ve yeni hayata uyum süreci başlar ve bu alanın planlanma uygun şekilde düzenlenmesi gerekir.

Bu çalışma kapsamında Zonguldak İli içinde hem Operasyon Servisi Acil Durum Alt Servisinin Hizmet Grupları, hemde Operasyon Servisi Ön İyileştirme Alt Servisinin Hizmet Grupları içinde yer alan temel kamu kurum ve kuruluşlarının TAMP kapsamındaki hazırlıkları araştırılmıştır. Bu kapsamda görevli kurum ve kuruluşlardan AFAD Zonguldak, Zonguldak İli Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Zonguldak İl Sağlık Müdürlüğü, Zonguldak Kızılay, Devlet Su İşleri 232 Şube Müdürlüğü ve Zonguldak Belediyesinin acil durum ve afetlerde su yönetimi için yapmış olduğu çalışmalar internet ortamında araştırılmış ancak bu konuda herhangi bir kaynağa rastlanmamıştır.

#### **4.1. Afet ve acil durumlarda kişisel günlük su ihtiyacının belirlenmesi**

Bir acil durum ile müdahale planı tasarlarken, ihtiyaçlarla ilgili hem genel hem de kurumlar tarafından yayınlanan düzenlemelere dayanan hedefler belirlemek önemlidir. Yıllardır acil durum su tedarikine yönelik hedeflerin belirlenmesinde genel kurumsal standartlar esas alınmıştır (18). Örneğin, içme, pişirme ve hijyen suyu için asgari kişisel kullanıma verilen miktar, Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği tarafından kişi başı günlük 7 litredir (6). Bununla birlikte, çoğu durumda su ihtiyacı çok daha yüksektir (21). Buna göre:

- Genel nüfus için: kişi başı günlük 15-20 litre;
- Suyla taşınan kanalizasyon sistemlerinin işletilmesi için: kişi başı günlük 20-40 litre;
- Aşevleri yemek dağıtım merkezlerinde: günde kişi başına 20-30 litre;
- Hastanelerde ve ilk yardım merkezlerinde: kişi başı günlük 40-60 litre;
- Camilerde: kişi başına 5 litre;
- Tahliye edilmiş insanlara ve mültecilere eşlik eden hayvanlar için: inek veya deve başına günde 30 litre, keçi veya diğer küçük hayvanlar başına günde 15 litre.

#### **5.2. Zonguldak İli Afet ve Acil Durumlar için Alternatif Su Kaynakları Planlaması**

Afet ve acil durumlarda sağlık kurumları ve hastanelerin yeterli hizmeti sağlayabiliyor oluşu hayati önem taşımaktadır. TAMP kapsamında Afet ve Acil durumlar için kurumların kendi planlarını hazırlamaları ve kısa, orta ve uzun vadede kullanacakları su ile ilgili planlamaları yapmış olmaları gerekmektedir. BEÜ Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi Afet Planı, hazırlanması gereken planlar için yol gösterici niteliktedir (10). Plana göre Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezinde afet, acil durum su ihtiyacı için hasta başına ihtiyaç duyulan paketlenmiş içmesuyu depolanmış, kullanacak temizlik su miktarına göre su deposu planlanmış inşaa edilmiş ve her durumda dolu tutulmaktadır (19)(20). Zonguldak İli su kaynakları incelendiğine acil durumlara için planlanabilecek dört temel su kaynağı öne çıkmaktadır. Bunlar:

- Paketlenmiş su üreticileri ve satıcıları
- Hali hazırda kullanılmakta olan su dağıtım şebekesinde yer alan depolar
- Doğal su kaynakları ve çeşmeler
- Yağmur suyu toplama sistemleri ve bunların afet-acil durumlar için yeniden planlanması

#### **5.3. Paketlenmiş su üreticileri ve satıcıları**

Paketlenmiş sular acil durumlarda kullanılması en güvenli su kaynaklarıdır. Afet ve acil durumlarda birçok ülkede kişisel hazırlık için düşünülen kurtarma çantalarında kişi başı günlük iki litre olmak



üzere, 3 günlük suyun mutlaka bulundurulması istenmektedir (21). Paketlenmiş su üreticileri ve satıcılarının Afet ve Acil Durum Müdahale Planları içinde önemli bir yeri vardır. Bu kuruluşlar kapasitelerine göre üretime geçebilecekleri ve tekrar tedarik yapabilecekleri ana kadar üç günlük suları depolarında bulundurmaları konusunda görevlendirilmektedir.

#### **5.4. Hali hazırda kullanılmakta olan su dağıtım şebekesinde yer alan depolar**

Özellikle gömme depolar deprem, yangın, hortum, kasırga ve sel gibi durumlara karşı oldukça dayanıklı yapılardır. Depolar afet durumlarında zarar görme riskleri de göz önünde bulundurularak inşaa edilecek olursa tüm şebekeye hizmet verememelerine rağmen bölgesel olarak kullanılabilirlerdir. İnşaat malzemelerinde teknolojik gelişmeler ile ortaya çıkan sızmaları önleyici yüzey kaplamaları ile depo içlerinin kaplanması ile afetlerde yapısal hasar görmelerine karşı hizmet vermeleri mümkün olacaktır (22). Zonguldak İli İçme suyu dağıtım şebekesi en küçüğü 10 m<sup>3</sup> en büyüğü ise 300 m<sup>3</sup> olmak üzere 19 adet gömme depo barındırmaktadır. Bu depolarda yapılacak olan rehabilitasyonlar ile afet sırasında kullanılmaları sağlanabilir. Gerek ayaklı depolar gerekse gömme depolar hizmet amaçları nedeniyle sel kiskine maruz kalmayacak şekilde yüksek kotlarda inşaa edilmektedir. İnşaa sırasında uygulanacak detay uygulamalar ile de sel ve su baskınlarında depo içine su girmesi engellenebilir.

#### **5.5. Doğal su kaynakları ve çeşmeler**

Doğal kaynak sularının afetlerde kullanımı bu kaynakların toplama ve depolama yapılarının afet öncesinde ve afet durumunda göz önünde bulundurularak projelendirilmesi ile mümkün olacaktır. Dünya Sağlık Örgütü'nün Afetlerde su ihtiyacının karşılanmasında doğal su kaynaklarının kullanımının yöntem ve riskleri Tablo 9'da verilmiştir (7). Dünya Sağlık Örgütü tarafından doğal su kaynaklarının tipoloji ve kullanımı yönünde verilen bilgilerle gerek durgun gerek akım halindeki su kaynaklarının arıtma yapılmadan kullanılması mümkün değildir. Arıtma işlemi ekonomik ve fiziksel imkânların yetersiz olduğu durumlarda son tercih edilecek yöntemdir. Bu durumda acil hallerde kolay ve hızlı kullanım imkanı sağlayacak yer altı suyu ve yamur sularının toplama ve depolama alanlarının hijyene dikkat edilerek kullanılması daha hızlı ve işlevsel bir yöntem olacaktır. Zonguldak İli su kaynakları arasında verilen çeşmelerden biri dışında tamamının hem kimyasal bileşenleri hemde biyolojik tahlil sonuçları doğrudan gerek günlük kullanımda gerekse afet ve acil durmda kullanılmalarını mümkün kılmaktadır.

#### **5.6. Yağmur suyu toplama sistemleri ve bunların afet-acil durumlar için yeniden planlanması**

Ülkemizde yağmur sularının kalitesinin ölçümü çalışmaları özellikle havadaki kirleticilerin oranlarının belirlenmesi için yapılmaktadır. Trabzon ilinde hava kalitesini ve asit yağmurları riskini belirlemek için yapılan yağmur suyunun kimyasal analizlerinden Ph 5.5-7.5 arasında değiştiği yıllık ortalama Ph değerinin ise 6.81 olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde Mersin, İskenderun, Ankara, İstanbul, Antalya, Rize ve Muğla illerinde yapılan çalışmalarda yağmur suyunun Ph değerlerinin sırasıyla 6.79, 7.1, 6.1, 6.2, 5.17, 6.9 ve 6.9 olduğu tespit edilmiştir. Ph değerlerine bakıldığında yağmur sularının asidik-nötr karakterli Türk Standartların da belirtilen düşük sertlik düzeyindeki su sınıfında yer aldığı görülebilir. İçme suyu için verilen sınırlara bakıldığında Ankara, İstanbul ve Antalya'daki suların Ph değerlerinin uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Yine Trabzon ilinde ölçülen ortalama sülfat ve nitrat değerleri 32 mg/l ve 4.9 mg/l ile içme suları için verilen 200 mg/l ve 50 mg/l sınır değerlerinin çok altındadır (23). Ancak nitrat ve sülfat değerlerinin yine Ankara, İstanbul ve Antalya illerinde sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Elde edilen literatür değerlerinden anlaşılacağı üzere şehirleşmenin ve sanayinin yoğun olduğu kentlerde yağmur sularının içme suyu olarak doğrudan kullanılması mümkün değil iken şehirleşmenin ve

sanayinin yoğun olmadığı illerde temel kirleticiler ve Ph değeri göz önünde bulundurulacak olursa yağmur suların içilmesinde kimyasal olarak engel bulunmamaktadır.

Tablo 9. Su Kaynaklarının Tipolojisi

KAYNAK	ARITMA	ÇIKARMA YÖNTEMİ	DAĞITIM	UYARILAR
Yağmur	Havza ve depoların temizlenmesi gerekmez.	Uygun çatıları ve sert zeminleri kapatmak	Doğrudan ev ve ya kurumsal düzeyde toplama	Bazı mevsimlerde ek su kaynağı olarak kullanışlıdır.
Yeraltı Suları: Doğal Kaynak	Düzenli korunmuş ise gerekmez.	Basit Yerçekimi Akışı: Tercihen koruyucu bir kaynaktan geçirilir.	Depolama tankları ve ya yerçekimi vasıtasıyla doğrudan bireysel dağıtım	Kaynak korunmalıdır; verim mevsimsel olarak değişebilir.
Derin Kuyu (Düşük Su Tablası)	Düzenli konumlandırılmış, inşa edilmiş ve bakımı yapılmışsa gereksizdir.	Derinliği 60 m yi aşmayan ve gerekli çıkış düşükse el pompası mümkündür. Aksi halde motor pompaları gerekir	Elle pompalanan ve ya muhtemelen dağıtım sistemlerine bağlı olan depolama tanklarına motor ile pompalanır.	Uzun süren kuraklık olmadığı sürece verimi mevsime göre değişebilir. Özel inşaat ekipmanı ve uzmanlık gerekir. Sıklıkla yüksek verim verir.
Sığ Kuyu (Yüksek Su Tablası)	Düzenli konumlandırılmış, inşa edilmiş ve bakımı yapılmışsa gereksizdir.	El pompası ve ya halat ve kova	Bireysel olarak kuyulardan pompalanır ve ya çekilir.	Verim mevsimsel olarak değişebilir; yerel vasıflı işçiler tarafından kazılabilir, delinebilir. Kirlenmeyi önlemek için bakım gerekir.
Yüzey Suları: Akış (Akarsu,Nehir)	Daima gerekli: Çökme, süzme ve/veya ya klorlama.	Depolama ve işleme tanklarına tercihen pompalanır.	Kişisel toplama, depolama/işleme tanklarından.	Verimi mevsimsel olarak değişebilir. Kaynağa erişim kontrol edilmelidir.
Durgun (Göl, Gölet)	Yukarıdaki gibi her zaman gereklidir.	Depolama ve işleme tanklarına tercihen pompalanır.	Kişisel toplama, depolama/işleme tanklarından.	Verimi mevsimsel olarak değişebilir. Kaynağa erişim kontrol edilmelidir.

YST sistemlerinden elde edilecek suların temizliğinin sağlanması için genel olarak iki aşamalı temizleme sistemi kullanılmı standart bir uygulamadır ve planlanan sistemlerde de yer almaktadır. Bunlardan ilki toplanacak suyun depoya gelmeden fiziksel arıtımının sağlandığı sistemlerdir. İkincisi ise depodaki suyun kullanılmadan önce temizlenmesi için biyolojik arıtım yada dezenfeksiyondur (24). Bu çalışma kapsamında projelendirilmesi yapılan bina çatılarının tamamı alüminyum plaklar ile kaplıdır. Ayrıca yılda iki kez tüm çatıların ve betonarme olarak inşa edilen depoların ise yılda bir kez tamamen temizlenmesi planlanmıştır. Böylece toplama yüzlerinde ve depo için de kirletici birikmesinin önüne geçilecektir. Depolara gelecek olan sular ilk temizleme aşamasında üç aşamalı filtreleme ile fiziksel arıtıma tabi tutulmaktadır. Bunlardan ilki çatı yüzeyinde bulunması olası yaprak vb. katı, büyük ölçekli yüzer veya sürüklenebilir maddelerin toplama sistemine gelmeden atılmasını sağlayan filtredir. Filtreden geçecek küçük katı maddelerin bir kısmı ise ilk boşaltım sistemi ile yağmur başladıktan hemen sonra çatıdan gelen ilk 20 lt suyun depoya değil atık kanalına atılmasıyla bertaraf edilecektir. Son olarak kum tutucudan geçecek olan fiziksel arıtmaya tabi tutulmuş yağmur suyu ise depoda biriktirilecektir (25).

Yağmur sularının kullanılmadan önce için uygun bir şekilde dezenfeksiyonu önem taşımaktadır. Suların dezenfeksiyonu için geliştirilen yöntemler kimyasal, fiziksel ve diğer yöntemler olarak üç grupta toplanabilir. Kimyasal yöntemde suya eklenen klor, klor dioksit ve ozon gibi maddeler ile suların dezenfeksiyonu sağlanmaktadır. Fiziksel dezenfeksiyon da en çok bilinen ısıl dezenfeksiyondur. Filtrasyon işleminde küçük gözenekli filtre ortamı ile mikro organizmaları tutulması amaçlanmaktadır. Fiziksel arıtmada diğer bir yöntemde UV ışınlarıdır. Kimyasal ve

fiziksel dezenfeksiyon dışında gümüş iyonları ve biosidler ile suların dezenfeksiyonu mümkündür (25). Ultraviyole sistemler, dezenfeksiyon amacıyla, oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Ultraviyole ışınlama yönteminde kullanılan ultraviyole ışığın mikroorganizmalar üzerine öldürücü etkisi fazladır. Güneş ışınlarının ultraviyole etkisi su dezenfeksiyon işleminde pek bir yarar sağlamaz. UV ışını içinde olan ve mikroorganizmalar üzerinde direkt öldürücü etkisi olan 230-280 nanometre aralığında UV ışınlarının büyük bir kısmı atmosferdeki ozon tabakası tarafından süzülür ve dünyadaki canlılar korunur (25).

Dundar v.d. (2017) tarafından yapılan çalışmada Bülent Ecevit üniversitesi Merkez Kampus ve Sağlık Kampüsü için tuvalet sifonlarında, temizlik işlerinde ve bahçe sulamada kullanılması öngörülerek tasarlanmış YST sistemleri temel alınmıştır (27). Bu sistemlere eklenecek olan acil durum su ihtiyacı hacmi ile YST sistemi acil durumlarda temizlik suyu ihtiyacı karşılayabilecek duruma gelecektir.

Bu çalışma kapsamında Bülent Ecevit Üniversitesi Sağlık Kampüsü ve Merkez Kampüsü için planlanmış olan YST sistemlerinin ilave acil durum depoları eklenerek YST sistemlerinin afet durumunda da kullanılabilmesi düşünülmüştür. İlave depo hacimleri günlük su kullanım miktarları ve literatürde verilen kişi başı günlük ihtiyaçlar temel alınarak hesaplanmış ve bu ilave depo hacimleri için YST sistemlerinin ekonomik analizleri yapılmıştır. Acil ihtiyaç depo maliyetinin ilk yatırım maliyetlerinde ortaya çıkardığı görece büyük artışa rağmen sistemin ömrü boyunca elde edeceği gelirden çok küçük bir azalmaya neden olduğu hesaplanmıştır. Dolayısıyla yağmur suyu toplama sistemleri acil ihtiyaç depoları ile beraber ülkemizde kullanılabilmesi ortaya konmuştur.

## 6. Sonuç

20. Yüzyılda artan kentleşme gelişen teknolojiye rağmen afetlerde can kayıplarının azalmasını sağlayamamıştır. Bunun yanı sıra maddi kayıplarda merkezileşen enüstriyel üretim tarzı nedeniyle artmaya devam etmektedir. Küresel ısınma ile ortaya çıkan afetlerin boyutları ve sıklığıda artmaktadır. Ancak buna karşı bilimsel çalışmalar ile afetlerin oluşumunu ve etkileri daha iyi anlaşılabilir ve onlardan daha az etkilenecek yaşam alanları ve yapıları ortaya koyabiliriz. Yaşanan afetlerden alınan derslerde afet ve acil durumların daha iyi yönetilebilmesi ve zararların azaltılmasını olanaklı kılmaktadır. Ülkemizde TAMP ile ortaya konulmaya çalışılan afet öncesi daha iyi planlama ve afet dönemi daha aktif katılım ile afetlerde oluşan kayıpların azaltılması için yenilikçi bir yaklaşımdır. Afetlerde ve acil durumlarda en önemli yaşamsal ihtiyaç maddesinin su olduğu yadsınamaz bir geçektir. Afet ve acil durum planlamasında da bu önceliğin dikkate alınarak titiz ve tutarlılıkla çalışılması gerekmektedir.

Bu çalışma ile ortaya konulan Zonguldak ili su kaynaklarının afet ve acil durum planlaması fikrinsel bazda ortaya konan ilk çalışmadır. Çalışmanın esasını afet durumun yönetilmesi, temel esasların ve yerel kaynakların doğru anlaşılması oluşturmaktadır. Yerel kaynaklarının afet öncesi dönemde bütünlüklü bir şekilde projelendirilmesiyle afet durumunda su ihtiyacının karşılanabileceği ortaya konmuştur. Zonguldak ili yüzeysel su kaynakları açısından kısıtlı bir bütçeye sahip olsa bile yeraltı kaynak sularının ve yağmur sularının doğru olarak planlanması ile arıtmaya ihtiyaç duyulmadan Zonguldak il merkezinde de çevre ilçelerinde de afet ve acil durumlar için gerekli su kaynağını çok küçük bütçeler ile planlamak mümkün olacaktır.

## KAYNAKÇA

1. Öztürk, N. (2003) ‘Türkiye’de Afet Yönetimi: Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri’, Çağdaş Yerel Yönetimler, 12(4), pp. 42–64.
2. Kadioğlu, M. (2011) Afet Yönetimi Beklemek, Beklenilmeyeni Yönetmek, En Kötüsünü. Birinci. Edited by M. Yılmaz. İstanbul Türkiye: T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını.
3. TAMP (2013) Türkiye Afet Müdahale Planı TAMP. Ankara: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
4. Ertürkmen, C. (2006) Afet Yönetimi. Ankara Üniversitesi.
5. Işık, A., Gökçe, O. and İlgen, H. G. (2012) ‘Türkiye’de Afet Yönetim Sistemine Bir Bakış AİGM’ den AFAD’a Değişenler!’, in 65.Türkiye Jeoloji Kurultayı.
6. Wisner, B. and Adams, J. (2003) ‘Environmental Health in Emergencies and Disasters: a Practical Guide’, WHO, pp. 92–126.
7. Ceyran, S. and Elibüyük, M. (2012) ‘Türkiye’de Ölümüne Neden Olan Depremlerin Coğrafi Dağılışı (M.S. 500- 2011)’, in Tücaum VII. Coğrafya Sempozyumu. Ankara, pp. 18–30.
8. Şengün, H. (2007) ‘Disaster Management And Problems Of Post-Marmara-Earthquake’, Dissertation Thesis, p. 248.
9. MEDAK (2015) Dünyada Afet Yönetimi ve Gelişimi. Available at: <http://www.medak.org.tr/faydali-bilgiler/dunyada-afet-yonetimi-ve-gelisimi/> (Accessed: 15 February 2018).
10. Gazi Üniversitesi (2010) Sivil Savunmanın Tanımı ve Tarihçesi, Sivil Savunma Uzmanlığı. Available at: <http://sivilsavunma.gazi.edu.tr/posts/view/title/sivil-savunmanin-tanimi-ve-tarihcesi-43102?siteUri=sivilsavunma>.
11. AFAD (2012) ‘AFAD Stratejik planı 2013-2017’. Ankara: Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, p. 122.
12. Büyükkaracıoğlu, N. (2016) ‘Türkiye Yerel Yönetimlerde Kriz ve Afet Yönetim Çalışmalarının Mevzuat Açısından Değerlendirilmesi’, Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 12, pp. 195–219.
13. Gürer, Doğan; (2011) “Olağandışı Durumlarda Yaşamı Sürdürme,” Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Şubat 2011, İstanbul,
14. Aycan, Toprak, Yüksel, Hatice Özer ve Biriz Çakır (2002); “Afet Durumlarında Beslenme Hizmetleri,” Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Haziran 2002, Ankara,
15. Yıldız, Dursun (2015); “Beklenen İstanbul Depremi Sonrasında Acil Su Temini ve Sanitasyon İhtiyacı,” Su Politikaları Derneği, Eylül 2015, Ankara
16. Clark Steve; (2011) “Planning for an Emergency Drinking Water Supply” U.S. Environmental Protection Agency’s National Homeland Security Research Center by American Water Works Association,” June 2011, USA/Washington,
17. U.S. DHHS (2012); “Emergency Water Supply Planning Guide For Hospitals and Health Care Facilities,” Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, USA/Atlanta
18. Shukla, Shuchi ve Obreza, Thomas; (2010) “Preparing and Storing an Emergency Safe Drinking Water Supply,” The Institute of Food and Agricultural Sciences, USA/Florida
19. Gazi Üniversitesi (2013) Gazi Üniversitesi Sağlık ve Araştırma Uygulama Merkezi Afet Planı. Ankara.
20. Ankara Üniversitesi (2015) İbni Sina Araştırma Ve Uygulama Hastanesi Türkiye Hastane Afet Planı. Ankara.
21. US EPA (2011) ‘Planning for an Emergency Drinking Water Supply’, pp. 1–40.
22. Peter-Varbanets, M. et al. (2009) ‘Decentralized systems for potable water and the potential of

- membrane technology', Water Research, pp. 245–265. doi: 10.1016/j.watres.2008.10.030.
23. Dalman, Ömer ve Arslan, Enil Ece (2012) “Trabzon’da Yağmur Sularının Analizi” Ekoloji Cilt Sayı 85, Sayfa 107-113
24. Acar, A., (2008). Yeni Bir Doğal Kaynak Olarak Yağmur suyu. Çevre, pp.28–31.
25. Ünver, Ayla ve Aksu, Filiz (2011) “Endüstride Su Güvenliği, Dezenfeksiyon ve Sanitasyonu,” İstanbul Aydın Üniversitesi Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, Sayı 21
26. Dündar, O., Özölçer, İ.H., Bektaş, M., Sekmen, F., (2017). Afet ve Acil Durumlarda Su İhtiyacının Belirlenmesi ve Yağmur Suyu Toplama Sisteminden Karşıllanması 2. Su ve Sağlık Kongresi, Antalya, TURKEY
27. Dündar Onur, Özölçer İsmail Hakkı (2014). Rainwater Harvesting: A Technical and Economic Analysis for Bülent Ecevit University Central Campus. International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians 2014 (ICESA2014)