

DİYARBAKIR SU SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Befrin Neval Bingöl¹, Mazen Kavvas²

Özet

Su insanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan temel elementlerdendir. Dünyanın üçte ikisi, insan vücudunun ise % 75' inin su ile kaplı olmasına karşılık, içilebilir su kaynakları dünyada yaklaşık % 0,3 ile sınırlıdır. Bu sınırlı kaynağı en iyi şekilde kullanmak için suyu kaynağından başlayıp son kullanıcıya ulaşana dek mümkün olan en az kayıplarla yönetmek gerekmektedir. Suyun yönetiminde, içme suyu temin sistemlerinin ve şebeke boru hatlarının doğru tasarımı ve doğru işletilmesi oldukça önemlidir. Yapılan çalışma bu bakış açısı ile, 'Diyarbakır İçme Suyu Sistemi' bütün yönleriyle incelemiştir. Diyarbakır İçme Suyu Sisteminin karakteristik yapısı, ham su hattı, arıtma tesisi, dağıtım depoları ve boru şebekeleriyle birlikte çalışmada ele alınmıştır. Ayrıca, şu anki durumuyla su sisteminin yönetimdeki güçsüzlükler ve zorluklar araştırılıp belirtilmiştir. Bu açıdan seçilen pilot bölge üzerinde içme suyu şebeke sistemindeki su kaybı hesaplanıp; bu kayıpların nedenleri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada Diyarbakır şehrinde, su temin sisteminin bazı bölgelerinde yeni kullanılmaya başlanan teknikler incelenmiş ve bu tekniklerin su sistemi üzerindeki iyileştirmeleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda teknolojik programların kullanımının, tüm sistemin kontrolünü sağladığı ve su sistemindeki su kaçaklarının sebeplerini ortaya koyduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, bu yeni tekniklerin su sistemine adaptasyonu su kayıplarını azaltılarak uluslararası kabul edilen seviyelere çekile bilinmesine olanak sağlar.

Anahtar Kelimeler: içme suyu sistemi; su kaybı; su tüketimi; boru hatları;

1.Giriş

Günümüzde, yaşam standardı ve ülkelerin gelişmişlikleri günlük tüketilen su miktarı ile birebir ilişkilendirilmektedir. Dünyadaki mevcut su hacmi 141 milyar m³ tür. Bu suyun % 98'i okyanuslarda ve iç denizlerde bulunmakta, ancak bu su tuzlu olduğundan içme suyu ya da sulama veya endüstriyel amaçlı kullanıma uygun değildir. Dünyadaki suların sadece %2,5'i tatlı sudur; ve bu suyun da %87'si buzullarda, toprakta, atmosferde, ve yeraltı sularında bulunur; içme suyu amaçlı olarak kullanılabilecek miktar ise % 0,3 ile sınırlıdır. ("wwf") Türkiye'de son 20 yılda kişi başına düşen su miktarı, 4.000 m³'ten 1.430

¹ Araştırma Görevlisi, İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi, Maslak, İnşaat Müh. Bölümü, Ayazağa/ İstanbul

² Yrd. Doç. Dr. Gaziantep Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

m³e' gerilemiş ve 2030 yılı için yapılan projeksiyonda Türkiye nüfusunun 80 milyona çıkması ile kişi başına düşen su miktarının 1.100 m³e düşeceği öngörülmektedir. ("dsi") Bu göstergeler genel alının tersine, Türkiye'nin gelecekte ciddi bir su problemi ile karşı karşıya kalacağını destekler yöndedir.

Bu sorunun yaşanmasına temel teşkil eden nedenler; su kaynaklarının plansız kullanımı, su şebeke sistemlerindeki su kayıplarının kabul edilen standartların üzerinde olması, ve mevcut su kaynaklarındaki kirliliktir. Türkiye'de su kullanımının sektörler arasında dağılımı sırasıyla şu şekildedir: %72-tarım, %18-evsel, %10-endüstriyel. ("wwf") Bu sektörlerden en büyük su kullanıcısı tarım sektörüdür. Tarımsal amaçlı su kullanımında yaşanan en ciddi sorun suyun plansız kullanımı ve etkin sulama tekniklerinin kullanılmamasıdır. Evsel su kullanımındaki problem ise, şebeke sisteminden kaynaklı su kaçaklarıdır. Türkiye'deki şehir şebekeleri üzerinde 2004 tarihli yapılan çalışmadan elde edilen bulgular bu anlamda oldukça dikkat çekicidir. Çalışmada, 'Belediye İçme ve Kullanma Suyu Göstergeleri' kullanılarak şebekeye sağlanan su miktarları ve son kullanıcıya ulaşan su miktarları arasındaki fark kullanılıp şebekedeki su kayıplarının % 55 civarında olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada, Türkiye'nin 16 büyük kenti için yapılan değerlendirme sonucunda, ortalama şebeke su kaybının % 50 olduğu bulunmuştur. ("wwf"). Bu rakamların da gösterdiği gibi, Türkiye'de su sistemlerinde karşılaşılan en ciddi problem su dağıtım şebekelerindeki su kayıplarıdır.

Bu kapsamda, Türkiye'nin 16 büyük şehrinden olan 'Diyarbakır' ilinin su temin sisteminin mevcut durumu incelenmiş ve şehirde seçilen pilot bölge üzerinde su şebekesindeki su kayıpları hesaplanmıştır. Songur ve Dabanlı'nın 2006 yılında Diyarbakır içme suyu şebekesi MTA bölgesinde yaptığı çalışmada, MTA bölgesindeki fiziki su kaçakları tespit edilmiştir. ("Songur ve Dabanlı, 2006") Bu çalışmada ise seçilen pilot bölge Muradiye Mahallesi olup, bu bölgedeki su kayıpları incelenip, 'Muradiye Mahallesi'nin' şebeke sistemindeki su kayıpları fiziki ve idari su kaybı olarak ikiye ayrılmıştır. Aynı zamanda çalışmada, bu kayıplar sınıflandırılırken 'Diyarbakır Su Sistemi' üzerinde yeni kullanılmaya başlanan teknolojik sistemlerin verilerinden faydalanılmıştır.

2. Diyarbakır Su Sistemi

2.1. Diyarbakır İçme Suyu Sisteminin Tarihi

Diyarbakır şehri için bilinen en eski içme suyu boru hattı 1535 yılında Mimar Sinan'ın kalfası olan Kasım Çelebi tarafından inşa edilmiştir. Suyun kaynağı şehrin merkezine 14 km uzaklıkta olan Serapgüzeli kasabası sınırları içinde olan Gözeli mevkiindedir. Bu kaynak aynı zamanda 'Hamravat Suyu' olarak bilinir. Su kaynağının şehre olan uzaklığı göz önünde bulundurulduğunda temin sisteminin, su kemerleri kullanılarak ve su kayıpları asgari düzeyde tutularak tasarlanmış olması uzmanları halen aşırtmaktadır, (Konar, 1936 ve "Beysanoglu, 1987).

İlk boru hattı 1935 yılında Vakıflar İdaresi tarafından dökme demir boru tipi kullanılarak inşa edilmiş olup şebekedeki su kayıpları oldukça yüksektir. Nüfusun artışıyla, şehirdeki altyapı açısından planlı ve sağlıklı çalışmalara 1972 yılında başlanılmıştır. İçme suyu hattı, 11 km 1000mm çaplı beton borular kullanılarak döşenmiş ve içme suyu deposu ise 9000 m³ hacimli olarak hattın ucuna inşa edilmiştir.

1990'lı yıllarda Diyarbakır şehri çeşitli sebeplerden çok hızlı göç almıştır. Mevcut altyapı

sistemi bu hızlı değişen nüfusa oranla oldukça yetersiz kalmıştır. Şehre sağlanan su miktarının yetersizliği, yeni bir su temin sisteminin yapılmasını zorunlu kılmıştır. Tasalanan proje iki aşamalı olup, ham su kaynağı olarak Dicle Barajını kullanmayı amaçlamıştır. Projenin ikinci kısmı 2025 yılından sonra gerçekleştirilecektir. Su temin sistemi 2001 yılının ortalarında tamamlanmış olup bu projenin tamamlanması ile şehrin su probleminin 2030 yılına kadar çözülmesi amaçlanmıştır.

2.2. Diyarbakır İçme Suyu Sisteminin Karakteristik Özellikleri

Bu bölümde, Diyarbakır İçme Suyu Sistemi, su kaynakları, ham su hattı, arıtma tesisi , su depoları ve su şebekesi olarak beş ayrı kısım olarak değerlendirilecektir.

2.2.1. Su Kaynakları: Diyarbakır içme suyu sistemi içerisinde iki su kaynağı vardır, bunlar: Dicle Barajı ve Gözeli Kuyularıdır.

Dicle Barajı, şehir merkezinden 50 km ve arıtma tesisinden 35 km uzaklıktadır. Daha spesifik olarak, baraj ve pompalar Dicle nehrini oluşturan Maden ve Dibni ırmaklarının birleşim noktasından 800 metre uzaklıkta, ve Kralkızı Barajının aşağı akımından 22 km uzaklıktadır. Tablo-1 Dicle Barajı ile ilgili karakteristik özellikleri içermektedir. ("DSİ,2001")

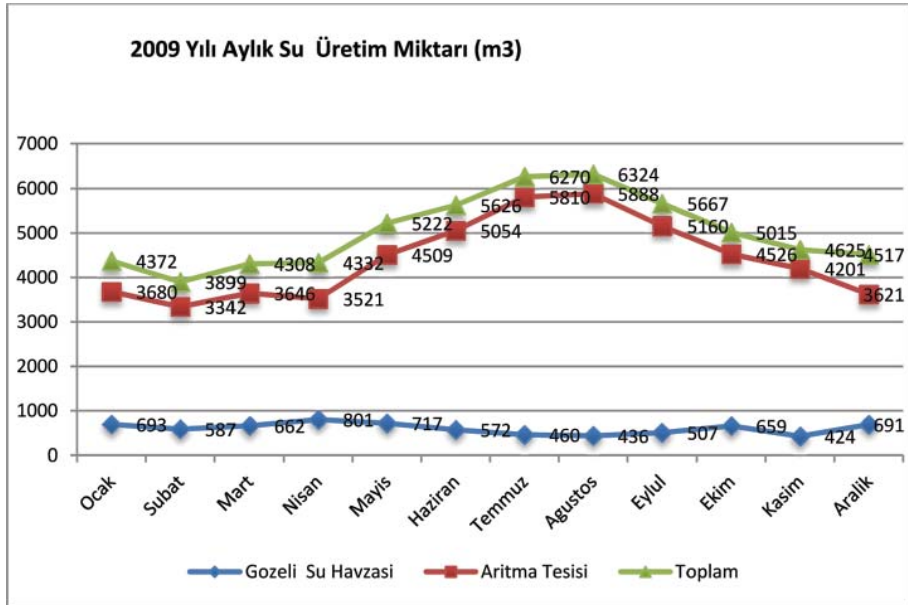
Tablo 1 - Dicle Barajı

Yer	Diyarbakır
Nehir	Dicle
Amaç	Sulama, Enerji
İnşaat (Başlama-Bitiş) Yılı	1986-1987
Türü	Kaya-Toprak Dolgu
Baraj Hacmi	2.180.000 M ³
Nehir Yatağından Yüksekliği	640,00 M
Tepe Noktası	718,00 M
Ölü Hacim	340,00 HM ³ /YIL
Normal Su Seviyesindeki Rezervuar Hacmi	595,00 HM ³ /YIL
Aktif Hacmi	255,00 HM ³ /YIL
Yıllık Çıkış Kapasitesi	1085,75 HM ³ /YIL (Kralkızı ile birlikte)
Sulama Alanı	126 080 HA
Yıllık Enerji Üretimi	298 GWh

İkinci su kaynağı olarak kullanılan Gözeli kaynağı 22 derin kuyudan oluşmaktadır. Bu kaynaktan elde edilen suyun kalitesi yüksek ve mineraller açısından zengindir. Bu özelliklerinden dolayı dağıtım deposuna girmeden önce sadece son klorlama işlemine tabii tutulur. Kaynaktan çıkan suyun akış hızı 360l/s dir. Gözeli kaynağı şehrin günlük su kullanımının %20'sini karşılar.

2.2.2. Ham Su İletim Hattı: Dicle Barajından alınan ham su, pompa istasyonuna 1600 mm çaplı çelik boru ile taşınmakta olup; T1 savak yatağı tünellinden ise 2200 mm çaplı çelik boru ile pompa istasyonuna ulaşmaktadır. Derivasyon tüneline ham su, iki asil bir yedek pompa yardımı ile 3000l/s lik hızla pompalanmaktadır. Derivasyon tüneline ham su arıtma tesisine ise ham su cazibeli akışla iletilmektedir. Dicle Barajından, 2200mm çaplı çelik boru ile alınan ham su öncelikle 4 m yükseklikteki pompa istasyonuna gelir. Bu hat 6m/s lik akış hızına göre tasarlanmıştır. Pompa istasyonunda biri değişken (0,7-1,5m³/s), ikisi sabit hızlı (1,5m³/s) üç pompa çalıştırılmaktadır. Bu istasyondan ham su, 1600 mm çaplı çelik boru ile kondüite pompalanmakta ve bu hat üzerinde bir akış ölçer bulunmaktadır. Kondüit pompa istasyonundan 176m yükseklikte olup, pompa ve kondüit arasında iki denge tüneli bulunmaktadır. Bu denge tünellerinden birincisi pompa istasyonundan 123m, ikincisi ise 48m yükseklikte olup, hat içinde geri dönen suyun hızını düşürmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu tüneller dinlendirici havuz gibi olup, sistemin zarar görmesini önlerler. Denge tünellerin kapasiteleri ise sırasıyla 135m³ ve 270m³ tür. Ayrıca, ham su hattının üzerinde yaklaşık 40 adet hava vanası bulunur, bu vanalar su basıncını dengelemek için yerleştirilmiştir.

2.2.3. Ham Su Arıtma Tesisi: Ham Su Arıtma Tesisi Diyarbakır-Elazığ karayolu üzerinde, Üçkuyular köyünün karşısında Mastaras(Mastfroş) Tepesi üzerinde, şehir merkezinden 11km uzaklıkta konumlandırılmıştır. Tesis, Dicle barajından 35km uzaklıktadır. Ham su girişi normal akışta 255,000m³/gün (veya 3,0m³/s) kapasitesindedir. Arıtma tesisinde, 10,000m³ hacimli arıtılmış su rezervuarı bulunmaktadır. Günlük kişi başı su tüketimi 200 litre için tasarlanmış tesisin, servis kapasitesi 1.280.000 insan içindir. Bu tesis iki aşamalı tasarlanmış olup, 2025 yılından sonra ikinci kısmının devreye alınması planlanmıştır. Gelecekteki giriş akış hızının ise 6m³/s olması öngörülmüştür. Ham su arıtma işlem sırası: girişte borularla gelen ham su önce 'Dengeleme ve Havalandırma' yapısına alınarak



Sekil 1 - 2009 Yılı Aylara Göre Su Tüketimi

suyun hava ile temasıyla içindeki oksijen miktarı artırılır. Daha sonra ham su, tesisteki iki 'Hızlı Karıştırıcıya' alınarak, buradan altı bölümlü 'Dağıtım Odası'na iletilir. Dağıtım odasında suya polielektrolit eklenerek flokülasyon önlenir. Su dağıtım odalarından 'Durultuculara' gelir, durultucularda suyun içinde askıda kalan maddelerin çökmesi sağlanır. Durultuculardan sonra 'Filtrelere' geçen su, yaklaşık olarak % 60-70 oranında temizlenmiştir. Özel bir kum yardımıyla suyun içerisinde kalan parçacıklar burada çöktürülür. Arıtma tesisinde su son olarak 3.550m³ 'Klor Temas Tanklarında' klorlanarak ve PH seviyesi ayarlanarak, 10.000m³ lük artırılmış su rezervuarına iletilir. Bu işlemler esnasında tesiste bir miktar su ile oluşan çamur için kullanılan üniteler ise 'Geri Dönüşüm Tankları, Çamur Yoğunlaştırıcılar, ve Çamur Susuzlaştırma' üniteleridir. Tesisin işletim sistemi geri kazanılabilir sistemdir, bu da suyun ünitelerde boşa harcanmasını önler. Tesisin yönetim binasında, kimya laboratuvarı ve SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) odası bulunmaktadır. Kimya laboratuvarı günlük olarak alınan numunelerle arıtılan suyun standartlara uygunluğunu denetler; SCADA ise sisteme giren suyun üretimini ve arıtılmasını denetlemek amacıyla kullanılan bilgisayar bazlı merkezi yönetim sistemidir. Tablo-2 2001-2006 yılları arası ham su ve arıtılmış su miktarlarını göstermektedir. Şehre sağlanan suyun % 80'i Dicle Barajından, % 20'si ise Gözeli Havzası'ndandır.

Tablo-3, Diyarbakır ili için 2005 ve 2009 yılları arasında her iki kaynaktan sağlanan su miktarlarını göstermektedir. Şekil-1 ise 2009 yılında aylara göre Gözeli Havzası ve Arıtma Tesisinde üretilen su miktarlarını göstermektedir, (DİSKİ, 2009).

Tablo 2 - Tesise Giren ve Çıkan Su Miktarları

Yıllar	Barajdan Gelen Akış (M ³)	Rezervuardan Çıkan Akış (M ³)
2001	20.504.476	17.197.000
2002	37.776.706	34.239.826
2003	51.476.000	45.307.000
2004	51.964.000	50.194.000
2005	51.933.000	50.471.000
2006	54.849 000	53,373.000
Toplam	268.503.182	250.781.826

Tablo 3 - Yıllara Göre Su Üretim Miktarı

	2005	2006	2007	2008	2009
Gözeli (m ³ / yıl)	12.000.000	7.358.000	6.047.000	8.443.000	7.207.971
Arıtma (m ³ / yıl)	50.471.000	53.373.000	53.578.000	48.139.000	52.968.000
Toplam	62.471.000	60.731.000	59.625.000	56.582.000	60.175.971

2.2.3. İçme Suyu Şebeke Hattı: Diyarbakır şehri, Dicle Nehri yatağına göre konumlanmıştır. Tarihi ve şu anki gelişimi geniş bazaltik düzlük üzerinde olan şehir, doğuya doğru hafif eğimli ,deniz seviyesinden ise 770 metreden 550 metreye doğru değişen yüksekliğe sahiptir. Bu topografik ve coğrafik konuma göre, şehrin su dağıtım sistemi ana ve

alt basınç bölgelerine ayrılmıştır. Bu basınç bölgeleri 40-70 m yükseklik arasında değişmektedir. Arıtma tesisinde bulunan 10,000 m³ lük temiz su deposundaki su, yerçekimi kuvveti ile dağıtım rezervuarlarına 2,200 lük çelik boru ile iletilmektedir. İçme suyu sisteminde yapılması tasarlanan 16 su deposu bulunmaktadır. 2009 yılı itibarıyla bu depolardan altı tanesi sistemde hizmet vermektedir. Üç deponun inşaatına ileri tarihlerde başlanılacak olup ve birinin inşaatı ise tamamlanmak üzeredir. Tablo-4 Diyarbakır Su Temin Sistemi'ndeki dağıtım depolarının ayrıntılı özellikleri içerir. Diyarbakır şehrinde altı adet ana basınç bölgesi mevcuttur. Diyarbakır içme suyu şebeke tipi ızgara tipidir. Izgara tipi şebeke sistemi suyun akışını izlemek ve su kesintileri azaltmak açısından avantajlıdır. Bu sistem döngüsel olduğu için meydana gelecek herhangi bir arızada bir yakındaki hattan kolayca sistem beslene bilmektedir. ("DİSKİ, 2009")

Tablo 4 - Dağıtım Depolarının Karakteristik Özellikleri

Depo Adı	Hacmi (m ³)	Giriş Boru Kotu (m)	Kret Kotu (m)
DY 3.1	30.000	759,64	754,14
DY 4.1-1	15.000	789,25	784,00
TOKI-2 Üçkuyular	5.000	795,17	790,42
TOKI-1	2.500	706,24	701,74
DY 1	15.000	685,63	680,38
DY 3.3	7.500	745,14	740,14
DY 2.2	30.0000	712,18	706,68
DY 3.2	15.000	757,34	752,09
DY 4.2	15.000	787,37	782,12
DY 5.2	15.000	821,92	816,67
TOKI-3 Talaytepe	5000	855,75	851,00

Tablo 5 - Diyarbakır İçme Suyu Sistemi Hizmet Alanındaki İlçeler

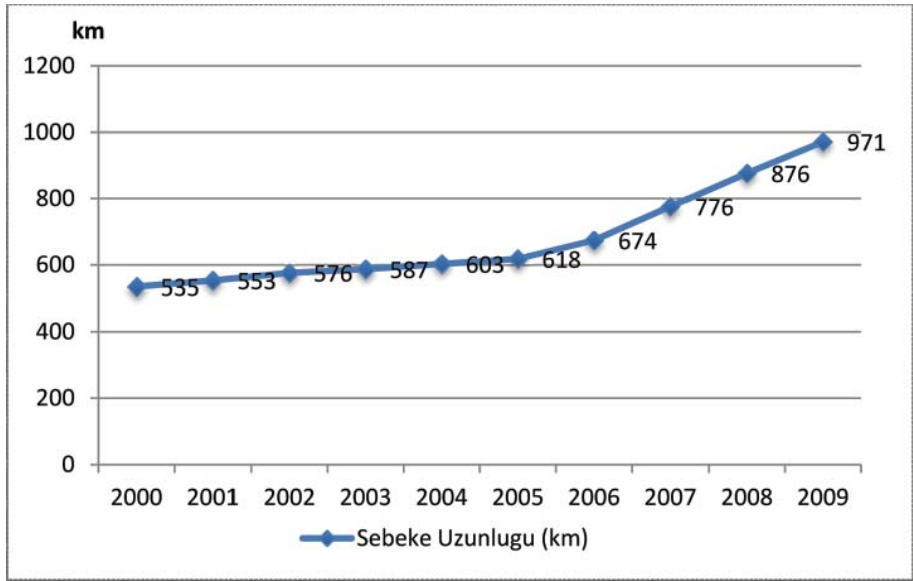
İlçe	Nüfus	Merkez Mahalle	Yeni Mahalle	Küme	Toplam
Bağlar	327.504	12	21	26	59
Kayapınar	185.626	3	9	12	24
Sur	178.972	10	20	13	43
Yenisehir	107.345	16	35	47	98
Toplam	799.447	41	85	99	225

Diyarbakır İçme Suyu Sisteminin boru iletim hattı, şebeke sistemi dağıtım depolarından abonelere doğru cazibeli akışla sağlanmaktadır. Toplam şebeke boru uzunluğu 2009 yılı sonu itibarıyla yaklaşık olarak 971km, abone bağlantı uzunlukları toplamı ise 414km

civarındadır. Şebeke sisteminde kullanılan boru tipleri sırasıyla: çelik boru, açb (asbest), pvc (polvinchloride), pe (polyethylene), beton boru, ve galvanizli boru çeşitleridir. Tablo-5, şehirde su şebekesi hizmet alanı içinde bulunan ilçelerin nüfus dağılımını göstermektedir. Tablo-6 ise su şebekesinde bulunan boruların çeşitlerine göre uzunluklarını göstermektedir. ("DİSKİ, 2009") Şekil-2 ise 2000-2009 yılları arasında su şebekesindeki boruların toplam uzunluklarını içermektedir.

Tablo 6 - Boru Cinslerine Göre Şebeke Uzunlukları

Boru Cinsi	Miktarı (m)
Çelik Boru	133.455
AÇB	100.123
PVC	357.556
PE	698.504
Beton Boru	9.795
Galvanizli	86.000
Toplam	1.385.433



Şekil 2 - Yıllara Göre Şebeke Uzunlukları

2.3. Diyarbakır İçme Suyu Sistemi Yönetimi

Diyarbakır İçme Suyu Sistemi Büyükşehir Belediyesine bağlı yarı özerk bir kuruluş olarak 1995 yılında kurulmuş olan "Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi" tarafından yönetilmektedir. Kısa adı DİSKİ olan kurumun görevleri arasında su

temini ve dağıtımı; kullanılmış sular ile yağış sularının uzaklaştırılması; gerekli tesislerin kurulması; ve abonelik hizmetleri vardır. DİSKİ 469 çalışanı ile toplam 146.375 aboneye hizmet vermektedir. Şehirdeki bölgelere göre abone sayısı dağılımı ise: Suriçi bölgesi 13.222 aboneye; Yenişehir bölgesi 38.747 aboneye; Kayapınar bölgesi 31.196 aboneye; Bağlar bölgesi 61.221 aboneye; Çarıklı bölgesi 528 aboneye; ve Bağışvar bölgesi 1.461 aboneye sahiptir. DİSKİ tarafından içme suyu sistemini işletmek ve yönetmek için kullanılan programlar arasında GIS (Coğrafi Bilgi Sistemleri); MIS (Yönetim Bilgi Sistemleri); MAPINFO; SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition); ve Oracle Veritabanı bulunmaktadır.

GIS ile mevcut olan şebekedeki suyun akışı kolayca izlenebilmekte, ayrıca sistem üzerinde bulunan ana su borularının, su depolarının, vanaların, ölçüm odalarının, sayaçların, yangın hidratlarının ve havalandırma bacalarının yerleşimi ve durumları tespit edilebilmektedir. MIS, GIS ile birlikte kullanılarak uydudan elde edilen yerleşim haritalarına ulaşmak amaçlı sisteme adapte edilmiştir. Bu haritalar yapıların koordinatlarını, yüksekliklerini, kat sayılarını, yapıda yaşayan kişilerin sayısını, abone numaralarını, durumlarını, atık su bağlantılarını, elektrik ve telefon bağlantılarını, içme suyu ve atık su sistemlerinde kullanılan malzemenin bakım yaşı ve çeşidini içeren çeşitli bilgileri bilgisayar yardımıyla görüntüleme ve izleme kolaylığı sağlar. MIS gelişmiş bir veritabanı olup DİSKİ'nin aboneleri hakkında çok çeşitli verileri saklamak ve sorgulamak amaçlı kullandığı bir programdır. MIS sisteminin kullanımı aynı zamanda sistemdeki su kayıplarının gerilemesini de sağlar. DİSKİ, MIS uygulamasında Avrupa standartlarını kullanarak cadde ve binaları numaralandırarak sistemde kodlamıştır. MIS ile incelenmek istenilen basınç bölgesindeki nüfus, su ihtiyacı, işletme basıncı, kullanılan klor miktarı, toplam yapı sayısı, DİSKİ'nin abone sayısı, kamu binaları, park, hastane, okul, iş merkezleri gibi bilgiler belirlenebilir. İncelenen bölgedeki geçmiş tüketim bilgileri yardımıyla; bu bölgedeki su kayıpları yine bölgede bulunan nüfusun günlük su tüketim miktarı ve fatura edilen tahakkuk değerleri ile karşılaştırarak MIS verileri yardımıyla öngörülebilmektedir. SCADA, kapsamlı ve entegre bir Veri Tabanlı Kontrol ve Gözetleme Sistemidir. Bu sistem sayesinde bir tesise veya işletmeye ait tüm ekipmanların kontrolünden üretim planlamasına, çevre kontrol ünitelerinden yardımcı işletmelere kadar tüm birimlerin otomatik kontrolü ve gözlenmesi sağlanabilir. DİSKİ, içme suyu sistemi üzerinde SCADA sistemini kurarak su üretimini, arıtımını ve şebeke içerisinde dağıtımını bilgisayar destekli merkezi kontrol ile izlemeyi amaçlamıştır. SCADA sisteminin kurulumuna 2006 yılında başlanmış olup çalışmalar halen devam etmektedir. SCADA geniş bir alana yayılmış olan Diyarbakır Su Sisteminin işletilmesini, bakım onarım çalışmalarının düzenlenmesini, suyun yönetimi daha etkin kılmak ve kayıpları azaltmak amaçlı kullanılır. SCADA merkezi ana dağıtım depolarından DY 3.1 Su Deposu İşletme Binası içerisinde yer almaktadır. SCADA verilerini, ölçüm odalarına yerleştirilmiş olan basınç-akım-klorür ölçekleri üzerinden almaktadır. Bu veriler RTU (uzaktan yönetilen istasyon birimi) vasıtası ile taşınmaktadır. Bu sistem anlık bilgi akışını sağlar ve merkez bu bilgileri veritabanında depolar. Böylece su sistemi etkin bir şekilde ekrandan kontrol edilir ve acil durumlarda sistemdeki ana noktalara yerleştirilen vanalarla sistemin tümü hasar görmeden arızalara müdahale edilir.

3. Diyarbakır Su Sisteminin Değerlendirilmesi

Diyarbakır içme suyu şebeke sistemi toplam uzunluğu (boru hattı ve abone bağlantıları ile beraber) 1.385.433 km olup geniş bir alana yayılmış izgara tipindedir. Diyarbakır şe-

beke sistemindeki su kayıplarını değerlendirmek için seçilen pilot bölgedeki su kayıpları çalışmanın bu kısmında incelenecektir. Pilot bölgede su kayıplarını hesaplamak için GIS-MIS verileri; SCADA verileri ve abonelere faturalandırılan tahakkuk değerleri kullanılacaktır. Şebeke sisteminde GIS-MIS ve SCADA programlarının adaptasyonuna nüfus yoğunluğu ve su kayıplarının fazla olduğu Bağlar bölgesinden başlanmıştır. Bu çalışmada Bağlar bölgesine bağlı bulunan Muradiye Mahallesi, su şebekesinin incelenmesi için seçilmiştir. Muradiye Mahallesi'nin pilot bölge olarak seçilme nedenleri arasında, GIS-MIS ve SCADA uygulamalarının bu mahalle için tamamlanmış olması, şebeke için tek bir besleme noktasının bulunması ve bu nedenle suyun hareketinin kolay izlenebilmesi yer almaktadır. Muradiye bölgesi şebekesindeki su kayıplarını hesaplamak için üç ayrı veri grubu kullanılacaktır. Muradiye bölgesinin MIS veritabanından alınan özellikleri Tablo-7 de verilmiştir.

Tablo 7 - Muradiye Mahallesi'nin MIS Tabanındaki Bilgileri

Muradiye Mah. Nüfusu	16.752
Muradiye Mah. Yüzölçümü	0.166 km ²
Abone Sayısı	2501
Konut Sayısı	2593
Ticari amaçlı İşyeri	398
Ø100 Çaplı Vana Sayısı	28
Ø150 Çaplı Vana Sayısı	3
Ø200 Çaplı Vana Sayısı	2
Ø100 Çaplı PVC Boru Uzunluğu	4624.77 metre
Ø150 Çaplı AÇB Boru Uzunluğu	1080.52 metre
Ø200 Çaplı AÇB Boru Uzunluğu	655 metre

GIS-MIS veri tabanına göre Muradiye Mahallesi'nin nüfusu 16.752 kişidir. Türkiye istatistiklerine göre kişi başına günlük su tüketimi 111 litredir. Buradan yola çıkılarak Muradiye Mahallesi için aylık tüketilen su miktarı aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$P_{\text{Muradiye}} = 16.752$$

$$Q_{\text{Günlük}} = 16.752 \times 111 = 1859472 \text{ litre} = 1.860 \text{ m}^3/\text{gün} \quad (3.1)$$

$$Q_{\text{Aylık}} = 1.860 \times 30 = 55.800 \text{ m}^3/\text{ay} \quad (3.2)$$

SCADA veri tabanından 2008/Mart ayı için alınan verilere göre Muradiye Mahallesi'ndeki aylık su tüketimi 72.361 m³/ay dır.

$$Q_{\text{SCADA}} = 72.361 \text{ m}^3/\text{ay} \quad (3.3)$$

DİSKİ' nin abone servisinden Muradiye Mahallesi 2008/Mart ayı için alınan faturalandırılmış tahakkuk değeri ise 30.504 m³/ay dır.

$$Q_{ABONE} = 30503,91 \text{ l/ay} = 30.504 \text{ m}^3/\text{ay} \quad (3.4)$$

Bulunan bu üç değer arasındaki farklar şebekedeki su kayıplarını verir. Su kayıpları genel olarak ikiye ayrılır. Bunlar fiziki ve idari su kayıpları şeklinde sınıflandırılabilir. Fiziki kayıp, şebeke sisteminden sızan su miktarını; idari kayıp ise idare tarafından faturalandırılmayan su miktarını ifade eder. Burada fiziksel su kaybı, sisteme sağlanan toplam su miktarını veren Q_{SCADA} değeri ile, bölgede yaşayan nüfusun harcadığı su miktarı olan Q_{GIS} değeri arasındaki fark bulunarak hesaplanır. İdari su kaybı ise bölgede yaşayan nüfusun harcadığı su miktarı olan Q_{GIS} değeri ile faturalandırılan su tahakkuk değeri olan Q_{ABONE} değeri arasındaki fark bulunarak hesaplanır.

$$Q_{GIS} = 55.800 \text{ m}^3/\text{ay}$$

$$Q_{SCADA} = 72.361 \text{ m}^3/\text{ay}$$

$$Q_{ABONE} = 30.504 \text{ m}^3/\text{ay}$$

$$Q_{Fiziksel Kayıp} = Q_{SCADA} - Q_{GIS} = 72.361 - 55.800 = 16.561 \text{ m}^3 \quad (3.5)$$

$$Q_{İdari Kayıp} = Q_{GIS} - Q_{ABONE} = 55.800 - 30.504 = 25.296 \text{ m}^3 \quad (3.6)$$

$$Fiziksel Kayıp = \frac{Q_{Fiziksel kayıp}}{Q_{SCADA}} \times 100 = \frac{16.561}{72.361} \times 100 = 22.88 \% \quad (3.7)$$

$$İdari Kayıp = \frac{Q_{İdari kayıp}}{Q_{GIS}} \times 100 = \frac{25.296}{55.800} \times 100 = 45.33 \% \quad (3.8)$$

Muradiye bölgesindeki, fiziksel su kaybı ile idari kayıp değerlerini toplayarak sisteme sağlanan QSCADA değeri ile oranlandığında bölgedeki toplam su kaybı hesaplanır.

$$\begin{aligned} Toplam Su Kaybı &= \frac{Fiziksel Kayıp + İdari Kayıp}{Üretim} \times 100 \\ &= \frac{16.561 + 25.296}{72.361} \times 100 = 57.84\% \end{aligned} \quad (3.9)$$

Fiziksel su kayıplarının sebepleri yanlış boru şebekesi tasarımı; zayıf kalite kontrolü (iletim, depolama ve dağıtım hatlarındaki sızıntı); özel sondajlar; kullanılan malzemenin eskimesi; abone bağlantı noktaları, vana ve armatür kısımlarındaki sızıntılardır. İdari su kayıpları nedenleri için abone sayaçlarındaki bozukluklar; yasal olmayan veya kayıtsız (ikincil hat, sayaçsız , ve özel sondaj kullanıcıları) kullanıcılar; ve yasal sayaçsız kullanım (parklar, camiiler, belediye, ve su depoları) olarak sıralanabilir. Muradiye bölgesindeki şebekeden toplam su kaybı 57.84% olup; bu bölgedeki fiziki kayıp 22.88%, idari

kayıp ise 45.33% tür. ("Bingöl,2008") Bu bölgedeki fiziksel su kaybının yüksek olmasının temel sebep boru şebekesinin eski oluşudur. Sayaçlardaki tahrifat ya da ters çevirme bir başka deyişle yasal olmayan kullanım da yüksek idari kaybın temel sebebidir. IWSA(International Water Services Association) 1991 yılında yaptığı araştırma su temin sistemindeki kayıpların gelişmiş ülkelerde 8-24% arasında; yeni sanayileşen ülkelerde 15-24% arasında; ve gelişmekte olan ülkelerde ise 25-45% arasında bu oranın değiştiği şeklindedir. Muradiye için bulunan 57.84% lik toplam su kaybı değeri bu sınırların oldukça üstünde kalmaktadır. Muradiye bölgesi, Diyarbakır İçme Suyu Sisteminin oldukça küçük ve problemlili alanlarından biri olduğundan bulunan bu değerlerden tüm şebeke sistemi için bir çıkarım yapmak oldukça güçtür. Bu bakımdan Diyarbakır ili için daha genel verilerin yer aldığı Tablo-8'den İçme Suyu Sistemindeki toplam su kayıp ve su kaçak oranları gözlemlenebilir.

Tablo 8 - Diyarbakır İçme Suyu Sistemi Kayıp ve Kaçak Oranları

Yılı	Şehre Verilen Su Miktarı (m ³)	Faturalandırılan Su Miktarları (m ³)	Kayıp ve Kaçak Oranı (%)
2006	60.731.000	24.779.271	59,2%
2007	59.625.000	26.721.105	55,2%
2008	58.006.279	26.654.873	54,1%
2009	60.175.971	28.781.083	52,2%

Tablo-8'den de açıkça görüldüğü üzere, Diyarbakır içme suyu şebekesindeki kayıplar da ciddi düşüşler sağlanmıştır. Şehrin yeni yerleşim bölgelerinde planlı altyapı projeleri oluşturularak, işletme hizmetleri zayıflıkları asgari düzeye çekilmiştir. Eski yerleşim bölgelerinde ise çeşitli iyileştirmeler yapılmıştır. Bu iyileştirmeler şebeke boruları ve abone bağlantılarını yenilemek, sayaç bakım ve kontrollerini sıklaştırmak, ve GIS-MIS ve SCADA veritabanlarının sisteme adaptasyonu şeklindedir.

4. Araştırma Sonuçları ve Kısıtlamalar

Bu çalışmada gözlemlenen en çarpıcı sonuç, Diyarbakır Su Temin Sistemi şebekesindeki yüksek su kaybıdır. Çalışmada yer alan pilot bölge üzerindeki su kayıpları, su işletmesi sorumlusu tarafından kullanılmaya başlanan yeni teknolojik sistemlerden alınan verilerin yardımıyla hesaplanmıştır. Pilot bölgedeki su kayıplarının nedenleri şebeke sisteminin eski oluşu, su sayaçlarındaki tutarsızlık, abone bağlantı birleşim noktalarındaki sızıntılar, yasal olmayan tüketim ve sayaçlardaki tahrifattır. Sistemdeki su kayıpları yaşanmasının sebepleri arasında yukarıda belirtilen nedenler dışında şehir şebekesinin bölümlendirilmesindeki zorluklar ve bu bölümlerin birbirinden izole edilememesi yer almaktadır. Ayrıca, şebekenin belirli bir bölümünün şebeke ağı içerisinde yer almaması ve bu nedenle kayıp ve kaçakların bir şekilde gözlemlenemeyişi de sistemde su kayıplarına neden olmaktadır. İleri teknoloji kullanımı yardımıyla gerçeğe daha yakın veriler elde edebilmek için ayrıştırılmış bölgeler arasındaki kontrolsüz su geçişi ve sızıntılar ile şebeke ağı içerisinde yer almayan eski şebeke uzantılarının sistem dışına alınması gereklidir. Böylece MIS ve SCADA veritabanları, ayrıştırılmış bölge verilerini gerçeğe

daha yakın değerler halinde sağlayabilir; kayıp ve kaçakların nedenleri ile gerçekleştiği bölgeler daha sağlıklı gözlemlenebilir. İşletmenin bu yeni teknolojileri şebeke üzerinde etkinleştirilmesi su kayıplarının azaltılması açısından ciddi bir gelişme sağlamıştır. Bu sistemleri kullanmaya başlayan bölgelerde sağlanan gelişmeleri şöyle özetleyebiliriz: su faturalarının daha adil olması, fiziksel ve idari kayıpların asgari düzeye çekilmesi, su kaynağının ömrünün uzatılması, işletme giderlerinin düşürülmesi, daha az personelin istihdam edilmesi, yasal olmayan kullanım açısından caydırıcı olması ve son olarak işletme ve yönetimin merkezileştirilmesidir. İşletmecinin yeni teknolojik sistemlerin adaptasyonunu tamamlaması ile birlikte, Diyarbakır Su Temin Sistemi rehabilite edilmiş olacaktır.

Kaynaklar

1. <http://www.wwf.org.tr>
2. <http://www.dsi.gov.tr>
3. Songur, M. , Dabanlı, A. (2006). Studies on Inspection and Determination of Unaccounted Water . İstanbul-Turkey: Fatih University
4. Konyar,B.(1936). Diyarbakır Yıllığı.Syf.207,
5. Beysanoğlu,Ş.(1987).Anıtları ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi 2.Cilt. Ankara
6. Devlet Su İşleri. (2001). Dicle Dam and HPP. Ankara
7. Bingöl, B.N., Diyarbakır İçme suyu Sisteminin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi F.B.E., 2008
8. DİSKİ 2009 Faaliyet Raporu, 2009