

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELAZIĞ İLİ İÇME SUYU PROBLEMLERİ ve ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ**

Necmettin GÜL

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç.Dr. Mualla ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2007

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ELAZIĞ İLİ İÇME SUYU PROBLEMLERİ ve ÇÖZÜM
ÖNERİLERİ**

Necmettin GÜL

Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez 25.05.2007 tarihinde, Aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği ile başarılı olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mualla ÖZTÜRK

Üye: Doç.Dr. Ayhan ÜNLÜ

Üye: Doç.Dr. Ahmet BAYLAR

Bu tezin kabulü, Fen bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... Tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
1.İÇİNDEKİLER	I
2. ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
3. TABLOLAR LİSTESİ	V
4. SİMGELER	VII
5. ÖZET	VIII
6. ABSTRACT	IX
1.GİRİŞ	1
2.KENTSEL İÇME SUYU SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	3
2.1. Su Kalitesi Ve Su Temininde Karşılaşılan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri	3
2.1.1. İçme, Kullanma Suları İçin Gerekli Parametreler	3
a)Mikrobiyolojik parametreler	4
b) Kimyasal Parametreler	5
c) Gösterge parametreleri	6
d) Radyoaktivite parametreleri	6
2.2. Dağıtım, İşletme Ve Kayıplardaki Sorunlar	7
2.3. Finansmanda Karşılaşılan Sorunlar	8
2.4. İçme Suyu Sorunlarının Çözüm Önerileri	8
2.5. İsale Hatlarının Sınıflandırılması	10
2.6. İsale Hatlarında Kullanılan Boru Çeşitleri	11
a) Font Borular	11
b) Çelik Borular	11
c) Asbestli Çimento Borular	12
d) Beton ve Betonarme Borular	12
e) Plastik Borular	12
2.7. Yük Kayıplarının Hesabı	13
3.ELAZIĞ İLİ İÇME SUYU PROJE SAHASI	15
3.1. Elazığ İlinin İçme Suyu Proje Sahasının Genel Durumu	15
3.2. Elazığ Ovası Su Kaynakları	16
3.3. Elazığ'ın Mevcut İçme Suyu Temini Kaynakları Ve İsale Tesisleri	17
3.3.1. Elazığ Kentini Besleyen Kuyular Ve Tesisler	18

a) P1 Pompa İstasyonu	18
b) P2 Pompa İstasyonu	18
c) P3 Pompa İstasyonu	18
d) Kesik Köprü İsalesi	18
e) Sürsürü Çayırılı Mevki Kuyuları	19
f) Karaçalı Su İsalesi	19
g) Depolar	19
3.4.Elazığ İli'nin Nüfus Ve İçme Suyu Debisi Hesapları	20
3.4.1. Su İhtiyacı Kriterleri	20
a-)İnsan Su İhtiyacı	20
b-) Hayvan Su İhtiyacı	20
c-)Sanayi Su İhtiyacı	20
d-)Özel İhtiyaç	21
3.4.2. Nüfus Hesapları	21
4.GELECEKTE ELAZIĞ İÇME SUYU TEMİNİNDE ÖNERİLEN ALTERNATİF KAYNAKLAR	27
4.1. Elazığ Uluova Yeraltı Suyundan Kuyularla Su Temini	27
4.1.1.Uluova Yeraltı Su Kuyularının Su Kalitesi	29
4.2. Keban Baraj Gölünde İçme Suyu Temini	30
4.2.1. Meşeli Pompajı (P1)	31
4.2.2. Direkli Pompajı (P2)	32
4.2.3. Karaağaç Pompajı (P3)	33
4.3. Munzur Su Kaynağı	35
5.ELAZIĞ BELEDİYESİ OSU VERİLERİNİN TESPİTİ	49
5.1. Su Kesintisi Sırasında Su İhtiyacının Karşıllanması Ve Dağılımı	49
5.2. Suların Kesilme Sıklığı	49
5.3. Su Miktarı	50
5.4. Su Kaçaklarının En Fazla Olduğu Yerler	50
5.5. Su Kaçaklarının Önlenememesinin Nedenleri	51
5.6. Çevre Kirlenmesi İle Suların Kirlenmesi İlişkisi Tahmini	52
5.7. Şebeke Borularının Erken Yıpranması	52
5.8. Özel Su Deposu Kullanımının Sakıncaları	53
5.9. Tesislerde Yapım Öncelik Sırası	53
5.10. Su Kaçağını Etkileyen Faktörler	54

5.10.1. Su Kaçağının Oranı	54
5.10.2. Patlamanın Oluşma Frekansı	55
5.10.3. Patlak Noktalarının Bulunması	55
5.10.4. Su Darbesi	55
5.10.5. Basınç Değişimi	55
5.10.6. Toprağın Hareketi	55
5.10.7. Boruların Kötüleşmesi	56
5.10.8. Kötü İşçilik; Kötü Malzeme Ve Kötü Bağlantılar	56
5.10.9. Trafik Yüğü	56
5.10.10. Zaman	57
5.11. Su kaçağı Kontrol Metotları	57
5.11.1. Basınç Kontrolü	57
5.11.2. Pasif Su Kaçağı Kontrolü	57
5.11.3. Düzenli Veya Rasgele Dinleme	58
5.11.4. Bölgesel Ölçümleme	58
5.11.5. Su Kaçağı Ölçümlemesi	58
5.11.6. Bölgesel Ölçümleme Ve Su Kaçağı Ölçümlemesinin Birleştirilmesi	59
5.12. Su Kaçağı Olan Bir Noktanın Belirlenmesi	59
5.12.1. Dinleme Tekniğı	60
5.12.2. Gaz İzleme Tekniğı İle Kaçak Noktanın Belirlenmesi	61
5.12.3. Kesmek Ve Kapamak	61
5.12.4 Deneme Kazıları	61
5.13. Depolardaki Su Kaçakları	62
5.13.1. Depolardaki Su Kaçağının Yerinin Belirlenmesi	62
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	66
EK 1	
Anket Formu	67

ŞEKİLLER LİSTE Sİ

Sayfa No

Şekil 4.1 Munzur Su Kaynağı alternatif isale hatları.....	36
Şekil 4.2 Munzur ve Arıcak Su Kaynakları güzergah alternatifleri.....	37

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 İçme-kullanma suları için mikrobiyolojik parametreler.....	4
Tablo 2.2 İçme-kullanma suları için kimyasal parametreler.....	5
Tablo 2.3 İçme-kullanma suları için gösterge parametreleri.....	6
Tablo 2.4 İçme sularında müsaade edilen radyoaktivite değerleri.....	6
Tablo3.1 DSİ 9. Bölge su kaynakları potansiyeli.....	16
Tablo3.2 Kasım 1999 rasatlarına göre Elazığ ovasındaki kaynak ve çeşme debileri..	17
Tablo3.3 Nüfus sayımına göre su ihtiyaç debisi.....	18
Tablo 3.4 Elazığ'ın yıllara göre nüfus sayımı değerleri.....	21
Tablo 3.5 Elazığ kenti nüfus ve su ihtiyacı projeksiyonu.....	24
Tablo 3.6 Hesap metotlarına göre ihtiyaç debileri.....	25
Tablo 3.7 P1 Pompa İstasyonu içme suyu analiz raporu.....	26
Tablo4.1 Gelecekte ihtiyaçlar için kullanılacak olan Uluova mevcut içme suyu artezyen ve kuyularının verileri.....	28
Tablo 4.2 Uluova'da gelecekte kullanılması planlanan kuyuların debileri.....	29
Tablo 4.3 İller Bankası tarafından Akçakiraz Beldesi'nde açılmış kuyunun su kalitesi.	30
Tablo 4.4 Keban Baraj Gölü suyu Mayıs 1997 yılı kalite gözlem sonuçları.....	31
Tablo 4.5 Elazığ su temini projesi Keban Baraj Gölü alternatif yatırım programı....	35
Tablo 4.6 Munzur Suyu kaynağı A güzergâhı keşif özeti.....	38
Tablo4.7 Munzur Suyu kaynağı A güzergâhı keşif özeti.....	39
Tablo4.8 Munzur Suyu kaynağı A güzergâhı keşif özeti.....	40
Tablo4.9 Munzur Suyu kaynağı B güzergâhı keşif özeti.....	41
Tablo 4.10 Munzur Suyu kaynağı B güzergâhı keşif özeti.....	42
Tablo 4.11 Munzur Suyu kaynağı B güzergâhı keşif özeti.....	43
Tablo 4.12 Munzur Suyu kaynağı C güzergâhı keşif özeti.....	44
Tablo 4.13 Arıcak Suyu kaynağı güzergâh alternatifinin keşif özeti.....	45
Tablo 4.14 Alternatiflerin maliyet açısından karşılaştırılması.....	47

Tablo 4.15 Alternatiflerin karşılaştırılması.....	48
Tablo 5.1 Su kesintisi sırasında su ihtiyacının karşılanması ve dağılımı.....	49
Tablo 5.2 Suların kesilme sıklığı.....	49
Tablo 5.3 Su miktarı.....	50
Tablo 5.4 Su kaçaklarının en fazla olduğu yerler.....	50
Tablo 5.5 Su kaçaklarının önlenememesinin nedenleri.....	51
Tablo 5.6 Çevre kirlenmesi ile suların kirlenmesi ilişkisi tahmini.....	52
Tablo 5.7 Şebeke borularının erken yıpranması nedenleri.....	52
Tablo 5.8 Özel su deposu kullanımının sakıncaları.....	53
Tablo 5.9 Tesislerde yapım öncelik sırası tahminleri.....	54
Tablo 5.10 Kaçak noktası bulucu detektör markaları.....	60

SİMGELER

[hk]	Yük kaybı
L;[J]	Hidrolik eğim
[D]	Boru çapı
L; λ	Sürtünme faktörü
[V]	Ortalama hız
LT^{-1} ;[L]	Boru boyu, L
N	Cidar sürtünmesi ile ilgili katsayı
[R]	Hidrolik yarıçap
C	Cidar pürüzlülüğü ve boru cinsi
P	Nüfus artış yüzdesi
Ny	Yeni nüfus sayımı
Ne	Eski nüfus sayımı
A	Yeni ve eski diye ifade edilen nüfus sayımlarının arasındaki yıl sayısıdır
Ng	Son sayımdan sonraki nüfus
Ny	Son sayımdaki nüfus
P	Nüfus artış yüzdesi
Tg	Nüfus tahmini yapılan yıl
Ty	Son nüfus sayımının yapıldığı yıl
Qh	Gelecekteki nüfusun su ihtiyacı (lt/sn)
Ng	Gelecekteki projelendirme nüfusu
Qmax(g)	Kişi başına kullanılan masimum su(lt)

Ö Z E T

Yüksek Lisans Tezi

ELAZIĞ İLİ İÇME SUYU PROBLEMLERİ ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Necmettin GÜL

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

2007, Sayfa 67

Günümüzdeki hızlı nüfus artışı, sulu tarımın yaygınlaşması ve endüstriyel kalkınma, doğal su sistemini nicelik ve nitelik yönünden zorlamaktadır. Bu durum, su ile ilgisi olan yasal, idari, sosyal, teknik ve ekonomik tüm faaliyetleri entegre bir biçimde kapsayan su kaynakları yönetimine daha bilinçli ve sistematik yaklaşılmasını zorunlu kılmaktadır. Su küresel ölçekte tükenmeyen doğal kaynaklar grubu içinde sayılabilirse de, bölgesel ve yerel olarak sonlu bir kaynak durumundadır.

Elazığ'da özellikle terör nedeni ile alınan göçler ve düzensiz şehirleşmeden dolayı, mevcut içme suyu şebekesi 2010 yıllarından sonra yetersiz duruma düşecektir. Artan nüfus ihtiyacına cevap verebilecek kaynak ve eskiyip değiştirilmesi gerekli olan tesislerin de gözden geçirilerek içme suyunun kalite ve nicelik olarak iyileştirilmesi konusu da ayrı bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada Elazığ İlinin 2025 yılına kadar içme ve kullanma suyu ihtiyacı belirlenmiş, bu ihtiyacı giderebilecek alternatif kaynaklar araştırılmış ve içme suyu tesisleri incelenerek sorunlar belirlenmeye çalışılmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

ABSTRACT

Master Thesis

ELAZIG CITY DRIKING WATER PROBLEMS AND SOLVE SUGGESTIONS

Necmettin GÜL

Fırat University

Graduate Scholl of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

2007, Page:67

The fast increase population in our day, watery agriculture become widespread and industrial development, forced natural water system to state and quality direction. This case, water with interest one legal, managerial, technical, and economical all activities integrate in one shape include water spring to menagement, more conscious and systemically approach to make necessary. However much this case not to run out in the natural spring group, finally one spring in case as regiaral and local.

Because of terror and to take offence migrations and irregular urbanization, present driking water band will fall down insufficient case after 2010 years. Because of, remaining people rate will can answer spring and necessary to change one old foundation too station cure case too different to be one important an opinion.

This study was be designation necessity driking and used Elazığ City's water, This necessity will be satisfy alternative springs was be resarched and drinking water foundations be investigated, matters was be worked designate and solve suggestions was be put for forward.

1.GİRİŞ

İnsan yaşamı boyunca suya muhtaçtır. Besinsiz kalmış bir vücut günlerce yaşamını devam ettirebilir fakat susuz kalan bir canlı belli bir saat sonra ölür. Tıpkı bunun gibi yeryüzünün yaşam kaynağı da yeterli ve kaliteli sudur.

Bir taraftan hızla gelişen Dünya'nın değişen koşullarına paralel olarak su kaynaklarının çeşitli amaçlar için kullanımına yönelik talepler giderek artarken, diğer taraftan Dünya kamuoyu doğal çevrenin temel unsurlarından biri olan su ile ilgili sorunlara daha duyarlı davranmaya başlamıştır.

Yeryüzü kabuğunda en bol miktarda bulunduğu bilinen moleküler madde 1,38 milyar km³ olan toplam potansiyeli ile sudur. Su, aynı zamanda tabiattaki canlılar tarafından en çok kullanılan doğal kaynaktır.

Bir su kaynağının varlığı, onun kendiliğinden kullanılabilir su kaynağı olarak kabul edilmesine yetmez. Bunun için, tanımlanabilir bir talebe yönelik olarak, suyun belirli bir yerde ve belirli bir zaman periyodu boyunca yeterli kalite ve miktarda mevcut bulunması veya mevcudiyetinin sağlanabilmesinin imkân dâhilinde olması gerekir. Su kaynaklarının rasyonel yönetimi için uyumlu bir politikaya duyulan ihtiyaç açıkça ortaya çıkmış ve Dünya genelinde kabul görmüştür.

Su kaynağı sisteminin temel eleman durumunda olduğu su kaynakları yönetiminin ana hedefleri şu şekilde tanımlanabilir;

Yerüstü ve yeraltı sularının mevcut ve gelecekteki durumlarının miktar ve kalite olarak belirlenmesi, temin edilme imkânlarının değerlendirilmesi.

Toplumun su talebinin belirlenmesi, planlanması ve düzenlenmesi.

Su bilânçolarının oluşturulması, dengelerdeki devamlılığı sağlayacak unsurların derlenmesi ve su kaynaklarının rasyonel kullanımına yönelik uzun vadeli bir stratejinin geliştirilmesi.

Tükenme ve kirlenmeden korunmaları için su kaynaklarının durumunun takibi.

Su kaynağı sistemlerinin planlanması ve yönetimin modellenmesi.

Su kaynağı işletme koşullarının önceden tayini ve rasyonel su kullanımının geliştirilmesi.

Toplumun suyun zararlarından etkilenmemesi için unsurların (örneğin, rezervuarların, arıtma tesislerinin) verimli kullanımı.

Türkiye'de su kaynaklarının kullanım durumu tüketilebilecek yüzey ve yeraltı kökenli toplam su miktarının yılda 110 milyar m³ olduğunu ortaya koymaktadır. Bu miktarın yaklaşık

95 milyar m³'ünün yurt içinde doğan yüzey sularından; 3 milyar m³'ünün de yurt dışından giriş yapan akarsulardan; 12 milyar m³'ünün ise yeraltı sularından sağlanabileceği kabul edilmektedir.

Elazığ ili Fırat Havzası içinde yer almaktadır. Elazığ ilinin en büyük su kaynağı Fırat nehridir. İldeki yerüstü ve yeraltı suyu olmak üzere toplam 20.850 milyon m³/yıl olan su potansiyeline bir müdahale olmadığı takdirde, bu su ya komşu ülkelere akıp gitmekte veya sınırlarımızın içinde deniz, göl ve bataklıklarda son bulmaktadır. Elazığ ilinin ileriki yıllarda artan su ihtiyacı Munzur suyu, Akdağı suyu, Uluova yeraltı suyu ve Keban Baraj Gölü suyu olmak üzere dört alternatiften karşılanabilecektir. Akdağı ve Munzur suyu alternatifleri büyük maliyet gerektiren merkez belediye tarafından büyük maliyet gerektirdiği için bu iki alternatifin merkezi hükümet tarafından desteklenmesi gereken projelerdir. Keban Baraj Gölü'nün suyu sulamaya elverişli olup, Uluova'da bu gölün sularından büyük ölçüde istifade edilmektedir. İçme suyu olarak kullanmak için Baraj Gölü suyunun arıtılması gerekmektedir.

2.KENTSEL İÇME SUYU SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

1998 yılında Türkiye’de içme ve kullanma suyunun 1.584.686.000 m³’ü yüzey suyu, 2.457.772.000 m³’ü de yeraltı suyundan temin edilmiştir. Yüzey suyu olarak baraj, gölet, göl, akarsu ve diğer kaynaklar, yeraltı suyu olarak da kuyu ve kaynak suyu değerlendirmelerde esas alınmıştır (DPT, 2005).

Kentsel içme suyu sorunları

1. Su temini, su kalitesi ve hijyen
2. Dağıtım, işletme ve kayıplar
3. Finansman

olmak üzere üç ana başlık altında toplanabilir.

2.1. Su Kalitesi Ve Su Temininde Karşılaşılan Sorunlar Ve Çözüm Önerileri

2.1.1. İçme Kullanma Suları İçin Gerekli Parametreler

İçme suyu için Sağlık Bakanlığı tarafından insani amaçla kullanılacak su ile ilgili bir yönetmelik çıkartılmıştır. Bu Yönetmelik, 24/4/1930 tarihli ve 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanununun 235 ve 242 nci maddeleri, 27/5/2004 tarihli ve 5179 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine dair kanun Hükmünde Kararnamenin değiştirilerek kabulü Hakkında Kanunun 26 ncı maddesi, 13/12/1983 tarihli ve 181 sayılı Sağlık Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 43 üncü maddesine dayanılarak, ayrıca Avrupa Birliğine üye ülkelerce esas alınan İnsani Kullanım Amaçlı Suların Kalitesine Dair 98/83/EC sayılı Konsey Direktifi, Doğal Mineralli Suların Çıkartılması ve Pazarlanmasına İlişkin Üye Devletlerin Kanunlarının Uyumlaştırılması Hakkındaki 15/7/1980 tarihli ve 80/777/EEC sayılı Konsey Direktifi ile Doğal Mineralli Sular İçin Konsantrasyon Limitleri ve Etiketleme Bilgileri Hakkında Liste Oluşturulması ve Doğal Mineralli Suların ve Kaynak Sularının Ozonla Zenginleştirilmiş Hava ile İşleme Tabi Tutulmasının Şartlarını Belirleyen 16/5/2003 tarihli ve 2003/40/EC sayılı Konsey Direktifine paralel olarak, hazırlanmıştır. Bu yönetmelikte içme suyunun Tablo2.1, Tablo2.2, Tablo2.3 ve Tablo2.4’de belirtilen parametreleri taşıması gerekir.

Bu parametreler mikrobiyolojik parametreler, kimyasal parametreler, gösterge parametreleri ve radyoaktif parametreler olarak tespit edilmiştir (DPT, 2005).

a) Mikrobiyolojik parametreler

Tablo 2.1. İçme-kullanma suları için mikrobiyolojik parametreler (OSU, 2006)

Parametre	Parametrik değer sayı/100 ml
Escherichia Coli (E. Coli)	0/100 ml
Enterokok	0/100 ml
Koliform bakteri	0/100 ml

İçme Suları için

Parametre	Parametrik değer sayı/ ml
Escherichia Coli (E. Coli)	0/250 ml
Enterokok	0/250 ml
Koliform bakteri	0/250 ml
P. aeruginosa	0/250 ml
Fekal koliform bakteri	0/250 ml
Salmonella	0/100 ml
Clostridium Perfringens	0/50 ml
Patojen Staphylococlar	0/100 ml
22 °C'de koloni sayısı	100/ml
37 °C'de koloni sayısı	20/ml
Parazitler	0/100 ml
Diğer mikroskopik canlılar	0/100ml

Kaynak Suları için

Parametre	Parametrik değer sayı/ ml
Escherichia Coli (E. Coli)	0/250 ml
Enterokok	0/250 ml
Koliform bakteri	0/250 ml
P. aeruginosa	0/250 ml
Fekal koliform bakteri	0/250 ml
Patojen Mikroorganizmalar	0/100 ml
Anaerob sporlu sülfat redükte eden bakt.	0/50 ml
Patojen Staphylococlar	0/100 ml
Kaynaktan alınan numunede maksimum : 22 °C'de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı	20/ml
37 °C'de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı	5/ml
Ambalajlanmış sularda ambalajlandıktan sonra maksimum: (Numune, Ambalajlanmayı takiben 12 saat içerisinde alınmak ve bu süre içerisinde 4°C ±1 °C 'de saklanmış olmak kaydıyla) : 22 °C'de 72 saatte agar-agar veya agar-jelatin karışımında koloni sayısı	100/ml
37 °C'de 24 saatte agar-agar karışımında koloni sayısı	20/ml
Parazitler	0/100 ml
Diğer Mikroskopik Canlılar	0/100 ml

b) Kimyasal Parametreler

Tablo 2.2. İçme-kullanma suları için kimyasal parametreler (OSU, 2006)

Parametre	Parametrik değer	Birim
Akrilamid	0.1	µg/L
Antimon	5.0	µg/L
Arsenik	10	µg/L
Benzen	1.0	µg/L
Benzo (a) piren	0,010	µg/L
Bor	1	mg/L
Bromat	10(içme-kullanma suları için 31 Aralık 2007 yılına kadar 25 µg/L olarak uygulanır)	µg/L
Kadmiyum	5,0	µg/L
Krom	50	µg/L
Bakır	2	mg/L
Siyanür	50	µg/L
1,2-dikloreten	3,0	µg/L
Epikloridin	0,10	µg/L
Florür	1,5	mg/L
Kurşun	10 (içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 25 µg/L olarak uygulanır)	µg/L
Cıva	1,0	µg/L
Nikel	20	µg/L
Nitrat	50	mg/L
Nitrit	0,50	mg/L
Pestisitler	0,10	µg/L
Toplam pestisitler	0,50	µg/L
Polisiklik romatik hidrokarbonlar	0,10	µg/L
Selenyum	10	µg/L
Tetrakloreten ve trikloreten	10	µg/L
Trihalometanlar-toplam	100 (içme-kullanma suları için 31 Aralık 2012 tarihine kadar 150 µg/L olarak uygulanır)	µg/L
Vinil Klorür	0,50	µg/L

c) Gösterge parametreleri

Tablo 2.3. İçme-kullanma suları için gösterge parametreleri (OSU, 2006)

Parametre	Parametrik Değer	Birim
Alüminyum	200	µg/L
Amonyum	0,50	mg/L
Klorür	250	mg/L
C. perfringens (sporlular dahil)	0	sayı/100 ml
Renk	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
İletkenlik	2500	20 °C’de µS / cm
PH	≥6,5 ve ≤ 9,5	pH birimleri
Demir	200	µg/L
Mangan	50	µg/L
Koku	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
Oksitlenebilirlik	5,0	mg/L O ₂
Sülfat	250	mg/L
Sodyum	200	mg/L
Tat	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
22 °C’de koloni sayımı	Anormal değişim yok	
Koliform bakteri	0	Sayı/100 ml
Toplam Organik Karbon (TOC)	Anormal değişim yok	
Bulanıklık	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	

d) Radyoaktivite parametreleri

Tablo 2.4. İçme sularında müsaade edilen radyoaktivite değerler (OSU, 2006)

Parametre	Parametrik değer	Birim
Trityum	100	Bq/L
Toplam gösterge dozu	0,10	mSv/yıl
Alfa yayınlayıcılar	0.1	Bq/L
Beta yayınlayıcılar	1	Bq/L

Su kalitesi ve su temininde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Hızlı nüfus artışı, köyden kente göç, yatırımların geciktirilmesi ve zamanında belirlenememesi nedeniyle içme ve kullanma suyu temininde sıkıntılar yaşanmaktadır.
- Kentsel alanlardaki sorunların çoğu, kaçak yapılaşmanın olduğu imarsız alanlarda yoğunlaşmaktadır. Gelişi güzel oluşan bu bölgelerde içme ve kullanma suyu götürmek kentin imarlı alanlarına göre daha zor ve daha pahalı olarak sağlanmaktadır.
- Planlı bölgelerde daha fazla kata izin verilmesi gibi imar planındaki değişiklikler nüfus yoğunluğu ve dolayısıyla içme suyu ve kullanma suyunun talebinin artmasına neden olmaktadır.
- Siyasi otoritenin nazım planlara müdahalesi planlamada sorun yaratmaktadır.
- Barajların çevresinde yapılaşmaya bağlı olarak ham su kaynağı kirlenmektedir.
- Su havzaları yapılaşma, sanayi, tarım ve hayvancılık gibi faaliyetler sonucu kirlenmektedir.
- Havza bazında içme, sulama, sanayi ve enerji sektörlerinin su ihtiyaçları belirli değildir.
- Yeraltı suları katı atık depolama sahalarındaki sızıntı sonucunda kirlenmektedir.
- Jeolojik formasyonların yeraltı suyuna, baraj ve göllerde tutulan ham suya etkisi bilinmemektedir.

2.2. Dağıtım, İşletme Ve Kayıplardaki Sorunlar

- İçme suyu sistemlerinde bakım, onarım ve kaçak kontrolü amaçlı tesisat galerileri bulunmamaktadır.
- Mevcut içme suyu arıtma tesislerinde, önemli işletme problemleri gözlenmektedir. İlk yatırım maliyeti yüksek olan bu gibi tesisler, vasıfsız kişiler veya gruplar tarafından işletilmektedir. Ham su, genelde kimyasal madde kullanılmaksızın filtre edilmekte ve klorla dezenfekte edilip şehir şebekesine verilmektedir. Tesisin ihtiyacı olan rutin bakım ve gereken yenileme işlemleri için neredeyse hiçbir kaynak ayrılmamaktadır. Kaynakları Belediyeler başka amaçlarla kullanmaktadır. Bu husus tesislerin ekonomik ömürlerinin ksalmasına neden olmaktadır.
- Belediyeler politik kaygılarla su satış fiyatlarını düşük düzeyde tutmakta, bazı belediyelerde tarife uygulaması yapılmamaktadır. Bu durum suyun israfına neden olmaktadır.
- Suyaşsız su kullanımı belediyelerde ve büyük kentlerin gecekondü yerleşim bölgelerinde yaygındır. Kaçak kullanımlardan dolayı gerçek su tüketim miktarının bilinmemesi tüketilen miktarın gerçekçi olarak fiyatlandırılmamasına neden olmaktadır.

- Şehir şebeke suyundaki %50'lere varan su kaybı çok ciddi ve dikkatle ele alınması gereken bir konudur.
- Kent içi alt yapı şebeke çalışmalarında kamulaştırma ve ruhsat işlemlerinde yerel yönetimler ve ilgili diğer kuruluşların yetkileri yeterince belirgin değildir.
- Genel olarak belediyelerin ve büyük şehir belediyelerinin su ve kanalizasyon idarelerinin bünyesindeki yetişmiş ve vasıflı teknik personel yeterli değildir.

2.3. Finansmanda Karşılaşılan Sorunlar

- Son yıllarda ülkemizde ödemeler dengesi açık verdiğinden, alt yapı yatırımları için de yeterli kaynak ayrılmamaktadır. Bu nedenle birçok alt yapı yatırımı ele alınmamaktadır.
- Alt yapı yatırımlarının zorlayıcı ihtiyacını hisseden bazı belediyeler dış ülkelerden kredi temin ederek ödemekte çok zorlanacakları ağır borçların altına girmektedir.
- İller bankası yatırımlarının en önemli finansman kaynağı vergi gelirlerinin %3 ünü oluşturan belediye fonudur. Ancak 1993 yılında itibaren Belediye fonu genel bütçe kapsamına alındığından bütçeye çok düşük miktarda fon ödeneği konulmakta ve bu da yatırımların öz kaynaktan karşılanan miktarını her sene artırmaktadır.
- Yerel yönetimlerin kendi yatırımlarının bir bölümünü yapabilme güçleri sınırlı gelir kaynakları nedeni ile oluşmamakta, bu sınırlı gelir kaynaklarının önemli bir bölümü personel giderlerine ayrılmaktadır.
- İçme suyu tarifeleri gerçekçi olarak tespit edilmemektedir. Yeni imara açılan alanlara götürülen alt yapı hizmetlerinden arsa değeri artırmasına rağmen bazı belediyelerce katkı payı alınmamaktadır.

2.4. İçme Suyu Sorunlarının Çözüm Önerileri

Yukarıda belirtilen sorunların çözümü aşağıda sıralanmıştır.

- Her yıl kullanıma sunulan içme suyu miktarının en az nüfus artış hızına paralel olarak artırılması, buna bağlı olarak da sektörde görev yapan kuruluşların yatırımlarını artırarak sürdürmeleri kaçınılmaz bir zorunluluk olarak değerlendirilmelidir.
- Alt yapı hizmetleri tamamlanmış, imarlı arsa üretiminin sağlanması bir başka deyişle alt yapının önce, yapılaşmanın ise daha sonra gerçekleştirilmesi gerekmektedir.
- İmar planları ile alt yapı projelerinin eşzamanlı olarak ele alınması, uygulamada en uygun çözümlere olanak tanıyacaktır. Mevcut kentsel teknik alt yapının özellikle içme suyu

- şebekesinin aşırı yüklenmesini önlemek üzere, meskûn alanlarda imar planı değişiklikleri yapılarak konut yoğunluklarının artırılmasının önlenmesi gerekli görülmektedir.
- Su israfını önleyici eğitim programlarının medyada yer alması sağlanmalıdır.
- Yüzeysel ve yeraltı sularının kalite atlası çıkarılmalıdır.
- İçme, sulama, sanayi, enerji sektörleri su ihtiyaçları havza bazında belirlenmelidir.
- Katı atık depolama sahalarının seçiminde içme suyu faktörü dikkate alınmalı, içme suyu kaynaklarının sızıntı sularının tehdidi altında bulunması önlenmelidir.
- Ham su kaynaklarının yeterince korunması, arıtma maliyetini düşüreceğinden, tüketiciye kaliteli ve sağlıklı içme suyu daha ucuza temin edilebilir.
- Siyasi otoritenin nazım plan uygulamalarına gelişigüzel müdahalelerinin durdurulması yönünde gerekli önlemler alınmalıdır.
- Gerek yeraltı ve gerekse yerüstü su kaynaklarının kirlenmesine ve bozulmasına karşı gereken önlemler alınırken, söz konusu kaynakların kirlenmeden önce korunması, atık suların uzaklaştırılması, katı atık toplanması ve depolanması, endüstriyel kirlenmenin olabildiğince önlenmesi, tarımsal alanlardan gelen aşırı gübre ve tarım ilacı kullanılmasından kaynaklanan su kirlenmesinin kabul edilebilir düzeylere indirilmesi konuları üzerinde titizlikle durulmalı, bu konuda yetkili kuruluşların görevini eksiksiz olarak yerine getirmesi sağlanmalıdır. Özellikle içme suyu kaynağı olarak kullanılan baraj ve doğal göllerin kirlenmeye karşı korunması ödün verilmeden sürdürülmelidir.
- Kentsel teknik altyapı kapsamına giren yol, içme suyu, atık su, yağmur suyu, elektrik, havagazı/doğalgaz ve haberleşme şebekelerinin ve güzergâhlarının, birbirleriyle ilişkileri gözetilerek tesisat galerilerde oluşturulmalıdır. İmar planlarında, galerilerin üstüne gelen uygun alanlar, bakım, onarım ve yenileme çalışmalarına olanak verecek kullanımlara ayrılmalıdır. Alt yapı tesislerinin yapımı sırasında ortaya çıkabilecek üst üste düşmeler, çakışmalar ve benzeri yer seçimi sorunlarını ortadan kaldıracak yeni düzenlemelere gidilmeli ve kaldırım altlarının paylaşımının TSE standartları çerçevesinde uygulanması sağlanmalıdır.
- Kent içi alt yapı şebeke çalışmalarında yerel yönetimler ve ilgili diğer kuruluşların kamulaştırma ve ruhsat işlemlerindeki karmaşa giderilmeli ve kamu yararı ön planda tutularak soruna işlevsel ve kalıcı çözümler getirilmelidir.
- Şebeke kayıplarının %16–18 seviyelerine indirilmesi hedeflendirilmelidir. Böylece il ve ilçe merkezlerimizdeki yüksek nüfus artış hızına rağmen herhangi bir kapasite arttırımı yapılmaksızın, yaklaşık olarak 10 yıllık ek rezerv şansı doğacaktır. Bu nedenle, su kayıp ve kaçaklarının olabildiğince azaltılması ve engellenmesi yönündeki çaba ve yatırımlara ağırlık ve öncelik verilmelidir. Bu konuda belediyelere mali ve teknik destek sağlanmalıdır.

- Tüm alt yapı yapan kuruluşların tesislerinin işletme planlarını içeren müşterek plan geliştirilmeli ve alt yapı işleten ve yapan kuruluşlarda bu planlar titizlikle saklanmalıdır. Elazığ Belediyesi bu konu ile ilgili olarak DSİ 9. Bölge Müdürlüğü ile görüş alışverişinde bulunmaktadır.
- Hat kaçaklarının azaltılması maksadıyla Belediyeler şebeke haritalarını detaylı olarak çıkartmalı ve koruyucu hat bakımını yapmalıdır.
- Kaçak suyun kullanımının önlenmesi için etkin denetim yapılmalıdır.
- İçme suyu ve kullanma suyu amaçlı arıtma tesislerinin işletilmesi kalite kontrolü hariç tutulmak koşuluyla özelleştirilmelidir.
- Yapımı devam eden tesisler için eldeki kaynakların daha rasyonel dağılımının sağlanıp bunların biran önce bitirilmeleri sağlanmalı yeni yatırımcı kimse yap işlet devret modeli uygulanmalıdır.
- Dış kredi kullanılarak yapılan işler mutlaka DPT ve ilgili Devlet Kurumu tarafında denetlenmelidir.
- Su tarifeleri gerçekçi bir biçimde objektif kriterlere dayalı politik endişelerden uzak olarak tespit edilip uygulanmalıdır.
- Gerektiğinde öncelikli bazı içme suyu projelerinin hazine garantisini haiz %100 dış kredi temini ile ihale edilmesi, projelerin daha hızlı bitirilmesine yardımcı olabilir [DPT 2005].

2.5. İsale Hatlarının Sınıflandırılması

Su kaynağı ile hazne arasında, suyun iletilmesini sağlayan isale hatları, arazinin topografik durumuna ve elde mevcut malzemelere bağlı olarak ya serbest yüzeyli yahut da basınçlı olarak projelendirilir. Serbest yüzeyli akımlara, içme suyu temininde normal olarak su kaynağı ile tasfiye tesisi arasında rastlanır. Zira bu halde su kirlenme tehlikesine maruzdur. Diğer hallerde ise akım basınçlıdır. Serbest yüzeyli bir akım üstü açık bir kanal içinde olabileceği gibi, kapalı bir isale hattı ve tünel içindede götürülebilir. Basınçlı akımlar, daire kesitli isale hatları ile iletilebilir. Diğer taraftan iletim cazibe ile olabileceği gibi, suları tulumba ile de yükseltmek gerekebilir. Buna terfili isale ve boru hattına da terfi hattı denir (Muslu, 1980).

2.6. İsale Hatlarında Kullanılan Boru Çeşitleri

a) Font Borular

Font borular, şehirlerin su şebekelerinde en çok kullanılmış olan borulardır. Bu borular düşey vaziyette duran kum kaplarında düşey dökümle, veya su ile soğutulan ve yatay bir eksen etrafında döndürülen kalıplarda savurma (santrfüj) usulü ile imal edilir. Savurma borular, imalat metoduna tabiatı ve çabuk sertleşmeler sebebiyle, düşey dökümle hazırlanan borulara nazaran, daha üniform ve kesif bir yapıya sahiptir. Kalitesinin iyi olması sebebiyle savurma borular, daha ince cidar kalınlığında imal edilebilirler. Korozyona da daha iyi dayanırlar. Font boruların, korozyona karşı mukavemetleri yüksek ve ömürleri uzundur (40-60 yıl kadar). Font borular, fabrikada tatbik edilen iki katlı bir bitüm tabakası ile ayrıca paslanmaya karşı korunurlar. Bunun için boru ve boru özel parçaları, 100° C ila 180° C sıcaklıkta, izolasyon maddesi içine daldırılır. Bu maksatla taşkömürü katranı kullanılır. Böylece katran banyosunda geçirilmiş boruları koruyucu kaplamaları, daha sonra, şantiyede gerekli ise, iç ve dışlarını bitüm sürülmek suretiyle tamir edilebilir. Bütün bu tedbirlere rağmen agresif sular, bilhassa oksijen muhtevasının yetersiz olması halinde malzemenin harap olmasına yol açar (Samsunlu, 1977).

b) Çelik Borular

İsale hatlarının yüksek basınca maruz büyük çaplı kısımlarında çoğu kere çelik borular kullanılır. Boylarının uzun olması, boru hattının kısa zamanda döşenmesine imkân verir. Heyelan bölgeleri için çok elverişlidir. Metropolitan şehirlerde istisnaları olmakla beraber eklerinin yapılmasındaki güçlük sebebiyle, su şebekelerinde çelik borular nadiren kullanılır. Hafif olmaları da nakliye masraflarını azaltır. Netice itibarıyla, yüksek iç basınca oturmaya ve darbelere karşı mukavemet, aranan bir şart olamasa bile, bu ekonomik faktör, çelik boruların tercihinin bir sebebi olabilir. Bina su tesisatında da galvanizlenmiş dikişsiz çelik borular kullanılır. Font borulara göre, imal edilmeleri de, daha kolaydır.

Buna karşılık, çelik boruların önemli mahsurları da vardır. Dış basınçlara karşı dayanıksızdırlar. Mesela boruların boşaltılması sırasında ortaya çıkabilen bir vakum, borunun göçmesine sebep olabilir. Cidarlarının ince ve korozyona dayanıksız olmaları bakım masraflarını artırır ve ömürlerini kısaltır. 40 ila 600 mm çaplı borular tercihen dikişsiz, 300 ila 3000 mm çaplı borular çelik levhaları spiral şeklinde büküp kaynak dikişi ile birleştirilerek imal edilirler (Samsunlu, 1977).

c) Asbestli Çimento Borular

Asbest lifleri, çimento ve su karışımının, yüksek basınç altında çelik bir çekirdek üzerine tabakalar halinde sarılması suretiyle imal edilirler. Çapları 50 ila 400 mm, işletme basınçları 25 ila 125 m arasında değişir. 25 m basınca dayanan borular, ancak memba kaptajlarında, drenaj ve kanalizasyon işlerinde kullanılabilir.

Asbest çimento borular büyük bir kimyasal mukavemete sahiptir. Kolaylıkla işlenebilir, kesilebilir, delinebilir. Şantiyede borular el testereleri ile lüzumlu uzunluğa getirilirler. Üstünlükleri, ağırlıklarının nispeten az, dona karşı dayanıklı ve yük kayıplarının küçük olmasıdır. Isı iletkenliği iyi olmadığından su ısınmaz. Manşonlarla bağlandığından ek yerleri elastik olup, 3° ile 6° lik doğrultu değişimleri dirsek kullanmadan gerçekleştirilebilir.

Mahsurları, font gibi, çarpma ve darbelere karşı hassas ve eğilme mukavemetlerinin zayıf olmasıdır. Heyelan bölgelerinde ve dolma zeminlerde kullanılmaz. Ayrıca, asbest çimento boruların özel parçaları yalnız dirseklerden ibarettir. Bunların dışında kalan ayırım noktaları, vanalar çap değişim noktaları ve benzer yerler, fonttan yapılmış özel parçalarla teşkil edilir. Bu sebeple böyle yerleri az olan boru hatlarında kullanılabilir (Samsunlu, 1977).

d) Beton ve Betonarme Borular

Basıncsız isale hatlarında tıpkı kanalizasyonda olduğu gibi, beton borular kullanılabilir. Teçhizatsız beton borular, basınçlı isale hatlarında kullanılamaz. Sudan ayrılan maddeler ve korozyon sebebiyle boru yüzeyinin zamanla yumru ve kabuk bağlamaması önemli bir üstünlüktür. Bu sebeple su iletme kapasiteleri yüksektir (Hazen-Williams katsayısı $C=138-152$). 60 m işletme basıncına kadar betonarme borular kullanılabilir. Daha büyük basınçlar için ön gerilmeli betonarme borular söz konusu olur. Ön gerilmeli betonarme borular, ekonomik oluşları sebebiyle, büyük çaplarda çelik boruların yerini almışlardır. Öngerilmeli betonarme boruların ağırlıkları font ve çelik borular arasındadır. Uzun isale hatlarında, özel parça ve donatım elemanlarına az ihtiyaç olunan hallerde tatbik alanı bulurlar. İşletme basınç yükseklikleri 350 mss'a kadar çıkmaktadır (mss= metre su sütunu) (Samsunlu, 1977).

e) Plastik Borular

PE (Poli ethylene) ve sert PVC (Polyvinylchloride) den imal edilen plastik borular son yıllarda geniş tatbikat sahası bulmuşlardır. PE borular eğilebilir ve bu sebeple dirseğe ihtiyaç göstermezler. Sert PVC ise böyle değildir. Belirli bir işletme basıncına çalıştırılabilen bir plastik

borunun ekonomik olarak imal edilebileceği en büyük bir çap vardır. PVC için maksimum işletme basıncı yüksekliği 160 m kabul edilebilir. Bu basınç için en büyük çap 300 ila 400 mm arasında değişir. PE borular için ise maksimum işletme basıncı yüksekliği 100 m dir.

Plastik borular, korozyona karşı dayanıklıdır. Esnek olduklarından suyun donarken genişlemesi de boruya zarar vermez. Bununla beraber, 0° C' nin altındaki sıcaklıklarda, PVC malzemesi gevrek bir hal alır. Bu sebeple 5 ° C' nin altındaki sıcaklıklarda, PVC borular döşenmemelidir. PE için ise son durum böyle değildir.

Plastik boruların en büyük mahsurları, genleşmeleri, yanmaları, 20 ° C' nin üstünde ve zamanla mukavemetlerini kaybetmeleridir. PE boruları hava gazı borularının, benzin istasyonlarının yanına ve ayrışan, çürüyen zeminlerin içine döşenmemelidir. PVC ise böyle durumlarda bir zarar görmez. PVC borular şebekelerde ve bina iç tesisatında kullanılır. PVC, ev bağlantısı olarak kullanılmaz. Burada PE, kurşun boruların yerini almış durumdadır (Samsunlu, 1977).

2.7. Yük Kayıplarının Hesabı

Uzun iletim hatlarında yersel yük kayıpları ihmal edilerek sadece sürekli yük kayıpları göz önünde tutulur. Sürekli yük kayıpları için en rasyonel ifade, Darcy-Weisbach formülüdür;

$$h_k = J * L = [(\lambda / D) * (V^2 / 2g) * L] \quad (4.1)$$

[hk]= Yük kaybı, L; [J]= Hidrolik eğim

[D]= Boru çapı, L; λ = Sürtünme faktörü

[V]= Ortalama hız, $L T^{-1}$; [L]= Boru boyu, L

Darcy-Weisbach bağıntısının kullanılmasındaki güçlük sebebiyle, bugün eksponansiyel ifadeli amprik formüllerle de hesap yapılmaktadır. Bunlardan Manning formülü, daha ziyade serbest yüzeyli akımlar için tatbik edilir

$$V = (1/n) * R^{2/3} * J^{1/2} \quad (4.2)$$

Burada

n= Cidar sürtünmesi ile ilgili katsayı

[R]= Hidrolik yarıçap,

J= Hidrolik eğim

Hazen-Williams formülü ise;

(4.3)

$$V=0,85*CR^{0,63}*J^{0,54}$$

basıncılı akımlar için kullanılır. Burada C cidar pürüzlülüğü ve boru cinsi ile ilgili bir katsayıdır. Daire enkesitli akımlar için $R= D/4$ olup 4.3 bağıntısı süreklilik ifadesinde yerine yazılırsa,

$$Q= 0,85*C*(\pi*D^2/4)*(D/4)^{0,63}*J^{0,54}= 0,279 CD^{2,63}*J^{0,54} \quad (4.4)$$

şeklinde yazılabilir. 0,85 rakamı, İngiliz birimlerinin metrik sisteme çevrilmesi dolayısıyla ortaya çıkan bir değerdir. Bu formüllerde geçen λ , n ve C katsayıları, boruların cinsine, eski veya yeni olmasına göre değer alır. Projelendirmede kullanılan borunun gelecekte alacağı durumu göz önünde tutmak gerekir. Buna göre kullanılmış font borular için $C=95$ alınabilir. Yeni bir font boruda $C=130$ dur. Basıncılı bir font boru, yeni durumda ve Manning formülüne göre hesaplanacaksa $(1/n)=85$ veya $n=0,0118$ kabul edilir.

(4.1)denklemindeki λ nin hesabı için Prandtl-V. Carmen-Colebrook denklemleri kullanılabilir. Bilindiği üzere bu faktör, Reynolds sayısı ve k/D relatif pürüzlüğünün bir fonksiyonudur. Bu denklemleri veya Moody diyagramını kullanırken, k pürüz yüksekliğinin doğru olarak seçilmesi gerekir. Genel olarak isale hatlarında $k=0,1$ mm, ve şebeke borularında $k=0,4$ mm kabul edilirse de bu değerler, tecritli çelik ve font borularla asbest-çimento borular içindir. İç izolasyon ve boru malzemesinin karakteri sebebiyle zamanla bu boruların cidar pürüzlülüğünde önemli bir artış olmadığından bu değerler kabul edilmiştir. Normal olarak kullanılmış font ve çelik borularda zamanla boru civarında yumrulanma ve kabuk bağlama dolayısıyla yük kayıpları çok büyük değerler alacağından, bilhassa şebeke borularını $k=2,0(3,0)$ mm gibi büyük pürüz yüksekliklerine göre hesap etmek gerekir. Eksponansiyel ifadeli bu bağıntıların hesabı için tablolar mevcutsa da, üstel fonksiyonların rahatlıkla hesabına imkân veren modern elektronik hesap makineleri, bunlara da artık pek ihtiyaç bırakmamaktadır (Samsunlu,1977).

3.ELAZIĞ İLİ İÇME SUYU PROJE SAHASI

3.1. Elazığ İlinin İçme Suyu Proje Sahasının Genel Durumu

Elazığ İli Doğu Anadolu bölgesinin Yukarı Fırat bölümünde yer almakta ve 9153 Km² alanı kapsamaktadır. İlin doğusunda Bingöl, güneyinde Diyarbakır, batısında Malatya ve kuzeyinde Tunceli illeri yer alır.

Kent güneyde Toros Dağları, kuzeyde Munzur Dağları, batıda Ayrancı Dağları ve doğuda Şerafettin Dağları arasında kalan Keban Baraj Gölü'nün de bulunduğu çukur alanda bulunmaktadır.

Elazığ ili ulaşım açısından orta Anadolu'yu doğuya bağlayan önemli bir kavşak noktasıdır. İl merkezi Muş-Bingöl-Tunceli-Diyarbakır-Malatya ve Divriği üzerinden gelen 4 karayolunun birleşme noktasında yer almaktadır. Malatya yönünden gelen demiryolu Hankendi'de ikiye ayrılarak Muş-Tatvan ve Diyarbakır-Kurtalan hatları olarak devam eder.

Ayrıca, Elazığ - Ankara, Elazığ – Malatya ve Elazığ – Diyarbakır yönünde Hava yolu ulaşımını sağlayan bir havaalanı da mevcuttur.

Orta kesimdeki Uluova havzası ise güneybatı da 1000 kotlarından, kuzeydoğuda 800 kodlarına kadar alüvyonla kaplı bir ovayı oluşturmuştur.

Bu havza doğal olarak Fırat nehri tarafından drene edilmektedir. Ancak Keban barajı yapıldıktan sonra, ovanın 840 kodlarına kadar doğu kesimi baraj gölü altında kalmıştır. Kuzeyde Elazığ ovasını oluşturan havza 1100–1200 kodlarında uzanmaktadır. Ovanın drenajı Uluova'ya doğru olup dolayısıyla Fırat havzasındadır.

Elazığ ilinin en önemli akarsuyu biri Fırat nehridir. Murat nehri, Peri, Munzur ve Keban civarında Karasu ile birleşerek Fırat adını alır. Haringet, Cip ve Keydan çayları Fırat nehrine birleşen önemli akarsulardır.

Sivrice Hazar baba dağları eteklerinden doğan Behremaz çayı Hazar Gölüne çevrilmiştir.

Ülkemizde su kaynakları drenaj sahaları itibarı ile 26 havzaya ayrılmış olup, Elazığ ili bu havzanın birini teşkil eden Fırat havzası içerisinde yer almaktadır. En büyük su kaynağı ise Fırat nehridir. İldeki yer üstü suyu ve yeraltı suyu olmak üzere toplam 20850 hm³/ yıl olan su potansiyeline bir müdahale olmadığı takdirde, ya komşu ülkelere akıp gitmekte veya sınırlarımızın içinde deniz, göl ve bataklıklarda son bulmaktadır. Yıllık yaklaşık 21 milyar m³ olan su potansiyelinin tamamını kullanmak genelde teknik yönden imkânsızdır. Bu akarsuların bir miktarı belli ölçülerde komşu ülkelerin hak ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere Devlet hukuku yönünden de mecburiyet olduğu için bırakılmakta veya proje hesabında bu durumlar dikkate

alınmaktadır. Nehirdeki canlıların yaşamının korunması, suların kirlenmesinin önlenmesi ve sonunda nehir taşımacılığına imkân verebilmesi için yeterli ölçüde suyun sürekli olarak akarsu yataklarına verilmesi gerekir.

Elazığ ilinin:

Yer üstü suyu (il çıkışı toplam ortalama akım) :20.717 hm³/yıl
Fırat Nehri (Keban baraj çıkışı) :20.717 hm³/yıl
Yeraltı suyu (İldeki toplam emniyetli rezerv) : 133hm³/yıl
Toplam su potansiyeli :20.850hm³/yıl dır.

Devlet Su İşleri verilerine göre, Elazığ bölgesinde ortalama yıllık yağış 608 mm.'dir. Tatlı su kaynakları potansiyeli ise 22473,4 hm³'ü yerüstü ve 222 hm³'ü yeraltı olmak üzere toplam 22695,4 hm³/yıldır ve Tablo3.1'de gösterilmiştir (DSİ, 2006).

Tablo 3.1. DSİ 9. Bölge su kaynakları potansiyeli

Elazığ, Malatya, Tunceli, Bingöl ve Kemaliye ilçe alanları	38.533 km ²
Elazığ bölgesi yıllık ortalama yağış	608 mm
Ortalama akış/ yağış oranı	0.43
Elazığ bölgesi yerüstü suları	22473,4 hm ³ /yıl
Elazığ bölgesi yer altı suları	222 hm ³ /yıl
TOPLAM	22695,4 hm ³ /yıl
Türkiye yerüstü suları	238757 m ³ /km ² /yıl
Elazığ bölgesi yerüstü suları	583225 m ³ /km ² /yıl
Türkiye yeraltı suları	52900 m ³ /km ² /yıl
Elazığ bölgesi yeraltı suları	5700 m ³ /km ² /yıl

3.2. Elazığ Ovası Su Kaynakları

Elazığ ovasında su tabakasının topografyayla kesişmesinden meydana gelen 115 memba tespit edilmiştir. Kaynakların çoğu ovanın güneyinde çıkar. Kırk Gözeler membalarının toplam debisi 250 lt/sn dir. Dipsiz Göl, Şor Şor ve Soğuk Su kaynakları da büyük debilerdendir. Elazığ deresini besleyen kaynaklarla ovada kullanılan kaynakların mevkii, çıktığı formasyon, adedi ve debileri Tablo 3.2.'de verilmiştir(Doğru, 1970).

Tablo 3.2. Kasım 1999 rasatlarına göre Elazığ ovasındaki kaynak ve çeşmelerin debileri(Doğru,1970)

Kaynağın adı ve mevkii	Adedi	1999 Kasım debi Lt/Sn
Dipsiz göl	20	55
Kırkgözler	30	270
Soğuk su	10	60
Şor şor	10	55
Gümüşkavak Köyü	11	30
Sürsürü Köyü	15	30
Çatalçeşme Köyü	11	20
Ulukent Köyü	15	25
Ulukent Köyü ve Çatal çeşme Köyü arası	11	15
Zafranın güneyi	8	15
Elazığ kaynak ve çeşmeleri	31	50
TOPLAM	172	635

Halen kullanılan membalar ise Kırkgözler, Sürsürü Köyü, Ulukent Köyü ve Elazığ Memba ve çeşmeleridir.

3.3. Elazığ'ın Mevcut İçme Suyu Temini Kaynakları Ve İsale Tesisleri

Elazığ kentinin ilk bilinen içme suyu tesisi (şebeke) 1938–1940 yıllarında yapılmıştır. İller Bankası 1957–1960 yılları arasında Karaçalı İsale hattı ile 65 km'lik ilave şebeke inşa ettirmiştir. Daha sonra 1800 evler ve 56 evler'in şebekeleri yapılmıştır. Mevcut şebeke yetersiz kaldığı için 1968 yılında tasdik edilen imar planına göre depo ve şebeke projesi yapılarak 1985 yılında hizmete girmiştir. Bu arada Kesrik Havzası ve Kesik Köprü havzası kuyuları da devreye girmiştir.1988 Yılında (Elazığ merkez ilave) Doğukent yerleşim bölgesinin depo-şebeke projesi devreye girmiştir. Elazığ coğrafi konumu itibarıyla ovada kurulmuş bir şehirdir. Bu konumu nedeni ile şehrin su ihtiyacı derin kuyularda 845 mt kotundan alınan suyun 1330 mt kotuna kadar terfi edilerek temin edilmektedir. Bu pompa sistemi bugünkü su ihtiyacını karşılayacak şekilde yedekleriyle birlikte inşa edilmiştir.

Elazığ Kentinin su ihtiyacı halen Elazığ Belediyesi'nin, kamu kuruluşlarının ve sanayi kesiminin açtığı kuyularla karşılanmaktadır. Belediyenin açmış olduğu kuyu adedi fazla

olmakla birlikte pek çoğu çeşitli nedenlerle çalışamaz durumdadır. Şu anda çalışmakta olan ve kente su veren kuyular ve mevkileri aşağıda sıralanmıştır.

3.3.1. Elazığ Kentini Besleyen Kuyular Ve Tesisler

a) P1 Pompa İstasyonu

P1 pompa istasyonu Bingöl Yolu 8'inci km'deki Mollakendi Köyü civarında bulunmaktadır. Bu mevkide 22 derin kuyudan elde edilen 850 lt/sn debi lik su 845 kotundan 972 kotuna P2 pompa istasyonuna Ø 1000 mm'lik çelik borularla terfi edilmektedir. Çelik boru kullanılmasının en büyük sebebi isale hatlarının yüksek basınca maruz kalmasıdır. Büyük çaplı hatlarda genellikle çelik borular kullanılır. Boruların uzun olması, boru hattının kısa zamanda döşenmesine imkân verir. Çelik borular heyelanlı bölgeler için çok elverişlidir. Hafif olmaları da nakliye masraflarını azaltır. Font borulara göre imal edilmeleri daha kolaydır. İsale hattının uzunluğu 7 km dir.Bu hat P1 pompa istasyonundan P2 pompa istasyonuna kadar olan uzunluktur.

b) P2 Pompa İstasyonu

P2 pompa istasyonu Akcakiraz Köyünün üst kısmında bulunup P1 pompa istasyonunda gelen suyun 972 kotundan 1071 kotuna Ø1000 mm'lik çelik borularla P3 pompa istasyonuna terfi ettirmektedir.

c) P3 Pompa İstasyonu

P3 pompa istasyonu ilin Rızaiye mahallesinde bulunan Ata parkın içine inşa edilmiştir P2 pompa istasyonundan gelen su Elazığ'ın merkez 10 mahallesindeki şebekeyi besleyecek şekilde iletilmektedir. Geri kalan suyu Eski Araştırma Hastanesi yanında bulunan su deposuna 1071 kotundan 1115 kotuna Ø 600 mm'lik çelik borularla terfi etmektedir. Terfi edilen su Elazığ'ın yüksek kotta bulunan mahallelerinin şebekesine verilmektedir.

d) Kesik Köprü İsalesi

Kesik Köprü su kuyuları Elazığ Malatya yolu Han Köyü mevkisinde bulunup 100 lt/sn debide su alınmaktadır. Bu su 1114 kotundan 1210 kotuna kadar pompayla Ø 600 mm'lik asbest

çimento borularla (AÇB) şehir şebekesine verilmektedir. Asbest lifleri çimento ve su karışımının yüksek basınç altında çelik bir çekirdek üzerinde tabakalar halinde sarılması suretiyle imal edilmektedir. Asbest çimento borular büyük bir kimyasal mukavemete sahiptir. Kolaylıkla işlenebilir, kesilebilir, delinebilir. Isı iletkenliği iyi olmadığından su ısınmaz. Özellikle şehrin batı bölgesindeki mahalleler bu isale hattı ile beslenmektedir.

e) Sürsürü Çayırli Mevki Kuyuları

Sürsürü mahallesi Çayırli Sokakta bulunan 4 adet derin kuyudan 125 lt/sn olarak alınan debi Ø 250 mm'lik asbest çimento boruları (AÇB) ile Kesik Köprü İsalesi birlikte şehrin batı mahallelerinin su ihtiyacını karşılamaktadır. Bu isale hattının uzunluğu 6 km'dir. Bu kuyulardan alınan su klorlanma işlemine tabi tutulmaktadır.

f) Karaçalı Su İsalesi

Bu su kaynağı Elazığ ili Sivrice İlçesi Hazar Baba Kayak tesisleri mevkinde olup 18 lt/sn debide su alınmaktadır. Elazığ şehir merkezine 37 km. uzaklıktadır. Ø 250 mm'lik çelik borular kullanılmaktadır. Şehir merkezine kendi cazibesıyla gelen tek su kaynağıdır. Bu su özellikle 72 adet olan Karaçalı çeşmeleri olarak adlandırılan çeşmeleri beslemektedir. 2006 yılında Elazığ Belediyesi tarafından şebeke yenileme çalışmaları kapsamında Ø 250 mm PVC borularla şebeke yenilenmiştir. Karaçalı şebeke sularına klorlama işlemi yapılmaktadır.

g) Depolar

Elazığ' a ilk su tesisleri yapılırken 2000 m³ kapasiteli depo inşa edilmiştir. Daha sonra şehrin su ihtiyacı artınca Ata Park'ın arka tarafına, Eski Araştırma Hastanesi yanına, Feyzi Çakmak Mah. Odun Ambarı yanına, Gülmez Su Deposu, Doğukent Su Deposu, Üniversite Mah. Yeşilkent kireç ocağı, Abdullahpaşa Mah. ve Ulukent Su Deposu olmak üzere 9 adet su deposu daha inşa edilerek depo sayısı artmıştır. İnşaa edilen depolar gömme olarak dikdörtgen kesitli, betonarme ve iki gözlü olacak şekilde yapılmışlardır. Manevra odaları suyun şebekeye verilmesi, deponun boşaltılması ve suyun kirlenmemesini sağlanacak şekilde yapılarak iletim hattında geliş, şebekeye çıkış, dip ve dolu savak borularıyla merdiven, korkuluklu geçit köprüsü, ölçü cihazları ve vanalar bulunmaktadır. Haznelerde su derinliği hacmine göre 4-6 m arasında değişmektedir.

3.4.Elazığ İli'nin Nüfus Ve İçme Suyu Debisi Hesapları

3.4.1. Su İhtiyacı Kriterleri

a-)İnsan Su İhtiyacı

İller Bankası içme suyu projelerinin hazırlanmasına beldenin gelecekteki nüfusuna bağlı olarak ve yazlık gereksinme, ortalama gereksinmenin 1,5 katı olmak üzere insan başına günde su ihtiyacı Tablo 3.3'deki miktarda su hesaba alınacaktır. Bu tabloda şebeke su kayıpları değerlere dâhildir.

Tablo 3.3. Nüfus sayımına göre su ihtiyaç debisi

NÜFUSU	1,5 x qort
3.000'e Kadar	60
5.000'e Kadar	70
10.000'e Kadar	80
30.000'e Kadar	100
50.000'e Kadar	120
100.000'e Kadar	170
200.000'e Kadar	200
300.000'e Kadar	225

Tablo3.3.'de gelecekteki nüfusu 300.000'e kadar olan yerleşim merkezlerinde verilen değerlere yol, ev bahçesi, park, pazaryeri, motorlu araçlar, hastane, mezbaha, otel, hamam, çamaşırhane, dükkân, inşaat v.b. yerlerin gereksinme veya temizlenmesi için tüketilecekleri su miktarı da dâhil edilmiştir.

b-) Hayvan Su İhtiyacı

Projelerin düzenlendiği tarihteki hayvan sayıları hesaba esas alınacak olup;

Büyükbaş hayvan için: 50 lt/gün

Küçükbaş hayvan için: 15 lt/gün

c-)Sanayi Su İhtiyacı

Beldedeki küçük sanayi, liman, istasyon gibi tesislerin su gereksinmesi ayrıca göz önünde tutulacaktır. Büyük sanayi, büyük fabrika kullanma suyu gereksinimleri içme suyu projesinden ayrı düşünülebilir. Bu hususlar raporda belirtilerek idare ile anlaşma sağlanır.

d-)Özel İhtiyaç

1 – Mezbahalarda kesilen büyükbaş hayvan başına	:300 – 400 lt/gün
2 – Mezbahalarda kesilen küçükbaş hayvan başına	:150 – 300 lt/gün
3 – Okullarda öğrenci başına	:2 – 10 lt/gün
4 – Kışlalarda asker başına	:50 – 150 lt/gün
5 – Hamamlarda kişi başına	:300- 350 lt/gün
6 – Hastanelerde kişi başına	:250 – 600 lt/gün

Kabul edilmektedir (İlbank. 1988).

3.4.2. Nüfus Hesapları

Elazığ'ın yıllara göre nüfus sayımı değerleri aşağıdaki gibidir (MİGM, 1990)

Tablo 3.4. Elazığ'ın yıllara göre nüfus sayımı değerleri

YILLAR	NÜFUS (Kişi)
1945	23.695
1950	29.317
1955	41.667
1960	60.289
1965	78.605
1970	108.337
1975	131.116
1980	150.975
1985	182.296
1990	204.605
1995	237.000

Gelecek yıllar için nüfus hesapları İller Bankası, aritmetik artış ve geometrik artış metotlarına göre ayrı ayrı hesaplanarak sonuçlar Tablo: 3.5.'de gösterilmiştir. Elazığ ilinin (1990 tarihinden itibaren) 5 yıl periyotlarla 2025 yılına kadar nüfus artışları hesaplanmıştır. Nüfus hesapları dört ayrı metotla yapılmış olup, Tablo 3.5.'e göre 2025 yılında İller Bankası metoduna göre nüfus 575.000 kişidir. Bu çalışmada, Elazığ İli için eksik içme suyu ihtiyacını temin etmede nüfusu hesaplamak için İller Bankası Metodu baz kabul edilmiştir.

Örnek, 2000 yılındaki nüfus ve ihtiyaç debisi hesaplamalarını yapalım;

İller Bankası Yönetmeliğine göre nüfus artış yüzdesi P ile ifade edilir. P değeri İller Bankasının aşağıdaki esaslara bağlanmıştır.

“P” değeri birden küçük ise ($P < 1$) $P = 1$ alınır

“P” değeri üçten büyük ise ($P > 3$) $P = 3$ veya çıkan değer alınır, alınmayacağı İller Bankası ile birlikte kararlaştırılır.

“P” değeri bir ile üç arasında ise ($1 \leq P \leq 3$) “P” nin bulunan değeri kullanılır.

Buna göre

$P = (\sqrt[a]{N_y / N_e} - 1) * 100$ formülü ile

P: Nüfus artış yüzdesi

N_y: Yeni nüfus sayımı

N_e: Eski nüfus sayımı

a: Yeni ve eski diye ifade edilen nüfus sayımlarının arasındaki yıl sayısıdır.

$P = (\sqrt[5]{237.000 / 204.000} - 1) * 100$

$P = 3.04 \approx 3.00$

Gelecekteki nüfusun hesabında,

$N_g = N_y (1 + P/100)^n$ Formülü kullanılır.

N_g: Son sayımdan sonraki nüfus

N_y: Son sayımdaki nüfus

P: Nüfus artış yüzdesi

T_g: Nüfus tahmini yapılan yıl

T_y: Son nüfus sayımının yapıldığı yıl

Elazığ İlının 2000 yılındaki nüfusu hesaplanırsa

$N_{2000} = 237.000 (1 + 3.04/100)^5 = 274.000$ kişi

Şimdi ihtiyaç debisini bulalım

<u>N_g: (kişi)</u>	<u>Q_h(lt/Nüfus.Gün)</u>
200.000 < N _g < 300.000	225-200
200.000-300.000 = 100.000	25

$Q_h = N_g * q_{max}(g)$

86.400

Q_h: Gelecekteki nüfusun su ihtiyacı (lt/sn)

Ng: Gelecekteki projelendirme nüfusu

Qmax(g): Kişi başına kullanılan masimum su(lt)

86.400: Bir günde ki saniye sayısıdır

Doğru orantı kullanılarak (Tablo 3.3'den) kişi başına kullanılan su miktarı 34.25 lt/N.Gün olarak kullanılmıştır.

$$Q_{h2000} = 274.000 * 234,25 / 86.400 = 742 \text{ lt/sn}$$

Yangın debisi için ana boruda 30 lt/sn alınması gerekir ancak Elazığ İli için yangın debisi 26lt/sn alınmıştır. $742+26= 768 \text{ lt/sn}$ debi Elazığ İli'nin 2000 yılındaki ihtiyaç debisidir. Diğer yıllar için ihtiyaç debileri ve nüfus hesaplamaları İller Bankası hesap metotları esas alındığında 2025 yılına kadar gerekli içme ve kullanma suyu miktarları Tablo 3.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.6'da İller Bankası, Aritmetik Artış Metodu ve Geometrik Artış metotlarına göre hesaplanan ihtiyaç debileri mevcut su miktarı ile karşılaştırılarak 2025 yılına kadar olan su açığı belirlenmiştir. Mevcut olan 1024 lt/sn suyu'da Elazığ Belediyesi OSU İşletme Müdürlüğü'nün debimetre verilerinden alınmıştır.

Tablo 3.7'de Uluova Kuyu sularının toplandığı depodan P1 Pompa İstasyonu ile terfi edilen suların Halk Sağlığı laboratuvarında yapılmış analiz sonuçlarına ait bir örnek sunulmuştur.

Tablo 3.5. Elazığ kenti nüfus ve su ihtiyacı projeksiyonu

Yıl	Nüfus 1000 Kişi	İller Bankası metoduna göre		Nüfus 1000 Kişi	Aritmetik artış metoduna göre		Nüfus 1000 Kişi	Geometrik artış metoduna göre		Nüfus 1000 Kişi
		Lt/sn	Hm ³ /ay		Lt/sn	Hm ³ /ay		Lt/sn	Hm ³ /ay	
1990	204	584	18.44	204	584	18.44	204	584	18.44	204
1995	237	670	21.13	228	646	20.37	246	694	21.88	255
2000	274	768	24.22	251	708	22.33	297	826	26.05	320
2005	318	882	27.81	275	769	24.25	358	985	31.06	400
2010	369	1014	31.98	298	830	26.17	431	1176	37.08	979
2015	428	1168	36.83	322	892	28.13	520	1406	44.34	1225
2020	496	1345	42.42	346	953	30.05	626	1684	53.10	1532
2025	575	1552	48.94	369	1015	32.00	755	2020	63.70	1917

Tablo 3.6. Hesap metotlarına göre ihtiyaç debileri

		Qt = TOPLAM İHTİYAÇ DEBİSİ						
Sıra no	Hesap metodu adı	1995 yılı lt/sn	2000 yılı lt/sn	2005 yılı lt/sn	2010yılı lt/sn	2015 yılı lt/sn	2020 yılı lt/sn	2025yılı lt/sn
1	İller Bankası metoduna göre	670	768	882	1014	1168	1345	1552
	Mevcut su	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024
	Su açığı	-----	-----	-----	-----	144	321	528
2	Aritmetik artışına göre	646	708	769	830	892	953	1015
	Mevcut su	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024
	Su açığı	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3	Geometrik artışa göre	694	826	985	1176	1406	1684	2020
	Mevcut su	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024
	Su açığı	-----	-----	-----	152	382	660	996

Tablo 3.7. P1 Pompa İstasyonu içme suyu analiz raporu (Halk Sağlığı Lab.)

T.C SAĞLIK BAKANLIĞI ELAZIĞ HALK SAĞLIĞI LABORATUVAR MÜDÜRLÜĞÜ İÇME SUYU/KAYNAK SUYU KONTROL İZLEMESİ ANALİZ RAPORU				
Sayı		Tarih		08.01.2007
Protokol No: 1				
Gönderen Kişi/Kurum /Kuruluş		Elazığ Belediyesi İşletme ve İştirakler Müd.		
İlgi Yazı Tarih ve Sayı		08.01.2007		
Tutanak tarih ve No-Mühür Durumu		Var		
Numunenin Sahibi				
Numune Suyun Adı		Su		
Numunenin Alındığı Adres		P1 Pompa İstasyonu		
Numunenin Cinsi-Miktarı		1 lt		
Ambalaj Şekli		Var		
Numunenin Lab. Geliş Tarihi		08.01.2007		
Raporun Lab. Çıkış Tarihi		08.01.2007		
Parametre	Birim	Yöntem	Yön. Değer	Sonuç
Renk		Fiziksel	Normal	Normal
Bulanıklık		Fiziksel	Normal	Var
Koku		Fiziksel	Normal	Normal
Tat		Fiziksel	Normal	Normal
İletkenlik	uS/cm	pH metre	2500	
pH		pH metre	6.5-9.5	6.7
Amonyum	mg/L	S. Fotometre	0.50	Yok
Alüminyum*	uG/L		200	
Demir*	uG/L		200	
E.coli	250 mL	M.Filtre	0	
Koliform bakteri	250 mL	M.Filtre	0	
P.aeruginosa**	250 mL		0	
Koloni Sayısı (22C)**	mL		100	
Koloni Sayısı (37C)**	mL		20	
C Perfringes***	100 mL		0	
* İçme sularında artımda kullanıldığında bakılır				
** Şişe veya kapta satışa sunulması halinde bakılır				
*** Suyun yüzey suyunda alınması veya etkilenmesi durumunda bakılır				
Değerlendirme		Numune suyun yapılan analizleri sonucunda 17.02.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmenlik” uyarınca uygundur		

4. GELECEKTE ELAZIĞ İÇME SUYU TEMİNİNDE ÖNERİLEN ALTERNATİF KAYNAKLAR

Elazığ İline şu anda gelen içme suyu miktarı $Q=1024\text{lt/sn}$ dir. 2015 yılında 1168 lt/sn, 2020 yılında 1345 lt/sn ve 2025 yılında 1552 lt/sn suya ihtiyaç vardır.

Elazığ ilinin ileri ki yıllarda içme suyu ihtiyaçlarını temin etmek için 4 alternatif üzerinde düşünülmüştür. Düşünülen alternatifler bir öneri niteliğindedir.

Elazığ ili için önerilen alternatif su kaynakları şunlardır;

- 1-) Elazığ Uluova yeraltı su alternatifi.
- 2-) Keban Baraj Gölü su alternatifi.
- 3-) Munzur su alternatifi.
- 4-) Arıcak Akdağ suyu alternatifi.

4.1. Elazığ Uluova Yeraltı Suyundan Kuyularla Su Temini

Elazığ'ın güneyinde bulunan bu ova kuzeyde kırık hatlar halinde uzanan alçak dağlarla, güneyde Çilemenk, Deveboynu ve Mastar dağlarıyla çevrilidir. Ovanın tamamı 33 bin hektardır. Bunun 12300 hektarı Keban Barajı Göl sahası içerisinde kalmıştır. 9100 hektarı yeraltı suyu ile sulanmaktadır. Geriye kalan 11600 hektar Keban Baraj Gölünden pompajla sulanmaktadır.

Uluova bölgesindeki yeraltı kuyularından içme suyu temin edildiğinden, bu ovada ekilecek tarım ürünlerinin bu yeraltı suları ile beslenmeleri mümkün değildir. Çünkü yeraltı suyu derinliği 4 mt. den başladığından bu sudan bitkilerin istifade etmeleri imkânsızdır.

Uluova'nın yeraltı su rezervi 65 hm^3 civarında olup, $17\text{ hm}^3/\text{yıl}$ içme suyu şu anda şehre verilmektedir. Geriye kalan suya içme suyu olarak kullanılması düşünülmektedir. Elazığ'ın 15 – 20 km. güneyinde yer alan Uluova'da halen 38 adet kapalı artezyen kuyusu bulunmaktadır. Elazığ İlinin 2025 yılına kadar olan içme suyu ihtiyacını da bu bölgeden karşılamak amacıyla bir araştırma çalışması yapılmıştır. Kapalı olan bu artezyen kuyuları verileri Tablo 4.1.'de gösterilmiştir (OSU, 2005).

Tablo 4.1. Gelecekte ihtiyaçlar için kullanılacak olan Uluova mevcut içme suyu artezyen ve kuyularının verileri (OSU, 2006)

Kuyu sıra no	Kuyu sondaj no	Optimum debi Q=debi(lt/sn)
1	20024	42
2	20031	43
3	20029	50
4	20028	42
5	20030	48
6	20033	40
7	30456	60
8	34295	55
9	28663	62
10	36324	64
11	5661	50
12	39217	55
13	20082	40
14	34295	66
15	36328	33
16	36322	55
17	39221	57
18	28665	39
19	28666	50
20	36323	55
21	36327	60
22	39217	46
23	30452	42
24	10802	57
25	7170	60
26	7168	50
27	30453	60
28	30457	55
29	36325	66
30	42628	45
31	39218	40
32	18915	55
33	19289	60
34	19290	45
35	16946	50
36	19291	58
37	19294	55
38	32848	59

Tablo 4.1’de de görülebileceği gibi 38 kuyunun toplam debi miktarı 1969 lt/sn dir. Bu debinin tümünü kullanmak imkânsızdır. Çünkü 2025 yılında Elazığ ili için gerekli olan ihtiyaç açığı debisi 528 lt. olacağından yukarıda gösterilen 38 adet kuyunun debisi 1969 lt. olduğundan

bunun tümünü kullanmak gereksizdir. Ancak Elazığ'ın nüfusunda hızlı bir artış olması, sanayinin daha da gelişmesi durumunda bu debinin tamamı kullanılabilir.

Elazığ içme su temini projesi Uluovada bulunan 38 adet kuyunun Elazığ iline olan uzaklığı, işletme durumu, bakım ve maliyet gibi hususları göz önünde bulundurarak 528 lt/sn lik debiyi teşkil edecek en yakın kuyular tespit edilmiş olup debi değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. Toplam debi miktarı 543 lt/sn olduğundan 2025 yılı için yeterlidir.

Tablo 4.2. Uluova'da gelecekte kullanılması planlanan kuyuların debileri (OSU, 2006)

Sıra no	kuyu no	kuyu debisi lt/sn
13	20082	40
14	34295	66
15	36328	33
16	36322	55
17	39221	57
18	38665	39
19	28666	50
20	36323	55
21	36327	60
22	39219	46
23	30452	42

4.1.1.Uluova Yeraltı Su Kuyularının Su Kalitesi

Elazığ iline bağlı Akçakiraz Beldesi'nde İller Bankası tarafından 1996 yılında açılan kuyudan DSİ.9.Bölge Müdürlüğü tarafından alınmış olan su numunesinin analiz sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir. Analiz sonuçları, Türk İçme Suyu Standartlarıyla (TS 266) karşılaştırıldığında suyun sıcaklığı, elektriksel iletkenliği, klorür, sodyum, potasyum, amonyum, nitrit, bor, organik madde, sülfat ve pH değerlerinin standartlara uygun olduğu görülmektedir. Ancak toplam sertlik değerinin standartlara göre 15 ten büyük olmaması gerekirken 61 olarak hesaplanmıştır. Bu değeri aşağı çekmek için yumuşatma işlemlerinin uygulanması gerekir. Bu kuyu halen Akçakiraz Beldesi'nde herhangi bir yumuşatma işlemi uygulanmadan kullanılmaktadır.

Tablo4.3'de ki söz konusu olan kuyu kendini temizlemeden numune alındığı için mikrobiyolojik olarak parametrelerin analizi yapılmamıştır. Sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonlarını uzaklaştırmak için suya kireç ilave edilerek yumuşatma işlemine tabi tutulmalıdır. Suda sertliği meydana getiren kalsiyum ve magnezyum metallerinin suda eriyen bileşiklerini erimeyen bileşikler haline çevrilerek çöktürülmesine sert suların yumuşatılması adı verilir (Gölhan, 1970).

Tablo 4.3. İller Bankası tarafından Akçakiraz Beldesi’nde açılmış kuyunun su kalitesi
(İller Bankası,1996)

PARAMETRE	BİRİMİ	ÖLÇÜLEN DEĞER	TÜRK İÇME SUYU STANDARTI (TS-266)		YORUM
			TAVSİYE	MAX.DEĞER	
SICAKLIK	°C	14.0	12	25	UYGUN
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK	µmhos/cm	1199	400	2000	“
KLORÜR	Mg/l	106.35	25	600	“
SODYUM	Mg/l	43.70	20	175	“
POTASYUM	Mg/l	0.80	10	12	“
TOPL.SERTLİK	°F	61	-	15	Aykırı (Filtrasyon yumuşama işlemi yapılmalı)
AMONYUM	Mg/l	0.00	0.05	0.5	UYGUN
NİTRİT	Mg/l	0.00	-	0.1	“
BOR	Mg/l	1.48	1	2	“
ORGANİK MADDE	Mg/O/l	1.60	2	5	“
SÜLFAT	Mg/l	8.60	25	250	“
PH		8.12	6.50-8.50	6.50-9.20	“

4.2. Keban Baraj Gölünde İçme Suyu Temini

Keban barajının rezerv yüzey alanı 40261 hektardır. Gölün maksimum su seviye kotu 845 m minimum su seviye kotu ise 820 m’dir. Gölün suyu sulamaya elverişlidir. Bu gölün suyunun içme suyu olarak kullanılması için arıtılması gerekmektedir. Elazığ kenti içme, kullanma ve endüstri suyunu temin etmek için işletmede olan Keban Baraj Gölü’nden pompajla içme suyu temin edilecektir. Elazığ ilinin 20 km kuzeyinde bulunan Pertek Feribot İskelesi tarafında Meşeli köyü yakınlarında kurulacak üç kademeli pompajla alınacak su Elazığ ilinin kuzeybatısında bulunan polis lojmanlarının üst tarafına yapılacak arıtma tesisine basılacaktır. Su buradan arıtıldıktan sonra şehre içme suyu olarak verilecektir. Bu pompaj tesisleri Meşeli Pompajı (P1), Direkli Pompajı(P2) ve Karaağaç Pompajı (P3) şeklinde sıralanmaktadır. Tablo 4.4’de Pertek İskelesi civarında alınan numunenin analizi yapılarak Keban Baraj Gölü su kalitesi TS 266 İle karşılaştırılmalı verilmiştir. Bu tabloda amonyumun maksimum değere yakın olması bu baraj gölünün atık su ile kirletildiğinin göstergesidir.

Tablo 4.4. Keban Baraj Gölü suyu (Pertek İskelesi Civarı) Mayıs 1997 yılı kalite gözlem sonuçları (Yücel, 1998)

PARAMETRE	BİRİMİ	ÖLÇÜLE N DEĞER	TÜRK İÇME SUYU STANDARTI (TS-266)		YORUM
			TAVSİYE	MAX.DEĞER	
SICAKLIK	°C	20.3	12	25	UYGUN
ELEKTRİKSEL İLETKENLİK	µmhos/cm	327	400	2000	“
KLORÜR	Mg/l	19.2	25	600	“
SODYUM	Mg/l	14.99	20	175	“
POTASYUM	Mg/l	0.33	10	12	“
TOPL.SERTLİK	°F	15	-	15	“
AMONYUM	Mg/l	0.49	0.05	0.5	“
NİTRİT	Mg/l	0.002	-	0.1	“
BOR	Mg/l	0.07	0.4	4-1.5	“
ORGANİK MADDE	Mg/O	1.55	2	5	“
SÜLFAT	Mg/l	22.7	25	250	“
PH		8.3	6.50-8.50	6.50-9.20	“

T.Coli	Sayı/100ml	10630	0	0	Bakteriyolojik parametrelerin her üçüde MSM metodu ile yapılmış olup, TS 266 ya göre içme ve kullanmaya uygun değildir. ÖNERİ: Bakteriyolojik arıtma, filtrasyon Dezenfeksiyon ve havalandırma.
E.Coli	Sayı/100ml	*347	0	0	
F.Strp.	Sayı/100m	*14	0	0	

*MSM : Membran Süzme Metodu

*E.Coli :Escherichia Coli

*T.Coli : Toplam Coliform

*F.Strp.:Faccal Streptococci

Keban Baraj Gölü’ne birçok yerleşim biriminin evsel atık suları arıtılmadan verilmektedir. Bu nedenle Keban Baraj Gölü’nden alınacak suyun arıtımı çok pahalıya mal olacaktır. Hem inşası hem de işletmesi pahalıdır. Çünkü hem terfi hem arıtma vardır. Bu alternatifin en son düşünülmesi gerekir.

4.2.1. Meşeli Pompajı (P1)

Meşeli pompaj (P1) tesisi Elazığ ilinin 24 km kuzeyinde Meşeli Köyü yakınlarında Keban Baraj Gölü kıyısında kurulacaktır. Keban Baraj Gölünün 820 m kotundan alınacak suyu 1 000 m kotuna terfi edecektir. Buradan kendi cazibesıyla 9 500 m uzunluğundaki isale hattıyla 980 m kotunda bulunan Direkli Pompaj (P2) tesisine verilecektir. Terfi yüksekliği 180 m, isale hattı boru çapı 1 000 mm, pompa kapasitesi 1,620 m³/s olup, pompalanacak su miktarı 40,84 hm³/yıl’dır (DSİ, 2006)

Meşeli pompa istasyonu ile ilgili karakteristik bilgileri aşağıda verilmiştir.

Meşeli Pompajı (P1)

Azami debi	: 1,620 m ³ /s
Pompalanacak su miktarı	: 40,84 hm ³ /yıl
Su alma yeri	: Keban baraj gölü
Su alma kotu	: 820 m
Su basma kotu	: 1 000 m
Statik yükseklik	: 180 m
Dinamik yükseklik	: 184,08 m
Cebri boru çapı	: 1 000 mm
Cebri boru uzunluğu	: 750 m
Ünite adedi	: 3
Ünite gücü	: 1 600 kW
Kurulu güç	: 4 800 kW

4.2.2. Direkli Pompajı (P2)

Direkli Pompaj (P2) tesisi Elazığ ilinin 15 km kuzeybatısında Kaplıkaya Köyü yakınlarındaki Aşağı ve Yukarı Direkli tepelerinin arasından geçen Direkli Deresinin sol tarafında 980 m kotuna kurulacaktır. Meşeli Pompaj tesisinden aldığı suyu 1 120 m kotuna terfi edecektir. Buradan kendi cazibesiyle 6 650 m uzunluğundaki isale hattıyla 1 100 m kotunda bulunan Karaağaç Pompaj (P3) tesisine verilecektir. Terfi yüksekliği 140 m, isale hattı boru çapı 1 000 mm, pompa kapasitesi 1,620 m³/s olup, pompalanacak su miktarı 40,84 hm³/yıl'dır.

Direkli Pompa istasyonu ile ilgili karakteristik bilgileri aşağıda verilmiştir.

Direkli Pompajı (P2)

Azami debi	: 1,620 m ³ /s
Pompalanacak su miktarı	: 40,84 hm ³ /yıl
Su alma kotu	: 980 m
Su basma kotu	: 1 120 m
Statik yükseklik	: 140 m
Dinamik yükseklik	: 148,97 m
Cebri boru çapı	: 1 000 m
Cebri boru uzunluğu	: 2 150 m
Ünite adedi	: 3
Ünite gücü	: 1 000 kW
Kurulu güç	: 3 000 kW

4.2.3. Karaağaç Pompajı (P3)

Karaağaç Pompajı (P3) tesisi Elazığ ilinin 10 km kuzeybatısında bulunan Körpe Köyü'nün 2 km güneyindeki Karaağaç sırtlarının 1 100 m kotuna kurulacaktır. Direkli Pompaj tesisinden aldığı suyu 1250 m kotuna terfi edecektir. Buradan kendi cazibesıyla 5650 m uzunluğundaki isale hattıyla 1230 m kotuna yapılacak arıtma tesisine verilecektir. Arıtma tesisi Elazığ ilinin batısında, polis lojmanlarının üst tarafında bulunacaktır. Terfi yüksekliği 150 m, isale hattı boru çapı 1 000 mm, pompa kapasitesi 1,620 m³/s olup, pompalanacak su miktarı 40,84 hm³/yıl'dır.

Karaağaç Pompa İstasyonu ile ilgili karakteristik bilgileri aşağıda verilmiştir.

Karaağaç Pompajı (P3)

Azami debi	: 1.620 m ³ /s
Pompalanacak su miktarı	: 40,84 hm ³ /s
Su alma kotu	: 1 100 m
Su basma kotu	: 1 250 m
Statik yükseklik	: 150 m
Dinamik yükseklik	: 155,46 m
Cebri boru çapı	: 1 000 mm
Cebri boru uzunluğu	: 1 050 m
Ünite adedi	: 3
Ünite gücü	: 1 250 kW
Kurulu güç	: 3 750 kW

Elazığ kentinin içme, kullanma ve endüstri suyu ihtiyacının karşılanabilmesi için alternatif Keban Baraj Gölü'nden temini için pompaj tesisleri, arıtma tesisi, su iletim tesisleri ve ana su depoları önerilmektedir. Şebeke ve dağıtım depoları bu projenin kapsamı dışında tutulmuştur.

Meşeli Pompaj tesisinin yerinde gabrodiyabaz türü kayalar, direkli pompaj tesisi yerinde kumtaşı ve kireçtaşıdan oluşan fliş ve Karaağaç Pompaj tesisi yerinde bazaltlar bulunmaktadır. Arıtma tesisinin yerinde kil, kum ve çakıldan oluşan moloz ile altında kumtaşı-marn vardır.

İçme suyunda tüm sistemin kapalı olması gerektiğinden; arıtma tesisine kadar su CTP borularla getirilecektir.

Keban Baraj Gölü birçok nehrin ve çayların katılması ile dolmaktadır. Ülkemizde ve dünyada yerleşim yerleri büyük nehirlerin, çayların sahilllerinde oluşmakta ve bu sahiller büyük

yerleşim merkezi haline gelmektedir. Ancak günümüzde birçok il ve ilçenin, kanalizasyon ve atık suları, sanayi tesislerinin atıkları ve yerleşim yerlerinin çöpleri nehirlerle veya sahillere dökülmektedir. Bilindiği gibi Murat nehrinin çok geniş bir havzası vardır. Keban Baraj Gölü'ne akan Murat Nehri Ağrı'dan doğup, Ağrı'nın ilçeleri Hamur, Tutak'tan geçip, Muş ilinin ilçeleri Malazgirt, Bulanık'tan geçerek (Patnos ilçesinden gelen bir kol Malazgirt ilçesinde, Varto ilçesinden gelen bir kol Muş ilinden Murat nehrine katılmakta) Muş'tan geçmekte ve Bingöl iline bağlı, Yeni Başak ve Genç ilçesinden geçerek (Karlıova ilçesinden gelen Göynük Çayı ile birleşip) Beyhan ve Elazığ ili Palu ilçesinden geçerek Keban Baraj Gölü'ne katılır. Keban Baraj Gölü'ne akan Peri Çayı Erzurum'da doğup, Bingöl iline bağlı Karlıova, Yedisu ve Kiğı ilçelerinden geçerek Keban Baraj Gölü'ne dökülür. Keban Baraj Gölü'ne katılan bir diğer büyük kol Erzurum'da doğan Erzurum'un ilçeleri Ilıca, Aşkale'den geçip yan kollar ile birleşerek, Fırat nehrini oluşturup Erzincan ilinden ve Erzincan ilinin Kemah, Kemaliye ilçelerinden geçerek Keban Baraj Gölü'ne dökülür.

Bu yerleşim yerlerinden geçen nehirler ve çaylar belediyelerin kanalizasyon ve atık suları, ayrıca sanayi tesislerinin atıkları ve şehir çöpleri ile kirlenerek Keban Baraj Gölü'ne akmakta ve Keban Baraj Gölü hızlı bir şekilde kirlenmektedir.

Elazığ iline içme suyu temini amacıyla Keban Baraj Gölünden su alınması durumunda, suyun kirliliğinden dolayı yapılacak olan arıtma tesisi, Biyolojik ve Kimyasal arıtma yapacak kapasitede olmalıdır. Ayrıca Keban Baraj Gölü'ne akan nehirlerin kirlenmemesi için bu nehirler ve nehirlerle birleşen kollar, mutlak koruma bandına alınarak, belediyeler, sanayi tesislerinin ve diğer yerleşim yerlerinin bu suları kirletmemeleri için gerekli önlemleri alıp, kendi arıtma tesislerini yapmaları gerekmektedir.

Keban Baraj Gölü'nden suyun pompaj ile gelmesi durumunda suyun 1 m³ bedeli 0,569245 YTL olduğu görülmüştür. Keban Baraj Gölü'nden suyun pompajla alınması ile Elazığ Belediyesi'ne ek bir yük gelip şehir ekonomisine zarar verecektir (Tablo 4.5).

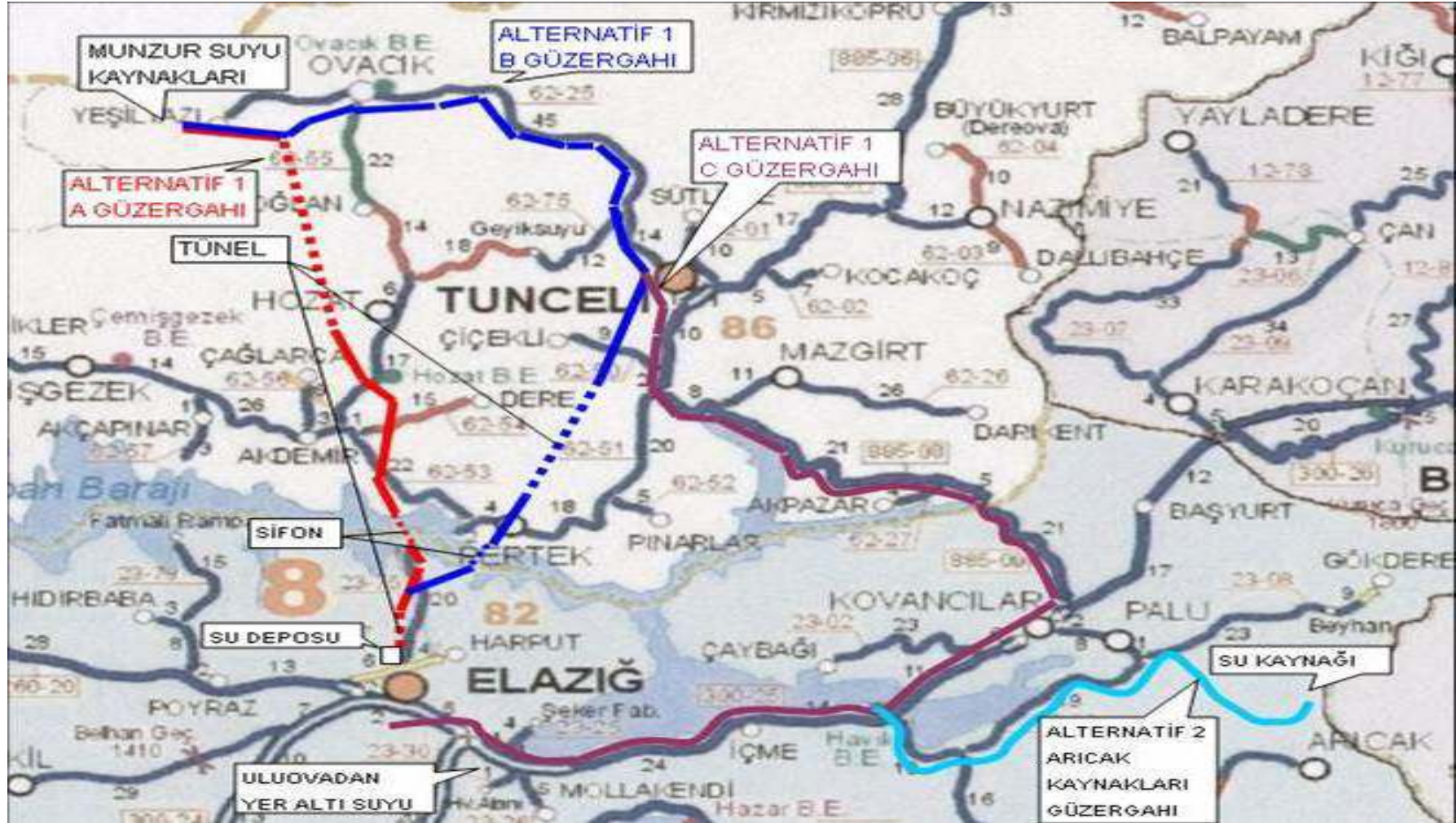
Tablo 4.5. Elazığ su temini projesi Keban Baraj Gölü alternatifi yatırım progr.(DSİ Etüd,2006)

TESİS VE ÜNİTELER	PROJE MALİYETİ YTL	YILLAR		
		1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl
Meşeli Pompa tesisi	4 826 971	–	2 413 486	2 413 486
İsale hattı	28 174 684	9 391 561	9 391 561	9 391 561
Su alma yapısı	2 306 990	1 153 495	1 153 495	–
Direkli Pompa Tesisi	7 042 716	–	3 521 358	3 521 358
İsale hattı	19 619 033	6 539 678	6 539 678	6 539 678
Karaağaç Pompa Tesisi	4 798 676	–	2 399 338	2 399 338
İsale hattı	16 668 791	5 556 264	5 556 264	5 556 264
Arıtma tesisi	67 287 213	22 429 071	22 429 071	22 429 071
Ulaşım yolları	1 922 492	1 922 492	–	–
Kamulaştırma	4 430 833	1 476 944	1 476 944	1 476 944
TOPLAM	157 078 400	48 469 505	54 881 195	53 727 700

4.3. Munzur Su Kaynağı

Munzur Suyu'nun Elazığ içme suyu olarak kullanılması ile Munzur Kaynakları A güzergâhı, B güzergâhı ve C güzergâhı olmak üzere isale hattı için 3 adet alternatif düşünülmüştür bunlarla ilgili harita Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de bunların keşif özetleri Tablo4.6, Tablo4.7, Tablo4.8, Tablo4.9, Tablo4.10, Tablo4.11, Tablo4.12 Tablo4.13'de verilmiştir. Bu keşifler 2006 fiyatına göre hesaplanmıştır. Alternatiflerin keşif özetlerinin karşılaştırılması Tablo4.14. ve Tablo4.15'de verilmiştir.

Şekil 4.1. Munzur Suyu kaynağı alternatif isale hatları (Köy Hizmetleri)



Şekil 4.2. Munzur ve Arıcak su kaynakları güzergah alternatifleri (Köy Hizmetleri)



Tablo 4.6. Munzur Suyu kaynağı A güzergahı keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

0+000 – 56+000 ile 58+000 – 74+800 arası CTP BORU döşenmesi KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	15.006/1	Makine ile her cins küskülük zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	64048,5	m ³	1,54	98.634,69
2	15.0010/2	Makine ile yumuşak kaya bataklık zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	64048,5	m ³	2,98	190.864,53
3	15.0014/1	Makine ile patlayıcı kullanılarak sert kayalık zeminin kazılması	64053	m ³	6,95	445.168,35
4	15.D/7	Makine ile tüvanan kum çakıl serilmesi	64050	m ³	9,41	602.710,50
5	15.026	Kazılmış veya depo edilmiş malzemenin serilmesi	64050	m ³	0,71	45.475,50
6	36.02319	Çapı 1200 mm, CTP boru ve özel aksam başlıklarının bağlanması	72800	m	7,44	541.632,00
7	36.08722	Çapı 1200 mm, her çeşit çeşit CTP borularının döşenmesi	72800	m	33,62	2.447.536,00
8	36.11701	Her çap için, her çeşit ve CTP boru özel parçalarının döşenmesi	2730000	kg	0,22	600.600,00
9	38.D/200,10	4 ATM basınç dayanımlı 1200 mm anma çaplı CTP boru bedeli	72800	m	517,5	37.674.000,00
10	07.005/30	40 km depo ile şantiye arasında taşıma	8736	ton	6,53	57.046,08
11	07.006/800	800 km fabrika ile depo arasında taşıma	8736	ton	158,71	1.386.490,56
12	07.005	Kum çakıl Nakliyesi (5km)	80063	ton	2,58	206.562,54
13	07.005	Kazı malzemesi Nakliyesi (5km)	64050	ton	2,58	165.249,00

Tablo 4.7. Munzur Suyu kaynağı A güzergahı keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

2+500- 29+800 ve 72+000–74+800 arası toplam 30100 m TÜNEL yapılması işine ait KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	32.001	Her cins zeminde tünel kazısı	453897	m ³	71,5	32.453.635,50
2	16.D/1	Çimento bedeli	59598	ton	107,99	6.435.988,02
3	16.041/1	İdarece istenilen mukavemette kum ve çakıl ile yapılan betonarme betonu	198660	m ³	64,65	12.843.369,00
4	16.581/1	Püskürtme betonu ile (Shotcrete) yapılması	15050	ton	54,7	823.235,00
5	D.18.503/B	B tipi I.kalite su tutucu contaların temini ve yerine konulması	63045	m	15,13	953.870,85
6	B–21.015/2	F3 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp	27594	m ²	29,3	808.504,20
7	B–21.D/2	Tünelde F3 cins eğri betonarme betonu kalıbı yapılması	340423	m ²	64,4	21.923.241,20
8	B–23.001/2	Tünelde betonarme demiri	1000	ton	1359,02	1.359.020,00
9	B–23.002/1	Tünelde betonarme demiri	8000	ton	1253,82	10.030.560,00
10	B–32.D/1	Tünellerde daimi çelik iksa yapılması	7224000	kg	0,86	6.212.640,00
11	B-D.430	Tel kafes yapılması	451500	kg	2,04	921.060,00
13	07.006	Demir nakliyesi (700 km)	9000	ton	87,52	787.680,00
14	07.005	Kum Çakıl nakliyesi (10km)	248325	ton	2,92	725.109,00
15	B–15.306	Tünel giriş ve çıkış kazısı	8500	m ³	4,18	35.530,00
16	07.005	Tünel giriş ve çıkış kazısı nakliyesi 5km	8500	m ³	2,07	17.595,00
17	07.005	Tünel kazısı nakliyesi 5 km	453897	m ³	2,07	939.566,79
18			%15 bilinmeyen (YTL) =			14.713.511,56
19			TESİS BEDELİ (YTL) =			112.803.588,62

Tablo 4.8. Munzur Suyu kaynağı A güzergâhı keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

56+000–58+000 arası SİFON yapılması işine ait KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	15.010/2	Makine ile her cins küskülük zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	12000	m³	2,98	35.760,00
2	36.02319	Çapı 1200 mm, CTP boru ve özel aksam başlıklarının bağlanması	2000	m	7,44	14.880,00
3	36.08722	Çapı 1200 mm, her çeşit CTP borularının döşenmesi	1985	m	33,62	66.735,70
4	36.11701	Her çap için, her çeşit ve CTP boru özel parçalarının döşenmesi	75000	kg	0,22	16.500,00
5	38.D/200,10	4 ATM basınç dayanımlı 1200 mm anma çaplı CTP boru bedeli	2000	m	517,5	1.035.000,00
6	07.005/30	40 km depo ile şantiye arasında taşıma	240	ton	6,53	1.567,20
7	07.006/800	800 km fabrika ile depo arasında taşıma	240	ton	158,71	38.090,40
8	21.011	Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı	2500	m²	15,54	38.850,00
9	21.013	Rendeli düz yüzeyli betonarme kalıbı	700	m²	18,91	13.237,00
10	21.054	En yüksek noktası 4.00 m ye kadar olan yapı ve sınai imalata ait ahşap kalıp iskelesi	1000	m³	2,08	2.080,00
11	16.041/1	İdarece istenilen mukavemette kum ve çakıl ile yapılan beton veya betonarme betonu	1500	m³	64,65	96.975,00
12	23.001/2	8-12 mm'lik ince betonarme demirlerin bükülmesi ve yerine konması	5,9	ton	1155,08	6.814,97
13	07.005/20	10 km'ye kadar Çimento nakliyesi	500	ton	2,92	1.460,00
14	07.006/22	Her cins malz.(kum çakıl)10 km mesafe taşınması için ödenen taşıma bedeli	3350	ton	2,92	9.782,00
15	07.005/20	10 km'ye kadar taş nakliyesi	3350	ton	2,92	9.782,00
16	23.176/1	Çeşitli demir işlerinin yapılması	1600	kg	3,26	5.216,00
17	07.006	Demir nakliyesi (500km)	1600	kg	61,88	99.008,00
18	07.005	Kazı Nakliyesi (5km)	15000	ton	2,58	38.700,00
			Keşif Bedeli =			1.530.438,27
			%50 Bilinmeyen =			765.219,14
NOT=Yapılacak olan Sifon Keban Baraj gölünün altından geçeceğinden yapım şartlarının zorlanacağı için bilinmeyenler tesis bedelinin %50 si kadar konulmuştur.						
			TESİS BEDELİ YTL			2.295.657,41
		TESİSİN TOPLAM MALİYETİ	166.230.511,24			YTL

Tablo 4.9. Munzur Suyu kaynağı B güzergâhı keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

2+500 m SİFON yapılması işine ait KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	15.010/2	Makine ile her cins küskülük zeminin kazılması depo veya dolguya konulm.	15000	m³	2,98	44.700,00
2	36.02319	Çapı 1200 mm, CTP boru ve özel aksam başlıklarının bağlanması	2500	m	7,44	18.600,00
3	36.08722	Çapı 1200 mm, her çeşit CTP borularının döşenmesi	2500	m	33,62	84.050,00
4	36.11701	Her çap için, her çeşit ve CTP boru özel parçalarının döşenmesi	93750	kg	0,22	20.625,00
5	38.D/200,10	4 ATM basınç dayanımlı 1200 mm anma çaplı CTP boru bedeli	2500	m	517,5	1.293.750,00
6	07.005/30	40 km depo ile şantiye arasında taşıma	300	ton	6,53	1.959,00
7	07.006/800	800 km fabrika ile depo arasında taşıma	300	ton	158,71	47.613,00
8	21.011	Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı	3125	m²	15,54	48.562,50
9	21.013	Rendeli düz yüzeyli betonarme kalıbı	875	m²	18,91	16.546,25
10	21.054	En yüksek noktası 4.00 m ye kadar olan yapı ve sınai imalata ait ahşap kalıp iskelesi	1250	m³	2,08	2.600,00
11	16.041/1	İdarece istenilen mukavemette kum ve çakıl ile yapılan beton veya betenarme betonu	1875	m³	64,65	121.218,75
12	23.001/2	8-12 mm'lik ince betonarme demirlerin bükülmesi ve yerine konması	7,5	ton	1155,08	8.663,10
13	07.005/20	10 km'ye kadar Çimento nakliyesi	625	ton	2,92	1.825,00
14	07.006/22	Her cins malz.(kum çakıl)10 km mesafe taşınması için ödenen taş.bed.	4188	ton	2,92	12.228,96
15	07.005/20	10 km'ye kadar taş nakliyesi	4188	ton	2,92	12.228,96
16	23.176/1	Çeşitli demir işlerinin yapılması	2000	kg	3,26	6.520,00
17	07.006	Demir nakliyesi (500km)	2000	kg	61,88	123.760,00
18	07.005	Kazı Nakliyesi (5km)	18750	ton	2,58	48.375,00
			Keşif Bedeli =			1.913.825,52
			%50 Bilinmeyen=			956.912,76
NOT=Yapılacak olan Sifon Keban Baraj gölünün altından geçeceğinden yapım şartlarının zorlanacağı için bilinmeyenler tesis bedelinin %50 si kadar konulmuştur.						
			TESİS BEDELİ (YTL) =			2.870.738,28

Tablo 4.10. Munzur Suyu kaynağı B güzergâhı keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

Toplam 19600 m TÜNEL yapılması işine ait KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	32.001	Her cins zeminde tünel kazısı	295561	m ³	71,5	21.132.611,50
2	16.D/1	Çimento bedeli	38393	ton	107,99	4.146.060,07
3	16.041/1	İdarece istenilen mukavemette kum ve çakıl ile yapılan betonarme betonu	129360	m ³	64,65	8.363.124,00
4	16.581/1	Püskürtme betonu ile(Shotcrete) yapılması	9800	ton	54,7	536.060,00
5	D.18.503/B	B tipi 1.kalite su tutucu contaların temini ve yerine konulması	41050	m	15,13	621.086,50
6	B-21.015/2	F3 cinsi beton veya betonarme betonu yüzeyi veren düz kalıp	17967	m ²	29,3	526.433,10
7	B-21.D/2	Tünelde F3 cins eğri betonarme betonu kalıbı yapılması	221671	m ²	64,4	14.275.612,40
8	B-23.001/2	Tünelde betonarme demiri	700	ton	1359,02	951.314,00
9	B-23.002/1	Tünelde betonarme demiri	5300	ton	1253,82	6.645.246,00
10	B-32.D/1	Tünellerde daimi çelik iksa yapılması	4704000	kg	0,86	4.045.440,00
11	B-D.430	Tel kafes yapılması	294000	kg	2,04	599.760,00
12	07.006/39	Çimento nakliyesi (100km)	38393	ton	13,75	527.903,75
13	07.006	Demir nakliyesi (700 km)	6000	ton	87,52	525.120,00
14	07.005	Kum Çakıl nakliyesi (10km)	161700	ton	2,92	472.164,00
15	B-15.306	Tünel giriş ve çıkış kazısı	8500	m ³	4,18	35.530,00
16	07.005	Tünel giriş ve çıkış kazısı nakliyesi 5km	8500	m ³	2,07	17.595,00
17	07.005	Tünel kazısı nakliyesi 5 km	295561	m ³	2,07	611.811,27
18			Keşif Bedeli (YTL) =			64.032.871,59
19			%15 bilinmeyen (YTL) =			9.604.930,74
20			TESİS BEDELİ (YTL) =			73.637.802,33

Tablo 4.11. Munzur Suyu kaynağı B güzergâhı keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

0+000 ile 112 +100 m arası CTP BORU döşenmesi KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	15.006/1	Makine ile her cins küskülük zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	135.000	m³	1,54	207.900,00
2	15.0010/2	Makine ile yumuşak kaya bataklık zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	135.000	m³	2,98	402.300,00
3	15.0014/1	Makine ile patlayıcı kullanılarak sert kayalık zeminin kazılması	135.000	m³	6,95	938.250,00
4	15.D/7	Makine ile tüvanan kum çakıl serilmesi	135.000	m³	9,41	1.270.350,00
5	15.026	Kazılmış veya depo edilmiş malzemenin serilmesi	135.000	m³	0,71	95.850,00
6	36.02319	Çapı 1200 mm, CTP boru ve özel aksam başlıklarının bağlanması	109.600	m	7,44	815.424,00
7	36.08722	Çapı 1200 mm, her çeşit CTP borularının döşenmesi	109.600	m	33,62	3.684.752,00
8	36.11701	Her çap için, her çeşit ve CTP boru özel parçalarının döşenmesi	41.100.000	kg	0,22	9.042.000,00
9	38.D/200,10	4 ATM basınç dayanımlı 1200 mm anma çaplı CTP boru bedeli	109.600	m	517,5	56.718.000,00
10	07.005/30	40 km depo ile şantiye arasında taşıma	13.152	ton	6,53	85.882,56
11	07.006/800	800 km fabrika ile depo arasında taşıma	13.152	ton	158,71	2.087.353,92
12	07.005	Kum çakıl Nakliyesi (5km)	168.750	ton	2,58	435.375,00
13	07.005	Kazı malzemesi Nakliyesi (5km)	135.000	ton	2,58	348.300,00
			Keşif Bedeli (YTL) =			76.131.737,48
			%15 bilinmeyen (YTL) =			11.419.760,62
			TESİS BEDELİ (YTL) =			87.551.498,10
		B Güzergâhı Toplam Maliyeti =	164.060.038,71			YTL

Tablo 4.12. Munzur Suyu kaynağı C güzergâhı keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

0+000 ile 189 + 800 m arası CTP BORU döşenmesi KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	15.006/1	Makine ile her cins küskülük zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	284700	m ³	1,54	438.438,00
2	15.0010/2	Makine ile yumuşak kaya bataklık zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	284700	m ³	2,98	848.406,00
3	15.0014/1	Makine ile patlayıcı kullanılarak sert kayalık zeminin kazılması	284700	m ³	6,95	1.978.665,00
4	15.D/7	Makine ile tüvanan kum çakıl serilmesi	284700	m ³	9,41	2.679.027,00
5	15.026	Kazılmış veya depo edilmiş malzemenin serilmesi	284700	m ³	0,71	202.137,00
6	36.02319	Çapı 1200 mm, CTP boru ve özel aksam başlıklarının bağlanması	189800	m	7,44	1.412.112,00
7	36.08722	Çapı 1200 mm, her çeşit CTP borularının döşenmesi	189800	m	33,62	6.381.076,00
8	36.11701	Her çap için, her çeşit ve CTP boru özel parçalarının döşenmesi.	71175000	kg	0,22	15.658.500,00
9	38.D/200.10	4 ATM basınç dayanımlı 1200 mm anma çaplı CTP boru bedeli	189800	m	517,5	98.221.500,00
10	07.005/30	40 km depo ile şantiye arasında taşıma	227760	ton	6,53	1.487.272,80
11	07.006/800	800 km fabrika ile depo arasında taşıma	227760	ton	158,71	36.147.789,60
12	07.005	Kum çakıl Nakliyesi (5km)	355875	ton	2,58	918.157,50
13	07.005	Kazı malzemesi Nakliyesi (5km)	284700	ton	2,58	734.526,00
			Keşif Bedeli (YTL) =			167.107.606,90
			%15 bilinmeyen (YTL) =			25.066.141,04
			TESİS BEDELİ (YTL) =			192.173.747,94

Tablo 4.13. Arıcak Suyu kaynağı güzergâh alternatifinin keşif özeti (DSİ Etüd 2006)

0+000 ile 101+ 500 m arası CTP BORU döşenmesi KEŞİF ÖZETİ (2006)						
Sıra No	POZ. No	İmalatın Cinsi	Miktar	Birimi	Birim Fiyatı	Tutarı (YTL)
1	15.006/1	Makine ile her cins küskülük zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	152250	m ³	1,54	234.465,00
2	15.0010/2	Makine ile yumuşak kaya bataklık zeminin kazılması depo veya dolguya konulması	152250	m ³	2,98	453.705,00
3	15.0014/1	Makine ile patlayıcı kullanılarak sert kayalık zeminin kazılması	152250	m ³	6,95	1.058.137,50
4	15.D/7	Makine ile tüvanan kum çakıl serilmesi	152250	m ³	9,41	1.432.672,50
5	15.026	Kazılmış veya depo edilmiş malzemenin serilmesi	152250	m ³	0,71	108.097,50
6	36.02319	Çapı 1200 mm, CTP boru ve özel aksam başlıklarının bağlanması	101500	m	7,44	755.160,00
7	36.08722	Çapı 1200 mm, her çeşit CTP borularının döşenmesi	101500	m	33,62	3.412.430,00
8	36.11701	Her çap için, her çeşit ve CTP boru özel parçalarının döşenmesi.	38.062.500	kg	0,22	8.373.750,00
9	38.D/200,10	4 ATM basınç dayanımlı 1200 mm anma çaplı CTP boru bedeli	101500	m	517,5	52.526.250,00
10	07.005/30	40 km depo ile şantiye arasında taşıma	121800	ton	6,53	795.354,00
11	07.006/800	800 km fabrika ile depo arasında taşıma	121800	ton	158,71	19.330.878,00
12	07.005	Kum çakıl Nakliyesi (5km)	190313	ton	2,58	491.007,54
13	07.005	Kazı malzemesi Nakliyesi (5km)	152250	ton	2,58	392.805,00
			Keşif Bedeli (YTL) =			89.364.712,04
			%15 bilinmeyen (YTL) =			13.404.706,81
			TESİS BEDELİ (YTL) =			102.769.418,85

Tablo 4.13’de görüldüğü gibi Elazığ kenti içme, kullanma ve endüstri suyunu temin etmek için ekonomik çözüm Alternatif 2 olarak belirtilen Elazığ ili Arıcak ilçesi Akdağ mevkiinde çıkan kaynakların kendi cazibesi ile gelerek veya Alternatif 1 olarak belirtilen Munzur kaynaklarından kendi cazibesi ile gelerek şehrin su ihtiyaçlarının karşılamasıdır. Elazığ ili Arıcak ilçesi Akdağ mevkiinde çıkan kaynakların kendi cazibesi ile gelmesi durumunda suyun 1 m³ bedelinin 0,115178 YTL, Munzur kaynaklarından suyun kendi cazibesi ile gelmesi durumunda suyun 1 m³ bedelinin 0,183869 YTL, Keban Baraj Gölü’nden suyun pompaj ile alınarak gelmesi durumunda suyun 1 m³ bedelinin 0,569245 YTL olduğu görülmüştür. Planlama aşamasında detaylı etütler yapılarak uygun olanın tercih edilmesinde yarar vardır (Tablo 4.14, Tablo 4.15).

Tablo 4.14. Alternatiflerin maliyet açısından karşılaştırılması (Yatırım+İşletme) (DSİ Etüd 2006)

ÜNİTE		Tesis Bedeli	Proje Bedeli	İnşaat Süresi Faiz	İnşaat Süresi Faizi	Yatırım Bedeli	Yıllık Giderler						
							Faiz Amortisman Faktörü	Faiz Amortisman Gideri	Yenileme Faktörü	Yenileme Gideri	İşletme Bakım	İşletme Bakım Gideri	Toplam Gider
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					(2) x (3)	(2) + (4)		(5) x (6)		(1) x (8)		(1) x (10)	(7+9+11)
ALTERNATİF 3 Munzur kaynakları A güzergâhı	1	166 230 511	191 165 088	0,05000	9 558 254	200 723 342	0,05478	10 995 625	0,000125	20778,8	0,01	1 662 305	12 678 709
ALTERNATİF 3 Munzur kaynakları B güzergâhı	1	164 060 039	188 669 045	0,05000	9 433 452	198 102 497	0,05478	10 852 055	0,000125	20507,5	0,01	1 640 600	12 513 163
ALTERNATİF 3 Munzur kaynakları C güzergâhı	1	192 173 748	220 999 810	0,05000	11 049 991	232 049 801	0,05478	12 711 688	0,000125	24021,7	0,01	1 921 737	14 657 447
ALTERNATİF 4 Arıcak Kaynakları	1	102 769 419	118 184 832	0,05000	5 909 242	124 094 073	0,05478	6 797 873	0,000125	12846,2	0,01	1 027 694	7 838 414

Tablo 4.15. Alternatiflerin karşılaştırılması

TESİSİN ADI	Tesis Bedeli	Proje Bedeli	Yatırım Bedeli	Yıllık Gider	İçme Suyu (hm ³ /yıl)	1 m ³ İçme Suyu Bedeli (YTL)	İsale Hattı Uzunluğu m	Tünel Uzunluğu m	Sifon Uzunluğu m	Pompa Terfi Yüksekliği m	Arıtma
ALTERNATİF 1 Ulu ovadaki kuyular-dan pompaj ile içme suyu temini	35 461 779	41 493 127	44 874 916	10606 968	39,230	0,270379	47 400	–	–	390	–
ALTERNATİF 2 Keban Baraj Gölünden içme suyu temini	136 589 913	157 078 400	175 593 845	23247 986	40,840	0,569245	25 750	–	–	470	Var
ALTERNATİF 3 Munzur kaynakları A güzergâhı	166 230 511	191 165 088	20 072 342	12678 709	68,055	0,186302	74 800	30 100	2 000	–	–
ALTERNATİF 3 Munzur kaynakları B güzergâhı	164 060 039	188 669 045	198 102 497	12513 163	68,055	0,183869	112 100	19 600	2 500	–	–
ALTERNATİF 3 Munzur kaynakları C güzergâhı	192 173 748	220 999 810	232 049 801	14657 447	68,055	0,215377	189 800	–	–	–	–
ALTERNATİF 4 Arıcak Kaynakları	102 769 419	118 184 832	124 094 073	7 838 414	68,055	0,115178	101 500	–	–	–	–

5.ELAZIĞ BELEDİYESİ OSU VERİLERİNİN TESPİTİ

Elazığ içme suyu problemlerinin tespit edilebilmesi için, içme suyu sorununun günlük hayatlarında yaşayan Otobüs Su Ulaşım (OSU) çalışanlarına EK 1’de verilen anket uygulanarak, aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir.

5.1. Su Kesintisi Sırasında Su İhtiyacının Karşılanması Ve Dağılımı

Suların kesintili olduğu dönemlerde su ihtiyacının nasıl temin edildiğini araştırabilmek için, OSU çalışanlarına, “Su kesintisi sırasında su ihtiyacınızı nasıl karşılıyorsunuz ?” sorusu sorularak elde edilen bilgiler tablo 5.1’ de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Su kesintisi sırasında su ihtiyacının karşılanması ve dağılımı

Osü Çalışanları	Kişi	%
Evin deposundan	45	22,5
Kaplarla depolanmış sulardan	70	35
Kuyudan	10	5
Karaçalı çeşmeleri	75	37,5
Toplam	200	100

OSU çalışanlarına uygulanan anket neticesinde 45 kişinin evinde su bulunduğu, 70 kişinin suları kaplarda depoladığı, 10 kişinin ise kesinti sırasında suyu kuyudan ve 75 kişinin de karaçalı çeşmelerinden temin ettiği tespit edilmiştir.

Tüm çalışanlar, muhtemel bir su kesintisine karşı tedbirlerini almış durumdadırlar. Suların büyük bir çoğunluğu karaçalı çeşmelerinden temin edilmektedir.

5.2. Suların Kesilme Sıklığı

OSU çalışanlarına “Evinizde sular kesiliyor mu? Kesiliyor ise ne kadar sıklıkta kesiliyor?” sorusu sorularak elde edilen bilgiler tablo 5.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 5.2. Suların kesilme sıklığı

OSU çalışanları	Kişi	%
Tarifeli kesinti	45	22,5
Tarifesiz kesinti	85	42,5
Kesilmiyor	70	35
Toplam	200	100

200 OSU çalışanından 45 ‘i evlerinde tarifeli su kesintisi yapıldığını 85’i su kesintilerinin tarifesiz olduğunu, 70 ‘ u ise su kesintisi yapılmadığını beyan etmişlerdir. Tarifesiz su kesintisinin fazla olması ailelerin su kesintisine karşı tedbir almalarına imkan vermemektedir..

5.3. Su Miktarı

Tüketim yerlerine verilen su miktarının yeterli olup olmadığını tespit edebilmek için, OSU çalışanlarına ; “Yaşadığınız bölgeye verilen su miktarı yeterlimi?” sorusu sorularak alınan cevaplar Tablo 5.3 ’ de gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Su miktarı

OSU çalışanları	Kişi	%
Yeterli	150	75
Yetersiz	50	25
Toplam	200	100

Anket uygulanan 200 kişiden 150 ‘si yaşadıkları bölgeye verilen su miktarının yeterli olduğunu, 50’si ise verilen suyun yetersiz olduğunu belirtmiştir.

Buda Elazığ’da şu anda herhangi bir su probleminin olmadığını, şehir şebeke suyunun yeterli olduğunu göstermektedir.

5.4. Su Kaçaklarının En Fazla Olduğu Yerler

OSU yetkililerinden alınan bilgiye göre, Elazığ’ın uzun yıllar itibariyle su tüketimindeki kayıp miktarı yıllık % 40 – 45 civarındadır.

Su kaçaklarının meydana geldiği yerleri tespit edebilmek için EK.1 deki anket formu OSU çalışanlarına uygulanarak elde edilen bilgilerle tablo 5.4’de oluşturulmuştur.

Tablo 5.4. Su kaçaklarının en fazla olduğu yerler

OSU çalışanları	Kişi	%
Besleme boruları	76	45,3
Şebeke	82	48,8
Depolar	10	5,9
Toplam	168	100,0

Anket uygulanan 168 kişiden 82'si en fazla su kaçağının şebekede olduğunu, 76'sı besleme borusunda olduğunu 10 ' u ise depolarda olduğunu söylemiştir.

OSU çalışanlarının besleme borusundaki su kaçaklarına fazla yer vermelerinin nedenleri:

Şehir su şebekesinden, bina su sayacına kadar döşenen besleme borusunun teşkilinin bina sahibine ait olması sebebiyle buralarda meydana gelen su kaçaklarına müdahale edilmemektedir.

Şebekede toprak yüzeyine çıkan su kaçaklarının onarımı yapılmaktadır. Sızıntılar ve toprak altındaki kaçaklar, yeterli bir su ölçüm sistemi olmadığından tespit edilememektedir.

5.5. Su Kaçaklarının Önlenememesinin Nedenleri

OSU kaynaklarına göre yıllık ortalama % 40 olan su kaçaklarının önlenememesinin nedenlerini tespit edebilmek için, OSU çalışanlarına “Su kaçaklarının önlenememesinin nedenleri nelerdir?” sorusu sorularak alınan cevaplar Tablo 5.5’de gösterilmiştir.

Tablo 5.5. Su kaçaklarının önlenememesinin nedenleri

OSU çalışanları	Kişi	%
Şebekenin kontrol edilememesi	60	30,90
Yeterli sayıda teknik personel bulunmayışı	40	20,91
Fasılalı su verilmesi	15	7,9
Şebeke borularının yetersiz oluşu	61	30,45
Bazı kurumlara ölçmeden su verilmesi (Cami, Kuran Kursları, v.b)	15	9,84
Toplam	191	100,0

OSU çalışanlarına uygulanan anket neticesinde su kaçaklarının önlenememesinin nedenleri olarak;

60 kişi şebekenin kontrol edilmemesini, 40 kişi yeterli sayıda teknik personel bulunmayışını, 15 kişi şebekeye fasılalı su verilmesini, 61 kişi şebeke borularının yetersiz oluşunu, 15 kişi ise bazı kurumlara ölçülmeden su verilmesini göstermektedir.

Şebekenin kontrol edilmemesinin bir nedeni de sistemi ve şebekeyi gösteren yeterli detayda planların mevcut olmayışındır. Şebekenin bir bölümü 150 mm’den küçük çaplı borulardan meydana geldiğinden ve eski olduğundan sızıntı kayıpları da olmaktadır.

5.6. Çevre Kirlenmesi İle Suların Kirlenmesi İlişkisi Tahmini

Çevre kirlenmesi ile suların kirlenmesi ilişkisi tahminini test edebilmek için EK 1’ deki anket formunda; “Çevre kirlenmesi ile suların kirlenmesinde etkili olan faktörler hangileridir?” Sorusu sorularak tespit edilen değerler Tablo 5.6’da gösterilmiştir.

Tablo 5.6. Çevre kirlenmesi ile suların kirlenmesi ilişkisi tahmini

OSU çalışanları	Kişi	%
Yerleşim merkezleri artıkları neticesinde kirlenme	68	38,2
Sanayi artıklarının sebep olduğu kirlenme	23	12,8
Zirai kirleticiler	71	39,6
Diğer kirleticiler	17	9,4
Toplam	179	100

Anket uygulanan OSU çalışanlarından 68 kişi suların kirlenmesine yerleşim merkezlerinin, 23 kişi sanayi artıklarının, 71 kişi zirai kirleticilerin, 17 kişi ise diğer kirleticiler kaynakları neden olduğunu belirtmiştir.

5.7. Şebeke Borularının Erken Yıpranması

Şebeke borularının erken yıpranmalarının nedenlerini araştırabilmek için Ek 1 ‘ deki anket formunda, OSU çalışanlarına “Şebeke borularının erken yıpranmalarının nedenleri nedir?” sorusu sorularak elde edilen bilgiler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5.7. Şebeke borularının erken yıpranması nedenleri

OSU çalışanları	Kişi	%
Borular korozyona karşı korunmamıştır.	65	31,0
Boru yatakları muntazam değildir.	72	34,28
Borular trafik yükü etkisindedir.	33	15,71
Boru hendek derinlikleri yetersizdir.	40	19,01
Toplam	210	100

Tablo 5.7’ye göre, 65 kişi boru yataklarının muntazam olmasını, 72 kişi boruların korozyona karşı korunmamasını, 40 kişi boru hendek derinliklerinin yetersizliğini, 33 kişi ise

boruların trafik yükü etkisinde olmasını şebeke borularının erken yıpranmasına neden olarak belirtmiştir.

5.8. Özel Su Deposu Kullanımının Sakıncaları

Suların kesildiği dönemlerde susuzluğa çare olarak özel su deposu yapımı yoluna gidilmektedir. Tablo 5.8’deki anket verilerinin değerlendirmesinde de görüldüğü gibi, suların kesildiği zamanlarda OSU çalışanları ihtiyaçları olan depolardan, kuyulardan ve su depoladıkları kaplardan temin etmektedirler. Çok yaygın olan özel su deposu kullanımının sakıncalarını araştırabilmek için Ek 1’deki anket formunda OSU çalışanlarına, “Özel su deposu kullanımının sakıncaları nelerdir?” sorusu sorulmuş ve alınan cevaplar Tablo 5.8’de gösterilmiştir.

Tablo 5.8. Özel su deposu kullanımının sakıncaları

OSU çalışanları	Kişi	%
Sular kirlenir, mikrop üretir.	87	39,18
Şebekede arızalar yol açar	55	24,8
Su sarfiyatını artırır.	59	26,5
İlave yük teşkil eder.	21	9,52
Toplam	222	100

Tablo 5.8’deki anket verilerine göre özel su deposu kullanımının sakıncası olarak 87 kişi suların kirleneceğini ve mikrop üreteceğini, 55 kişi şebekede arızalara yol açacağını, 59 kişi su sarfiyatını arttıracığını, 21 kişi ise binaya ilave yük teşkil edeceğini belirtmiştir. Buna göre masraflı ve sakıncalı olan özel depo kullanımından su kesilmelerinin tamamının ortadan kalkmasıyla vazgeçilmelidir.

5.9. Tesislerde Yapım Öncelik Sırası

Günümüzde toplumların nüfusu ve buna bağlı olarak da ihtiyaçları günden güne artarken, bu ihtiyaçları karşılamak için kullanılan rezervler azalmaktadır. Kaynakların bir kısmı artan ihtiyaçları karşılamak üzere tüketilirken, bir kısmı da kirletilmek suretiyle kullanılmaz hale getirilmektedir. Bu durum tatlı su rezervleri için daha da kritik bir durum arz etmektedir. Sınırlı su kaynaklarından maksimum seviyede yararlanabilmek için, büyük kapasiteli tesislere ihtiyaç vardır. Bu tesislerin neler olduğunun ve yapımlarındaki öncelik sırasının nasıl olması

gerektiğinin araştırılabilmesi için Ek 1'deki anket uygulamasında OSU çalışanlarına, “Tesislerde yapım öncelik sırası sizce ne olmalıdır?”.Sorusu sorularak elde edilen bilgiler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5.9. Tesislerde yapım öncelik sırası tahminleri

OSU çalışanları	Kişi	%
İçme suyu tesisleri	65	63,1
Tasfiye tesisleri	11	10,7
Kanalizasyon tesisleri	27	26,2
Toplam	103	100

Tablo 5.9'daki anket verilerinin değerlendirilmesinde tesislerin yapımında, Osu çalışanlarından 65 kişi içme suyu tesislerinin, 11 kişi tasfiye tesislerinin, 27 kişi ise kanalizasyon tesislerinin öncelikle yapılması gerektiğini belirtmiştir.

OSU verilerine göre Elazığ şehrinin yıllara göre su tüketiminde kayıp miktarı %40–45 nispetlerindedir. Şebekedeki kayıp miktarı araştırmasında su kayıp oranı % 45 olarak tespit edilmiştir.

Su kaynaklarının sınırlı olması, suyun getirilmesindeki güçlükler ve ekonomik faktörler göz önüne alındığında Elazığ ‘da içilebilir seviyeye getirilmiş suyun hemen hemen yarıya yakın bir bölümü yok olmaktadır.

Su kayıplarının minimum seviyeye indirilmesi Elazığ’ın su gereksinimini büyük ölçüde azaltacağı gibi aynı zamanda da ülke ekonomisi için büyük bir kazanç olacaktır.

5.10. Su Kaçağını Etkileyen Faktörler

Su kaçağı; su getirmede ve şebekede birçok faktör tarafından etkilenir. Bu faktörleri aşağıdaki şekilde sayabiliriz.

5.10.1. Su Kaçağının Oranı

Bir sistemde çatlak ve patlak boru varsa, sistemdeki basıncın değişmesiyle bu patlak ve çatlaklardan sızan suyun oranı değişir.

5.10.2. Patlamanın Oluşma Frekansı

Sistemdeki basıncın birkaç metre yükselmesiyle sistemdeki borularda kısa sürede birçok patlak oluşur. Aynı şekilde sistemdeki basıncın düşürülmesiyle patlakların oluşma frekansında büyük düşme olacaktır. Bu değişiklik geçicidir. Basınç normale dönünce patlakların oluşma frekansı da normale döner. Patlakların oluşma frekansının normale dönüşmesi korozyon etkisine veya borunun zayıflığına bağlı olarak birkaç aydan birkaç yıla kadar sürebilir.

5.10.3. Patlak Noktalarının Bulunması

Yüksek basınç suyun kaçak noktalardan fışkırmasını sağlayacak böylece kaçak noktaları çok kısa bir sürede kendini gösterecektir. Bu durumdaki kaçak noktalı ses dinleme metoduyla kolayca bulunabilir. Yüksek basınç bazı durumlarda metodu zorlaştırabilir.

5.10.4. Su Darbesi

Su darbeleri genellikle pompaların ani durmalarıyla veya çalışmasıyla, vanaların ani açılıp kapanmasıyla oluşur ve boruyu normal basınçtan fazla zorlar. Su darbesinin etkisi en çok boru çatlaklarında, tespit kitlelerinde, boru birleşimlerinde görülür. Ayrıca su darbeleri salınımlarından dolayı boruların bir takım kayalara ve engellere çarparak çatlaklara neden olabilir.

5.10.5. Basınç Değişimi

Basıncın projede öngörülen en yüksek ve en düşük limitler arasında ki değişimi boruların zayıflamasına ve eskimesine neden olur.

Basıncın değişmesi pompaların ani durmasıyla ani çalışmasıyla, bakımlarının iyi yapılmamasıyla, basınç düşürücü vanaların iyi işletilmemesiyle olur. Bu durumun su kaçağına etkisi çok küçük olmasına rağmen özellikle plastik boruların basınç etkisine karşı iyi projelendirilmeleri gerekir.

5.10.6. Toprağın Hareketi

Toprağın hareketinin nedenlerinden başlıcası topraktaki nem oranının değişmesidir. Özellikle killi zeminlerde ısı değişmesiyle ve don olayıyla toprak yükselir veya çöker. Toprağın

hareketi zemin altında gömülü bulunan borunun kırılmasına, birleşme yerlerinin oynamasına neden olur. Küçük çaptaki toprak hareketi yerel gerilmelere neden olur. Yerel gerilmeler ise bilhassa yaşlı demir borularda korozyon çatlaklarının oluşmasında önemli faktördür.

5.10.7. Boruların Kötüleşmesi

Metalik boruların en ciddi problemi korozyondur. Boruların içinin korozyona maruz kalması kaynaklardan alınan yumuşak sular taşıyorsa nadiren olur. Bu durumdaki demir boruların içinde boğumlar oluşur. Demir ve çelik borularda korozyon fazlaştıkça borunun et kalınlığı azalır ne bunun sonucu olarak da boruda iç basınca karşı oluşan mukavemeti düşer. Bu zayıflık neticesi borunun patlaması ve su kaçağı kaçınılmazdır. Patlaklar genellikle oyulma, boydan boya çatlama veya kesilmeler şeklinde oluşur.

Dıştan korozyonlaşmalar ise çeşitli şekillerde oluşur. Boru üzerindeki hava boşluklarından bimetalik etkenlerden, erimiş tuz konsantrasyonunun değişmesinden ve mikrobiyolojik etkilerden dolayı dış korozyon oluşabilir. Dıştan korozyonlaşmanın etkisi içten korozyonlaşma gibidir.

Asbestli çimento boruların veya beton boruların korozyona maruz kalması ise suyun veya toprağın yüksek seviyede sülfat ihtiva etmesine bağlıdır.

5.10.8. Kötü İşçilik; Kötü Malzeme Ve Kötü Bağlantılar

Su kaçağı hem şebeke de hem de abone bağlantılarından oluşmaktadır. Su kaçağını minimuma indirmek için iyi projelendirmeden işçiliğe, iyi malzemedan bağlantılara kadar her şeyin yüksek standartta yapılması gereklidir.

5.10.9. Trafik Yüğü

Boru üzerindeki büyü trafik yükünün ve titreşiminin borunun çatlamasındaki en büyük neden olduğu birçok araştırmacı tarafından tartışmasız kabul edilmektedir. Bunun için İller Bankasının İçme Suyu Yönetmeliğine göre şebekenin döşenmesi zaruridir. En az 0.80 mm dolgu gelecek şekilde yapılmalıdır.Çünkü Elazığ'da ki don seviyesi 0.80 mm'dir (İller Bankası, 2006).

5.10.10. Zaman

Yukarıdaki faktörlerin çoğu zamana bağlı faktörlerdir. Şöyle ki; zaman geçtikçe etkileri daha çok hissedilir. Zaman, borunun kendi üzerinde olmasa bile borudaki su kaçağını etkileyen önemli faktörlerden biridir.

Basınç kontrolü hariç diğer faktörlerden hiç biri borular döşendikten sonra kolaylıkla değiştirilmez. Bu yüzden proje ve inşaat safhasında bu faktörler dikkatlice ele alınmalı ve faktörlerin etkileri en az seviyeye düşürülmeye çalışılmalıdır.

Su kaçağını etkileyen diğer bir faktör ise ele alınan su kaçağı kontrolü metodunun durumudur. Bu şüphesiz ki su kaçağını tümünün kontrolüdür.

5.11. Su kaçağı Kontrol Metotları

Pratik olarak kullanılan altı su kaçağı kontrol metodu mevcuttur. Bunlardan beşi su kaçağının yerinin belirlenmesinde kullanılırken, altıncısı olan basınç kontrol metodu diğer metotlara yardımcı olarak kullanılır. Her metot değişik kadro, değişik donanım ve değişik ilk yatırım, işletme maliyeti gerektirir. Ayrıca her metodun verdiği sonuç değişiktir. Metot ise sistemin durumuna, su maliyetine göre değişir. Her metot koşullara göre belirli bölgeler için en uygun metot olabilmektedir.

5.11.1. Basınç Kontrolü

Basıncın düşürülmesiyle su kaçağının azaltılması, yapılacak en kolay ve en ucuz iştir. Ancak bu yöntemle kaçak noktası bulunamaz. Basıncın düşürülmesi birçok yolla yapılabilir. Örneğin; pompanın basma yüksekliğini düşürmekle, maslaklarla ve genellikle basınç düşürücü vanalarla yapılabilir. Her ne kadar basıncın düşürülmesi birçok nedenle kısıtlanıyorsa da bu yolla elde edilecek net kazanım teorik olarak düşünülenenden daha fazladır.

5.11.2. Pasif Su Kaçağı Kontrolü

Bu metotta, çok az gayretle çok yüksek seviyede su kaçağı kontrol edilir. Su kaçağının yerini bulmak için herhangi bir çalışma yapılmaksızın sadece zemin üzerine çıkan suyla veya abonelerin şikâyetleriyle bulunan patlaklar tamir edilir. Aboneler düşük basınçtan veya garip seslerden şüphelenerek şikâyetle bulunabilirler. Kendini gösteren bu su kaçakları için bile kaçağın tam yerini bulmak için küçük bir çalışma gerekecektir. Bu tür bir kontrol; suyun

maliyetinin çok düşük olduğu veya zeminin suyu çok kolaylıkla yüzeye çıkardığı bölgeler hariç ekonomik değildir.

5.11.3. Düzenli Veya Rasgele Dinleme

Bu metotta kurulacak dinleme takımları bölgedeki bütün vanaları yangın musluklarını, kör tapaları dinleyerek gelen seslerden su kaçağının yerini bulmaya çalışırlar. Dinleme periyodu ele alınan bölgenin durumuna göre belirlenir.

Diğer bir yöntem ise düzenli dinlemeyi parçalanmış bölgelere uygulamaktır. Bu ilk olarak 1857 yılında Gledhill’de uygulanmıştır. Metotta, sistem birçok bölgeye ayrılarak çalışma yapılır. Bütün hatalar ve kaçak sesleri her bölge için ayrı ayrı kaydedilerek ilerideki çalışmaların periyodu belirlenir. Çok sayıda kaçak sesinin bulunduğu bölgeler daha sık aralıklarla incelenir.

Bu metotla genellikle bütün su kaçaklarının yeri tespit edilmesine rağmen; her bölgede tespit edilmeyen birkaç su kaçağı kalır. Bu durumdaki kaçaklar için ölçüm metotları daha ekonomik olacaktır. Sonuç olarak su kaçakları zaman ve yer olarak dağıtılmıştır ki bu genellikle her zaman olmayan durumdur. Ses dinleme ile yapılan su kaçağı kontrolleri, ucuz olmasına rağmen büyük sayıda su kaçağını yakalarlar.

Düzenli dinleme, su kaçağının kontrolüyle elde edilen kazanımın düşük olduğu bölgeler için çok uygundur. Ayrıca büyük patlakların hemen zeminden fark edildiği ancak küçük kaçakların araştırılması gereken bölgeler için de düzenli dinleme en uygun metottur.

5.11.4. Bölgesel Ölçümleme

Metotta sayaçlar, 2000 ile 5000 abonenin bulunduğu bölgenin en stratejik noktalarına yerleştirilerek her bölgeye giren ve çıkan su tespit edilir.

Sayaçlar genellikle haftada bir veya ayda bir okunur. Elde edilen kayıtlar analiz edilerek hangi bölgedeki su tüketiminin anormal şekilde yükseldiği tespit edilir. Eğer su tüketimindeki bu yükselme mantıklı bir nedene dayanmıyorsa ses dinleme takımı o bölgedeki bütün yangın musluklarını, vanalarını, abone sayaçları dinleyerek su kaçağı sesinin geldiği noktalardaki su kaçaklarını bulurlar.

5.11.5. Su Kaçağı Ölçümlemesi

Su kaçağı ölçümlemesi 1000 ile 3000 abonelik bölgelerde uygulanır. Uygun vanalar kullanılarak bölgenin tek bir noktadan beslenmesi sağlanır ve bu noktadan bölgeye giren akım

ölçülür. Bu metotta kullanılan sayaçların özelliği çok küçük akımları (su kaçağı akımları) hassasiyetle ölçülebilmesidir.

Su kaçağı sayaçları sisteme by-pass ile kalıcı olarak monte edildikleri gibi, bir arabada taşınarak yangın musluklarından ölçüm yapılabilir. Ölçüm değerleri önceki ölçüm değerlerinin üzerlerine çıkarsa o bölgede su kaçağı araştırması yapılır. Bu araştırma ses dinleme ile yapılacağı gibi, çeşitli vanaların kapatılmasıyla da yapılabilir. Vanalarında kapatılmasıyla daralan bölgelerde adım adım ölçümleme yapılarak kaçak noktası bulunur. Bölgeye giren suyun büyük miktarda azalması en son vanayla kapatılan bölgede bir kaçak olduğunu gösterir.

Bu metotla yapılan kontrolde küçük sızıntılar bulunur ve kaçağın yeri iki vana arasında belirlenebilir. Metottun dezavantajı ise hiç su kaçağı olmayan bir bölgede yapılan çalışmanın boşa gitmesidir. Bu tip kaçak araması suyun maliyetinin oldukça yüksek olduğu bölgelerde uygulanır.

5.11.6. Bölgesel Ölçümleme Ve Su Kaçağı Ölçümlemesinin Birleştirilmesi

Bu metot anlatılan son iki metodunun kombinasyonudur. Bölgenin ölçümleme sayaçları 2000–5000 abone bulunan bölgelere uygulanır. Eğer su tüketimi herhangi bir sayaçtan yükseliyorsa o bölgede su kaçağı ölçümlemesi yöntemi uygulanarak su kaçağı araştırması yapılır.

5.12. Su Kaçağı Olan Bir Noktanın Belirlenmesi

Basıncı bir borudan kaçan su, çeşitli frekanslarda genellikle ısıklık sesine benzer ses çıkarır. Her su kaçağının çıkardığı ses ayrı özelliğe ve frekansa sahiptir. Sesteki bu değişimler; boruda ki çatlağın şekline, orifisin genişliğine, basıncına, boru malzemesine, boru üzerindeki toprak cinsine ve nem oranına bağlıdır. Meydana gelecek bir çatlak sesi boru boyunca ya da zemin sayesinde iletilir. Sesin karakteri bu iletişim sırasında az da olsa değişir. Bu yüzden kaçak noktasının bulunması dinleme yapılan yer ile kaçak noktası arasındaki mesafeye göre değişir.

Su kaçağı olan bir noktanın belirlenmesinde hangi metodun kullanılacağına karar vermek için eldeki ekipman ve bölgenin durumu gözden geçirilmelidir. Gaz izleme metodu hariç tüm metotlar su kaçağının çıkarttığı sesteki hareket ederler. Aşağıda bu metotlar tanıtılmıştır.

5.12.1. Dinleme Tekniği

Dinleme vanalardan, yangın musluklarından, kör tapalardan ve abone sayaçlardan direkt olarak yapılabildiği gibi, zemin üstünden boru boyunca dinleme yapılarak sesin en yüksek olarak geldiği nokta bulunabilir. Şehir şebekelerinde zemin sert olduğundan bu yöntemle iyi sonuç alınır. Kırsal kesimde ise yumuşak zemin ve çeşitli bitkilerden dolayı ses tam olarak duyulamaz.

Ses dinleme yöntemi kaçak noktaların bulunmasında kullanılan en yaygın ve etkili yoldur. Ses dinleme metodunun avantaj ve dezavantajları aşağıda sıralanmıştır. Metodun dezavantajları çok kötü olmasına rağmen su kaçaklarının %80'i ses dinleme ile bulunmaktadır.

Ses dinlemenin avantajları;

- a) Kullanılan aletler basit ve ucuzdur.
- b) Yeraltında fazla gürültü yoksa dinleme işlemi fazla zaman almaz.
- c) Bu şartlar altında abone sayaçları dinlenerek su kaçağı noktalarının yeri kolaylıkla bulunur.

Dinlemenin dezavantajları;

- a) Bazen sesin en yüksek olduğu yeri bulmak çok güçtür.
- b) En yüksek ses her zaman için kaçağın yakınında oluşmayabilir.
- c) Yoğun trafiğin gürültüsü sanayinin bulunduğu bölgelerde etkili ses dinleme yapılmaz.
- d) Başarılı bir ses dinleme çalışması teknisyenin kabiliyetine ve tecrübesine dayanır.
- e) Bazı kaçakların çıkardığı sesler ses dinleme tekniği ile duyulmayabilir.

Bazı ses dinleme aletleri ve detektörler Tablo 5.10' da gösterilmiştir

Tablo 5.10. Kaçak noktası bulucu detektör markaları

Ses dinleme aletleri	elektronik detektörler
Palatine	terroscope
Abbot birks	sewerin aguaphone
Netchener	(zuurbier)
John bailey	metrotech
Drasdo	fisher
capaç	
shormen	
goldak	
seba	

Kaynak: İngiltere su araştırma merkezi (WRC), (DSİ Ankara)

5.12.2. Gaz İzleme Tekniği İle Kaçak Noktanın Belirlenmesi

Eğer mevcut bir su kaçağının verdiği ses duyulamıyorsa yapılacak en uygun işlem gaz izleme yöntemidir. Metodun uygulanmasında iletim hattındaki boruya ayrı veya suyun içinde erimiş gaz enjekte edilerek gazın kaçak noktasından çıkması gözlenir. Gazın hangi noktadan çıktığını bulmak için hat boyunca bir detektör gezdirilir. Gazın en yoğun olduğu nokta kaçak noktasını belirleyecektir. Gaz iletme tekniği genellikle kırsal kesimlerdeki ana besleyici hatlarındaki su kaçaklarının yerini belirlemek için kullanılır. Bu tip hatlarda vana, yangın musluğu, kör tapa gibi aparatlar çok azdır. Ayrıca kırsal kesimde gazı bulmak için çukurlar açmakta problem yaratmaz.

Gaz izleme tekniğinde kullanılacak gaz için birçok araştırma yapılmıştır. Radyoaktif izleyiciler, karbon tetraflorür (CCL₄) ve freon (CCL₂F₂) üzerinde denemeler yapılmıştır. Son yıllara kadar en yaygın kullanılan gaz nitroz oksit (N₂O) gazıydı. Bu gazın belirlenmesi için İngiltere Su Araştırma Merkezi (WRC) tarafından uzun yıllar başarıyla kızıl ötesi ışınlar tekniği kullanılmaktaydı. Fakat günümüzde kızıl ötesi ışın analiz aletleri piyasada bulunmamaktadır.

Son birkaç yıldır gaz izleme metodunda yeni bir gaz kullanılmaktadır. Bu sülfür, hegzaförür (SF₆) gazıdır. Bu gaz diğerlerine göre suda daha az erimekte kaçak noktasından gaz olarak kolayca açığa çıkmaktadır. Sülfür hegzaförür (SF₆) gazının çok küçük miktarı bile kolaylıkla belirlenebilir. Bu yüzden deney için çok az miktarda sülfür hegzaförür gazı kullanmak yeterlidir. Gazı belirleyen detektör çok basit ve kolaylıkla kullanılabilen bir alettir. Sülfür hegzaförür renksiz, kokusuz, tatsız ve zararlı etkisi olmayan bir gazdır.

5.12.3. Kesmek Ve Kapamak

Su kaçağının yeri ses dinleme ve gaz izleme metotlarıyla belirlenmiyorsa, kesmek ve kapamak yoluyla su kaçağının yeri tespit edilebilir. Su kaçağı şüphesi olan boru önce tamamen izole edilir. İzole edilen bu boruya sayaçla su verilir. Boru tam orta mesafeden kesilerek kapatılır. Eğer akım devam ediyorsa su kaçağı kesilen nokta ile sayaç arasında olur. Eğer akım durmuşsa su kaçağı borunun diğer yarısındadır. Bu yöntem her seferinde ele alınan boru ikiye bölünmek suretiyle su kaçağı bulunana kadar devam edilir.

5.12.4 Deneme Kazıları

Çok pahalı ve uğraştırıcı bir yöntemdir. Boru boyunca iki veya üç metrede bir kazılar yapılarak su kaçağı araştırması yapılır. Boru boyunca tel sokularak yaşlık olup olmadığının

kontrolü çok tehlikeli bir yoldur. Yeraltında hiçbir elektrik kablosu olmadığından emin olmadıkça bu uygulama yapılmamalıdır.

5.13. Depolardaki Su Kaçakları

Depolarda oluşan su kaçakları genellikle küçük miktardadır ve depolarda yapılacak su kaçağı kontrolünden elde edilecek kazanım az olmaktadır. Buna rağmen depolarda da ekonomik olacak araştırmalar yapılabilir. Bunların en önemlileri yapı emniyeti ve su kalitesi araştırmalarıdır. Eğer depodan su sızıyorsa bu aynı şekilde dışardan da depoya istenmeyen suyun girmesi demektir.

5.13.1. Depolardaki Su Kaçağının Yerinin Belirlenmesi

Depolardaki su miktarı azalıyorsa bu her zaman deponun su sızdirdığı anlamına gelmez. İzolasyon vanasına da kaçabilir, depodaki özel aksamalar kaçak yapabilir. Bu yüzden depodaki su kaçağı araştırmasına geçilmeden önce bu aksamalar gözden geçirilmelidir. Su depolarındaki su kaçağını bulunması için aşağıdaki öneriler verilmiştir.

- a) Çeşitli seviyelerde su seviyesi düşüm deneyleri.
- b) Depo çevresindeki ve altındaki drenaj büzlerinin gözlenmesi.
- c) Depolardaki suya çeşitli seviyelerden çini mürekkebi, potasyum permanganat, yulaf ezmesi koyarak izlemek
- d) Dolu depoya dalgıçların girip gözlem yapması.
- e) Boş deponun içine girilerek incelenmesi.
- f) Deney çukurları açarak nem araştırması yapmak.
- g) Depoya çok az seviyede su doldurarak drenaj büzlerinden hava basmak
- h) Dış duvarların kazılarak gözlenmesi

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elazığ ilinin 1990–2025 yılları arasında 5 er yıl aralıkla nüfus hesapları yapılmış olup 2025 yılında 575.000 kişi olacağı hesaplanmıştır. Elazığ ilinin 2025 yılında içme suyu ihtiyacı 1552 Lt/sn olup ve Elazığ ilini şu anda besleyen mevcut içme suyu miktarı 1024 Lt/sn dir. Aradaki fark olan 528 Lt/sn debiye ihtiyaç vardır. Bunun için acil bir şekilde çalışmalara başlanılmalıdır. Ayrıca daha uzun vadede kaynak araştırılmasına, planlanmasına şimdiden başlanmalıdır. Bu ihtiyacın karşılanması için dört alternatif bulunmaktadır.

Şu anda Elazığ Kenti içme ve kullanma suyu kaynakları arasında en fazla debinin alındığı yer olan Uluova yeraltı suyu kaynakları ile 2025 yılındaki 528 lt/sn'lik ihtiyaç debisi yeni kuyuların hizmete girmesiyle karşılanabilecektir. Uluova'daki kuyulardan pompaj ile içme suyu temini halinde 1m³ suyun bedeli 0.27 YTL'dir

Diğer önemli su kaynağı Munzur suyu olup 1m³ suyun bedeli 0.18 YTL'dir. Palu tarafında bulunan Akdağı suyunun 1m³ bedeli ise 0.11 YTL'dir. Bu suların yaklaşık maliyet bedelleri ve kıyaslamaları yapılmış olup en iyi su kaynağının Elazığ'a kendi cazibesiyle gelen Akdağı suyu olduğu görülmüştür. Ancak bu kaynağın Elazığ'a isale hattı maliyeti Elazığ Belediyesi bütçesi ile karşılanamamaktadır. Merkezi Hükümetin destekleri ile çözülecek bir sorundur

Keban Baraj Gölü'nden suyun alınması halinde çok iyi bir arıtımın yapılması gerekir. Bu da maliyeti çok yükseltmektedir. 1 m³ suyun maliyeti 0,57 YTL'dir. Hali hazırda birçok yerleşim yeri atık sularını arıtmadan göle verdiklerinden arıtım yapılsa dahi bazı virüsler ölmeyeceğinden sağlık açısından tehlike arz etmektedir. Bu arıtım sistemleri de pahalı ve de yeni yatırım gerektiren projelerdir.

Elazığ Belediyesi'nin OSU çalışanlarına uygulanan anket sonuçlarına dayanarak ortaya çıkan problemler ve çözümler şöyle sıralanabilir;

Elazığ Belediyesi içme suyu problemlerinin en önemlisini su kaçakları oluşturmaktadır. Su kaçaklarının en önemli sebebi şebeke kaçaklarıdır. Bunun sebebi ise ana şebekeden su sayacına kadar olan kısmın boru şebekesinin döşenme işinin bina sahibine ait olmasıdır. Bu sebepten dolayı meydana gelen su kayıpları belirlenememektedir. Su kaçakları özellikle Elazığ İli'nin göç alan bir yerleşim yeri olması nedeniyle göç eden insanların yaşadığı mahallelerde daha çok olmaktadır. Diğer bir önemli sebep ise park, bahçe ve havuzlara, yeşil alana verilen suyun su kaçağı oranını yükseltmesidir.

Bina şebeke bağlantılarının su kaçaklarını önlemek için en etkili çözüm yolu Belediyenin ücreti mukabilinde uygun şekilde şebekeden bina su sayacına kadar olan tesisat borularını döşemesidir. Göç alan mahallelerde halka bilinçli su kullanımı hakkında bilgi

verilmelidir. Gerekirse bu mahallelere indirimli su fiyat tarifesı uygulanmalıdır. Yeşil alanların sulanması ve havuz sularının suyuna sayaç takılması veya tankerlerle sulanması daha uygun olacaktır.

Şehirde isale hatları dışında 800 km den fazla şebeke hattı mevcut olup bunlar çeşitli çap ve cinstedir. Günde yaklaşık 15–20 şebeke arızası olmaktadır. Bu arızalar şebekenin eski olmasından ve vatandaşların yaptırdığı şebeke bağlantılarının usulüne uygun yapılmamasından kaynaklanmaktadır.

Diğer önemli problem ve insan sağlığını tehdit eden kısmı Elazığ içme suyu su yataklarının hızlı bir şekilde kirlenmesidir. Elazığ içme suyunun temin edildiği derin kuyular tarım arazisinde bulunmaktadır. Tarım arazisi içinde olması zirai tarım ilaçlarının yeraltı suyuna karışabileceği anlamına gelmektedir. Buda potansiyel bir tehlike arz etmektedir. Ziraat sahasında bulunan zirai ilaçlar, gübre v.b dış etkenler yeraltı suyuna zarar verebilir ve belli bir süre sonra insan sağlığını tehdit eder duruma gelebilir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre her kuyunun 50m yarıçaplı çevresi dikenli tel ile çevrilmelidir.

Şehrin eski yerleşim mahalleleri olan Akpınar, Nailbey, Kültür, Mustafapaşa, Rüstempaşa, İzzetpaşa, Yeni Mahallenin bir kısmının, İcadiye, Çarşı, Aksaray ve Kesrik mahallelerinin şebeke hatlarının tamamının yenilenmesi çalışmalarına hemen başlanılmalıdır. Fazla su israfının önlenbilmesi için halkın belirli zamanlarda panel veya konferanslarla bilinçlendirilmesi gerekir.

Suların kesilme sıklığı, su kesintisinden habersiz olması, halkın su kesintisine karşı tedbir almalarını güçleştirmektedir.

Elazığ'ın yıllık su tüketimindeki kayıp oranı %40-45 civarındadır. En fazla su kaçağının %48,8 ile şebekede, %45,3 ile besleme borularında, %5,9 ile depolardan kaynaklanmaktadır. Besleme borularındaki kaçağın, şehir şebekesinden bina su sayacına kadar döşenen boruların teşkilinin bina sahibine ait olması nedeniyle ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu aşamada meydana gelen su kaçaklarına müdahale edilememektedir. Şebekede toprak yüzeyine çıkan su kaçaklarına müdahale edilmekte fakat toprak altındaki kaçakla su ölçüm sistemi mevcut olmadığından tespit edilememekte ve gereken işlem yapılamamaktadır.

Su kaçaklarının önlenememesinin nedenleri özetle şebekenin kontrol edilmemesi, yeterli teknik personel bulunmayışı, şebekeye aralıklı su verilmesi, şebeke borularının yetersiz oluşu, bazı kurum ve kuruluşlara ölçülmeden su verilmesi olarak özetlenebilir.

Çevre kirlenmesine yerleşim yerlerinin ve sanayinin atıkları, zirai kirleticilerin ve diğer kirleticiler kaynaklar sebep olmaktadır. Kirlenme su kaynaklarının doğrudan kullanılması engellenmektedir.

Şehir şebeke borularının erken yıpranma sebebi ise öncelikle kötü işçilikten kaynaklanmaktadır. Borular yeterli derinlik olan don seviyesine kadar indirilmeli, korozyona karşı tedbirler alınmalı ve ağır trafik yüklerine karşı hendeklerin tabanları düzgün ve muntazam, yataklamaya imkân verecek şekilde dizayn edilmelidir.

Tesislerde yapım öncelik sırasında ise içme suyu ihtiyacının giderilmesi ön planda olmalıdır. Suyun temini ve kullanılmış suların uzaklaştırılması biri, diğerine bağlı iki iş olmasına rağmen, günümüzde su teminine daha çok önem verilerek önce temiz su tesisleri planlanıp inşa edilmelidir. Bölgemizde genel uygulama olarak kanalizasyonları ve kullanılmış suları tasfiye eden tesislerin inşasına çevre şartlarının bozulmasından sonra başlanmaktadır. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği gereği bütün belediyeler evsel atık sularını arıtmak zorundadır.

Elazığ şehrinin yıllara göre su tüketiminde kayıp miktarı %40-45 civarındadır. Şebekede kayıp, su kaynaklarının sınırlı olması, suyun getirilmesindeki güçlükler ve ekonomik faktörler göz önüne alındığında Elazığ'da içilebilir seviyeye getirilmiş suyun hemen hemen yarıya yakın bir bölümü yok olmaktadır. Su kayıplarının minimum seviyeye indirilmesi Elazığ'ın içme suyu maliyetini ve kaynak kullanımını büyük ölçüde azaltacaktır. Buda ülke ekonomisi için büyük bir kazanç demektir.

KAYNAKLAR

- Devlet Planlama Teşkilatı, 2005 Ankara
- DSİ 9. Bölge Müdürlüğü Planlama Şube Müdürlüğü Arşivi, 1996, Elazığ
- İlbank, İçme Suyu Projesine Ait Yönetmelik, 1988; İller Bankası Genel Müdürlüğü Yayını:
- Elazığ Halk Sağlığı Laboratuvarı 2006
- Doğru, 1970 Uluova ve Elazığ Ovalarının Hidrojeolojik Etüd Raporu; DSİ Genel Müdürlüğü, 4/96, Ankara.
- Samsunlu, 1977 Su Getirme ve Kullanılmış Suların Uzaklaştırılması
- Gölhan, 1970 Suların arıtılması Cilt-2,
- Yücel, 1998 DSİ 9. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol Şube Müdürlüğü Su Analiz Raporu,.
- Muslu, 2000 Su ve Atıksu Teknolojisi, Su Getirme ve Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları,.
- Köy Hizmetleri Arşivi, 2005 Elazığ
- DSİ 9. Bölge Müdürlüğü Etüd Proje Şube Müdürlüğü Arşivi, 2006 Elazığ
- Elazığ Belediyesi Su İşleri Katalogu 2005 Elazığ
- Elazığ Belediyesi Osu İşletme Verileri 2005
- (MİGM, 1990)
- Su Getirme ve Kullanım Sularını Uzaklaştırma Esası (Muslu 1980)

EK 1

Anket Formu

Fırat Üniversitesi Fen bilimler enstitüsü İnşaat mühendisliği bölümü Yüksek lisans tez çalışmalarında kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

1 – Su kesintisi sırasında su ihtiyacını nasıl karşılıyorsunuz?

- Evin deposunda :
- Kaplarla depolanmış sulardan :
- Kuyudan :
- Karaçalı çeşmelerinden :

2 – Evinizde sular kesiliyor mu? Kesiliyor ise ne kadar ara ile kesiliyor?

- Tarifeli kesinti :
- Tarifersiz kesinti :
- Kesilmiyor :

3 – Yaşadığınız bölgeye verilen su miktarı yeterli mi?

- Yeterli :
- Yetersiz :

4 – Su kaçaklarının en fazla olduğu şebekedeki noktalar sizce hangileridir?

- Besleme boruları :
- Şebeke :
- Depolar :

5 – Su kaçaklarının önlenememesinin nedenleri nelerdir?

- Şebekenin kontrol edilememesi :
- Yeterli sayıda teknik personelin bulunmaması :
- Aralıklarla su verilmesi :
- Şebeke borularının yetersiz oluşu :
- Bazı kurumlara ölçülmeden su verilmesi :

6 – Çevrenin kirlenmesi ile suların kirlenmesinde etkili olan faktörler hangileridir?

- Yerleşim merkezleri artıkları neticesinde kirlenme :
- Sanayi artıklarının sebep olduğu kirlenme :
- Zirai kirleticiler :
- Diğer kirleticiler :

7 – Şebeke borularının erken yıpranmalarının nedenleri nelerdir?

8 – Özel su deposu kullanılmasının sakıncaları nelerdir?

9 – Sizce Belediyenin alt yapı tesislerinin yapım ve öncelik sırası hangisidir?