



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



## SU TEMİNİ ve UZAKLAŞTIRMA ESASLARI I

### ..... İLİ ..... İLÇESİ İSALE HATTI PROJESİ

**Hazırlayan**  
Öğrencinin numarası isim-soyisim

SAMSUN  
20...

## **ÖZET**

Bu kısımda projenin yapıldığı bölge, hizmet yılı, su kaynağı vb. bilgiler verilmelidir.

## **KISALTMALAR**

## **TABLO DİZİNİ**

Tablo 1. Nüfusa göre ortalama evsel su tüketimleri.....	5
Tablo 2. Hayvan türüne göre birim su tüketimi .....	5
Tablo 3. Özel su tüketim değerleri .....	6

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. Yıllara göre nüfus değerleri .....	4
Şekil 2. Piyozometre çizgisi ile maksimum eğim çizgisinin mukayesesi .....	8

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
KISALTMALAR .....	II
TABLO DİZİNİ .....	III
ŞEKİL DİZİNİ .....	IV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Kapsam .....	1
2. MEVCUT DURUM.....	1
2.1. Proje Süresi (İnşaat Süresi, Hizmet Süresi vb.).....	1
2.2. Bölgeye Ait Veriler .....	1
2.2.1. Bölgeye Ait Genel Bilgiler.....	1
2.2.2. Nüfus ve Nüfus Yapısı .....	1
2.2.3. Topoğrafik Yapı ve Genel Jeoloji.....	1
2.2.4. Meteoroloji ve Yağış Bilgileri.....	1
2.2.5. Ekonomik ve Sosyal Yapı .....	1
2.2.6. Su Kaynağı Seçimi ve Tanıtımı .....	1
3. NÜFUS VE DEBİ HESAPLARI.....	2
3.1. Geleceğe Yönelik Uygun Nüfus Tahminin Yapılması .....	2
3.1.1. İller Bankası Metodu.....	2
3.1.2. Seçilecek Diğer Metot.....	2
3.1.3. Nüfus Tahmin Hesaplarının Karşılaştırılması .....	4
3.2. Debi Hesapları .....	4
3.2.1. Evsel, Ticaret, Endüstri ve Hizmet Kaynaklı Debi Hesabı .....	5
3.2.3. Özel Tüketim Kaynaklı Debi Hesabı .....	6
4. İSALE HATTI PROJELENDİRME.....	6
EK I TEKNİK ÇİZİMLER.....	10
KAYNAKÇA .....	10

# **1. GİRİŞ**

## **1.1.Amaç**

## **1.2.Kapsam**

# **2. MEVCUT DURUM**

## **2.1.Proje Süresi (İnşaat Süresi, Hizmet Süresi vb.)**

Arıtma tesisleri genelde 5 yıllık (daha kısa olabilir) projelendirme ve inşaat süresinin ardından 30 yıl hizmet verecek şekilde tasarlanır. Bu kısımda yapılacak kabuller; projelendirme, inşaat ve hizmet süreleri ile bu sürelerle tekabül eden yılları içermelidir.

## **2.2.Bölgeye Ait Veriler**

### **2.2.1. Bölgeye Ait Genel Bilgiler**

Verilen bilgilerin projede karşılığı olması gerekmektedir. Projeye etki etmeyecek bilgiye yer verilmemelidir.

### **2.2.2. Nüfus ve Nüfus Yapısı**

Geçmiş ve şimdiki nüfus sayım sonuçları ve dağılımlarına (kadın-erkek, genç-yaşlı vb.) ait verileri içermelidir. Verilen sayılar, tablolar, grafikler vb. mutlaka yazılı ifadelerle değerlendirip yorumlayarak desteklenmelidir.

### **2.2.3. Topoğrafik Yapı ve Genel Jeoloji**

Bölgeye ait zemin özellikleri, yer altı su seviyesi vb. bilgiler verilmelidir. Verilen bilgi yorumlanmalı ve projede ne gibi etkileri olacağını açıklanmalıdır.

### **2.2.4. Meteoroloji ve Yağış Bilgileri**

İklim özellikleri başta olmak üzere yıllık ortalama sıcaklık don görülme durumu mutlaka belirtilmelidir. Verilen bilgi yorumlanmalı ve projede ne gibi etkileri olacağını açıklanmalıdır.

### **2.2.5. Ekonomik ve Sosyal Yapı**

Burada verilen bilgiler özellikle nüfus projeksiyonunda yapılacak seçimi ve debi hesaplarında önemli olacaktır. Sanayi üretimi, tarım, hayvancılık, turizm gibi başlıca sektörler için mevcut durum değerlendirmesi yapılmalıdır. Planlanan yatırımlar ve bölgenin öne çıkan özellikleri ele alınmalıdır. Ayrıca bölgede yaşayan insanların gelir düzeyi ve alışkanları da su tüketimi üzerinde doğrudan etkili olduğundan konu ile ilgili bilgi verilmelidir. Verilen bilgi yorumlanmalı ve projede ne gibi etkileri olacağını açıklanmalıdır.

### 2.2.6. Su Kaynağı Seçimi ve Tanıtımı

Bölgede bulunan su kaynaklarının (nehir, göl, baraj gölü, yer altısuyu vb.) tamamı belirtilmelidir. Belirlenen su kaynağının seçilmesinde dikkat edilen hususlar belirtilmelidir.

## 3. NÜFUS VE DEBİ HESAPLARI

### 3.1. Geleceğe Yönelik Uygun Nüfus Tahminin Yapılması

Geçmiş ait nüfus sayımlarından en az 5 adet nüfus değeri alınarak, biri İller Bankası yöntemi olmak üzere diğer nüfus sayım metotlarından da birini seçip hesaplama yapılmalıdır.

#### 3.1.1. İller Bankası Metodu

$$p = \left[ \left( \frac{y_s}{y_i} \right)^{\frac{1}{(t_s - t_i)}} - 1 \right] * 100$$

$$y = y_s \left[ 1 + \left( \frac{p}{100} \right) \right]^{(t_g - t_s)}$$

Burada;

$y$  = Hesaplanacak olan nüfus değeri

$y_s$  = Son nüfus değeri

$p$  = Nüfus artış hızı

$y_i$  = İlk nüfus değeri

$t_s$  = Son nüfus sayım tarihi

$t_g$  = Hesaplanacak nüfusun tarihi

$t_i$  = İlk nüfus sayım tarihi

Yukarıdaki formüle göre hesaplanan  $p < 1$  ise  $p = 1$ ,  $1 < p < 3$  ise  $p$  bulunan değere eşit alınır ve  $p > 3$  ise  $p = 3$  alınır.

#### 3.1.2. Seçilecek Diğer Metot

##### Aritmetik Artış Metodu

$$y = y_s + [k_a * (t_g - t_s)]$$

$$k_a = \frac{y_s - y_i}{t_s - t_i}$$

Burada;

$y$  = Hesaplanacak olan nüfus değeri

$y_s$  = Son nüfus değeri



$k_a$  = Nüfus artış hızı

$y_i$  = İlk nüfus değeri

$t_s$  = Son nüfus sayım tarihi

$t_g$  = Hesaplanacak nüfusun tarihi

$t_i$  = İlk nüfus sayım tarihi

### Geometrik Artış Metodu

$$k_g = \frac{(\ln y_s - \ln y_i)}{(t_s - t_i)}$$

$$\log y = \log y_s + k_g * (t_g - t_s) \text{ ya da } y = y_s * e^{k_g(t_g - t_s)}$$

Burada;

$y$  = Hesaplanacak olan nüfus değeri

$y_s$  = Son nüfus değeri

$k_g$  = Nüfus artış hızı

$y_i$  = İlk nüfus değeri

$t_s$  = Son nüfus sayım tarihi

$t_g$  = Hesaplanacak nüfusun tarihi

$t_i$  = İlk nüfus sayım tarihi

### Azalan Artış Metodu

$$\text{yoğunluk} = \frac{\text{Mevcut Nüfus}}{\text{Mevcut Yerleşim Alanı}}$$

$L$  = yoğunluk x maksimum yerleşim alanı

$$k_d = \frac{-\ln \left[ \frac{(L - y_s)}{(L - y_i)} \right]}{(t_s - t_i)}$$

$$y = y_s + (L - y_i) * e^{k_d(t_g - t_s)}$$

Burada;

$y$  = Hesaplanacak olan nüfus değeri

$y_s$  = Son nüfus değeri

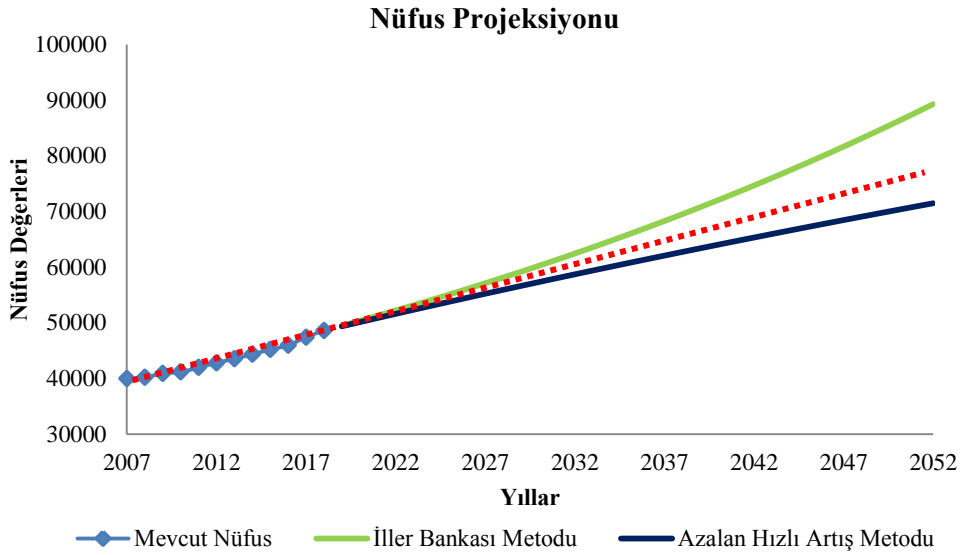
$k_d$  = Nüfus artış hızı

$y_i$  = İlk nüfus değeri

$t_s$  = Son nüfus sayım tarihi  
 $t_g$  = Hesaplanacak nüfusun tarihi  
 $t_i$  = İlk nüfus sayım tarihi  
 $L$  = Doygunluk Değeri

### 3.1.3. Nüfus Tahmin Hesaplarının Karşılaştırılması

Hesaplanan değerler ile geçmiş nüfus sayımlarından elde edilen değerler bir grafik üzerinde gösterilmelidir. Hesaplanan iki metot arasından seçim yapılırken ilk ve en önemli kriter geçmiş trende uygun metodun seçimidir. Ancak eğer bölgenin nüfus artış durumunu etkileyecek önemli bilgiler varsa (bölgeye yapılacak yatırımlar vb.) bunlar da mutlaka yorumlanarak iki metot arasından uygun olanı seçilmelidir. Şekil 1.'de geçmiş nüfus sayımı, ve nüfus projeksiyonları ile elde edilen değerler gösterilmiştir.



Şekil 1. Yıllara göre nüfus değerleri

### 3.2. Debi Hesapları

Debi hesaplamalarında en geçerli yöntem mevcut verilerin belirlenmesi ve bunlar üzerinden hesaplamalara devam edilmesidir. Faaliyette olan içme suyu arıtma tesisini varsa, arıtılıp sisteme verilen su miktarı ile konut, hizmet sanayi vb. tüketimlerin abonelerin sayaçlarından toplanan verilerden yola çıkarak belirlenmesidir. Bu metot ile kayıp ve kaçak oranının da doğru şekilde tespit edilmesi mümkündür. Ancak veri kaydı olmayan veya ölçüm imkanı olmadığı durumlarda verilen aralıklardan uygun değerler seçilerek debi hesaplaması yapılabilir. Bu bölümde yapılacak tüm kabuller başlangıçta verilen bölgeye ait bilgilere dayandırılarak yapılmalıdır. Evsel, ticaret, endüstri, hizmet, hayvan, özel tüketimler ve kayıp-kaçakların dahil edilmesiyle toplam su tüketimi tespit edilir. Bu değer proje debisi olarak kullanılabilir.

### 3.2.1. Eysel, Ticaret, Endüstri ve Hizmet Kaynaklı Debi Hesabı

Tablo 1.'de nüfusa göre kişi başı ortalama günlük su tüketimleri verilmiştir.

**Tablo 1. Nüfusa göre ortalama evsel su tüketimleri**

Kentin Nüfusu (N) (Kişi)	Ortalama Eysel Su İhtiyacı ( $q_{evsel}$ ) (L/kişi/gün)
$\leq 50.000$	80 - 100
$50.000 < N \leq 100.000$	100 - 120
$N > 100.000$	120 - 140

Kişi başı tüketimler başlangıç yılından itibaren belirli bir oranda artış göstermektedir. Bu amaçla kabul edilen kişi başı su tüketim değeri projeksiyon süresi boyunca % 1'den başlayarak % 0,5 ile biten bir artış ile hesaplamalara dahil edilmedir.

Kayıp-kaçak ve geri dönüşü olmayan su miktarının belirlenmesinde durum tespiti yapılarak ilgili yönetmeliğe uyacak şekilde hesaplama yapılmalıdır. Özellikle eski yerleşim yerlerinde kayıp-kaçak değerleri çok yüksek olabilmektedir. Ancak yeni inşa edilen bir şebeke sisteminde % 10 - 20 civarı olması beklenmektedir. İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik 30874 sayılı ve 31 Ağustos 2019 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Buna göre, büyükşehir ve il belediyeleri su kayıplarını 2023 yılına kadar en fazla %30, 2028 yılına kadar ise en fazla %25 düzeyine; diğer belediyeler su kayıplarını 2023 yılına kadar en fazla %35, 2028 yılına kadar en fazla %30, 2033 yılına kadar ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlü hale gelmişlerdir.

Kişi başı tüketimlerin o yılın nüfusu ile çarpılmasıyla evsel su tüketimi bulunur. Kayıp kaçakların eklenmesiyle elde edilen brüt evsel su tüketimi üzerinden, ticaret, endüstri ve hizmet sektörü su ihtiyacı için brüt evsel tüketimin % 10 - 25 arası olduğu kabul edilebilir.

### 3.2.2. Hayvancılık Kaynaklı Debi Hesabı

Bölgede bulunan hayvancılık faaliyetlerini dikkate alarak hesap yapılmalıdır. Hayvancılık çok gelişmiş ise kabul yapılırken sadece bölge nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamının ötesinde bir faaliyet olduğu bilinmeli ve buna göre seçim yapılmalıdır. Tablo 2.'de beslenen hayvan türüne ait günlük su tüketimi değerleri verilmektedir.

**Tablo 2. Hayvan türüne göre birim su tüketimi**

Hayvan Türü	Tüketim (L/adet/gün)
Büyükbaş	50
Küçükbaş	15
Tavuk-Ördek-Hindi	0,25

### 3.2.3. Özel Tüketim Kaynaklı Debi Hesabı

Evsel, ticari, endüstri, hizmet ve hayvancılık dışında özel tesislerden ve faaliyetlerden kaynaklanan su tüketimleri de oluşmaktadır. Tablo 3.'de özel tüketimlere ait veriler verilmiştir.

**Tablo 3. Özel su tüketim değerleri**

Tesis	Tüketim (l/gün)
Havaalanı (kişi başı)	10 - 20
Hamam (kişi başı)	100
Pansiyoner (kişi başı)	190
Fabrika işçisi (kişi başı)	100
Otel (yatak başı)	250-600
Hastane (yatak başı)	250-600
Çamaşırhane	60 l/yıkama
Restoran (tuvaletli) (kişi başı)	25
Restoran (tuvaletsiz) (kişi başı)	10
Yatılı okul (öğrenci başı)	150
Okul (yemekhane, spor salonu ve duşu olan) (öğrenci başı)	95
Okul (yemekhane olan) (öğrenci başı)	75
Okul (öğrenci başı)	25
Kışla asker başına (asker başı)	100
Yüzme havuzu l/m <sup>2</sup>	500
Sinema-Tiyatro (koltuk başı)	20
Günlük işçi (kişi başı)	60
Yıkama istasyonu (araç başı)	50
Mezbahada kesilen b.baş hayvan	300-400
Mezbahada kesilen k.baş hayvan	150-300

## 4. İSALE HATTI PROJELENDİRME

İsale hatları hesaplamalarında maksimum günlük debi esas alınarak ihtiyaç debisi belirlenir. Önceki bölümde hesaplanan toplam debi ortalama debiyi göstermektedir. Maksimum debi ise ortalama debinin 1,5 katı olarak alınabilir.

$$q_{maks} = 1,5 \cdot q_{ort}$$

Yerleşim yerine iletilecek günlük toplam debi ihtiyaç debisi olarak ifade edilir. Hesaplanan ihtiyaç debisi cazibeli iletim hatlarında ve 24 saat çalışan terfili hatlarda isale debisine eşit alınır.

$$Q_{iht} = \frac{1,5 \cdot q_{ort} \cdot N}{86400} = \frac{q_{maks} \cdot N}{86400}$$

İsale hatlarında daire kesitli borular kullanılır ve tam dolu akış prensibi ile işletilir. Çapın belirlenmesi için uygun bir hız tahmini yapılır ve çap aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$$A = \frac{Q}{V} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

Boruların piyasada genellikle 80, 100, 125, 150, 200 (+50) mm olarak üretildiği dikkate alınmalıdır. Boru içindeki hız aralığı 0,8 -1,2 m/s aralığında olması istenir, ancak özel durumlarda 0,6 -1,8 m/s aralığına kadar müsaade edilir. İsale hatlarında font, çelik, HDPE vb. malzemelerden üretilmiş borular kullanılır. Kullanılan boru malzemesinin bir özelliği olarak iletim esnasında yük kaybı oluşmaktadır. Sürekli yük kayıplarının belirlenmesinde *Darcy - Weisbach* ifadesinden yararlanır. Buna göre hidrolik eğim;

$$J = \frac{\lambda \cdot V^2}{D \cdot 2g}$$

Burada;

$J$  = Hidrolik Eğim, (m/m)

$g$  = Yer Çekimi İvmesi, (m/s<sup>2</sup>)

$D$  =Boru Çapı, (m)

$V$  =Borudaki Hız, (m/s)

$\lambda$  =Boru cidarındaki püzlülük katsayısı

$$h_k = J \cdot L$$

$h_k$  =Yük Kaybı, (m)

$L$  =Boru Boyu, (m)

Terfili isale hatlarında boru çapı seçiminde ekonomik analize dayalı bir hesaplama yapmak gerekir. Düşük çaplı boru ekonomik olmasına rağmen boruda yüksek hız oluşacak ve bu da yüksek yük kaybına neden olacaktır. Bu durum pompa basma yüksekliğini dolayısı ile seçilecek pompa gücünü artırır ve ilk yatırım maliyetinin yükselmesine neden olur. Ayrıca işletme esnasında da yüksek yük kaybı ve yüksek motor gücü nedeniyle elektrik sarfiyatı artar ve işletme maliyeti yükselir. Bu durumda seçilecek boru çapı aşağıdaki ifadeden yararlanılarak bulunabilir.

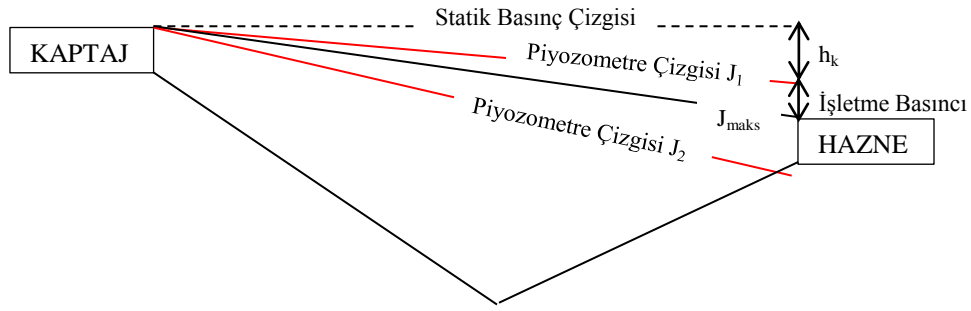
$$D_{eko} = 1,5 \cdot \sqrt{Q}$$

Burada;

$$Q = \text{Debi, (m}^3/\text{s)}$$

$$D_{eko} = \text{Ekonomik Boru Çapı, (m)}$$

Hidrolik eğim aynı zamanda piyozometre çizgisinin eğimidir ve bu değer suyun akış rotasında (kaptajdan hazneye) bulunan eğimden mutlaka küçük olmalıdır. Şekil 2.'de iki farklı piyozometre çizgisinin maksimum eğime göre durumu gösterilmiştir.  $J_2 > J_{maks} > J_1$  iken ancak  $J_1$  durumunda cazibeli akım gerçekleşir. Bu şartı sağlamak için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Buna rağmen eğim şartı sağlanamıyorsa ya da arazi yapısı gereği suyun düşük kottan yüksek kota iletilmesi gerektiği durumda terfilî iletim mümkün olmaktadır.



Şekil 2. Piyozometre çizgisi ile maksimum eğim çizgisinin mukayesesi

İstenen yüksekliğe suyu iletebilecek pompa gücü aşağıdaki bağıntıdan elde edilir.

$$N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_t}{102 \cdot \eta}$$

Burada;

$$N = \text{Pompa Gücü, (watt)}$$

$$\gamma = \text{Suyun Özgül Ağırlığı, (kg/m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debi, (m}^3/\text{s)}$$

$$H_t = \text{Toplam Terfi Yüksekliği, (m)}$$

$$\eta = \text{Pompa Verimi}$$

Boru tipine göre sistemin işletme basınçları değişiklik gösterebilir, proje kapsamında kullanılan font borular için  $(P/\gamma)_{min} = 3 \text{ mss}$  ,  $(P/\gamma)_{maks} = 120 \text{ mss}$  alınabilir. Maksimum basıncın aşılacağı noktada maslak veya kat haznesi koyarak basınç düşürülebilir. Ayrıca arazi üzerinde tepe geçişlerinde ve hazne girişinde 2 - 5 m civarında minimum işletme basınç şartı istenmektedir. Hazne girişinde basınç bu değer üzerinde ise basınç kırıcı

vanalarla kırılmalıdır. Herhangi bir noktadaki piyozometre kotu, statik basınç, yük kaybı ve işletme basıncı arasında aşağıdaki bağıntılar kullanılabilir.

$$\text{Piyozometre Kotu} = \text{Statik Kot} - \text{Yük Kaybı}$$

$$\text{Statik Basınç} = \text{Statik Kot} - \text{Boru Eksen Kotu}$$

$$\text{İşletme Basıncı} = \text{Piyozometre Kotu} - \text{Boru Eksen Kotu}$$

$$\text{Boru Eksen Kotu} = \text{Zemin Kotu} - \text{Kazı Derinliği}$$

$$\text{Boru Taban Kotu} = \text{Boru Eksen Kotu} - \text{Çap}$$

İsale hattı yerleşim yerinin kotlarına bağlı olarak konumlandırılır. Hazne kotunun belirlenmesi ile yeri de belirlenmiş olur. Hazne kotunun hesabı için aşağıdaki bağıntı kullanılabilir.

$$\text{Hazne Kotu} = \text{Son Kot} + \left(\frac{P}{\gamma}\right)_{\min} + \text{Toplam } h_k + \text{Haznedeki Su Yüksekliği}$$

## **EK I TEKNİK ÇİZİMLER**

Projede isale hattı planı, boykesit ve şematik profil olmak üzere üç teknik çizim yapılacaktır. Çizimler teknik resim kurallarına uygun olarak el ile ya da AUTOCAD programında yapılabilir.

## **KAYNAKÇA**

Muslu, Y. (2008). *Çözümlü problemlerle su temini ve çevre sağlığı*. Su Vakfı.

Samsunlu, A. (1997). *Su getirme ve kanalizasyon yapılarının projelendirilmesi*. Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi yayınları.

Şekerdağ, N. (2011). *Su getirme ve kanalizasyon problemleri*. Nobel Yayıncılık.

Topacık, D., & Eroğlu, V. (1993). *Su temini ve atıksu uzaklaştırılması uygulamaları*. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Türkdoğan, F. İ., & Yetilmezsoy, K. (2004). *Su getirme ve kanalizasyon uygulamaları*. Su Vakfı Yayınları.