



# Denizli İli İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısının Tarihsel Gelişimi

Kentsel Dönüşüm Ana Bilim Dalı  
Bitirme Projesi

Nevin ÖZAN ÇAKMAKOĞLU

Proje Danışmanı: Prof. Dr. Gökçen BOMBAR

Aralık 2022

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi **Nevin ÖZAN ÇAKMAKOĞLU** tarafından hazırlanan **Denizli İli İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısının Tarihsel Gelişimi** başlıklı bu çalışma tarafımızca okunmuş olup, yapılan savunma sınavı sonucunda kapsam ve nitelik açısından başarılı bulunarak jürimiz tarafından BİTİRME PROJESİ olarak kabul edilmiştir.

**ONAYLAYANLAR:**

**Proje Danışmanı: Prof. Dr. Gökçen BOMBAR**  
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

**Son Teslim Tarihi: 23.12.2022**

# Yazarlık Beyanı

Ben, **Nevin ÖZAN ÇAKMAKOĞLU** başlığı **Denizli İli İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısının Tarihsel Gelişimi** olan bu projemin ve projemin içinde sunulan bilgilerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim. Ayrıca:

- Bu çalışmanın bütünü veya esası bu üniversitede Yüksek Lisans derecesi elde etmek üzere çalıştığım süre içinde gerçekleştirilmiştir.
- Daha önce bu tezin herhangi bir kısmı başka bir derece veya yeterlik almak üzere bu üniversiteye veya başka bir kuruma sunulduysa bu açık biçimde ifade edilmiştir.
- Başkalarının yayımlanmış çalışmalarına başvurduğum durumlarda bu çalışmalara açık biçimde atıfta bulundum.
- Başkalarının çalışmalarından alıntıladığımda kaynağı her zaman belirttim. Tezin bu alıntılar dışında kalan kısmı tümüyle benim kendi çalışmamdır.
- Kayda değer yardım aldığım bütün kaynaklara teşekkür ettim.
- Tezde başkalarıyla birlikte gerçekleştirilen çalışmalar varsa onların katkısını ve kendi yaptıklarımı tam olarak açıkladım.

Tarih: 23.12.2022

---

# Denizli İli İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısının Tarihsel Gelişimi

## ÖZ

Denizli ili, Türkiye geneline bakıldığında nüfusun kalabalık ve kentleşmenin yoğun olduğu bir yerleşim yeridir. Önümüzdeki yıllarda halihazırda yoğun olan nüfusun gelişen sanayileşme ve turizm olanaklarına göre daha da yoğunlaşacağı öngörülmektedir.

Bölgede kalkolitik çağdan bu yana birçok antik metropol kent su kaynakları civarında kurulmuştur. Bu kaynaklardan yerleşim yerlerine doğru borulu hatlar, su köprüleri, dağıtım hazneleri gibi su kullanım teknolojisine yönelik tarihsel dönemin gelişmiş örneklerini görebilmek mümkündür. Modern dönemde ise isale hatları, depolar, pompa istasyonları gibi yakın dönem teknolojileriyle bu kaynaklar genişleyen kente ve daha kalabalık nüfusa su teminini sağlamak üzere kurulmuştur. Ancak nüfustaki büyümeye bağlı olarak bu mevcut sistemlerin en az kayıpla, en verimli şekilde kullanılması ve bununla birlikte su kaynakları üzerindeki baskıyı azaltmaya yönelik su duyarlı altyapı sistemlerinin kente entegre edilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** İçme suyu, kanalizasyon, Derindere, Gökpınar, sünger kent

# Historical Development of Potable Water and Sewerage Infrastructure in Denizli Province

## Abstract

Denizli province is a densely populated and urbanized settlement in Turkey. It is predicted that the population, which is already dense, will increase in the future due to the developing industrialization and tourism opportunities.

Since the Chalcolithic Age, many ancient metropolitan cities have been established around water resources in the region. From these sources to the settlements, it is possible to see the advanced examples of the historical water use technology such as pipelines, water bridges, distribution reservoirs. In the modern period, these sources established to provide water to the expanding and more populated city with the recent Technologies such as transmission lines, warehouses and pumping stations. However, depending on the population growth, these existing systems should be used in the most efficient way with the least loss, and water sensitive infrastructure systems should be integrated into the city to reduce the pressure on water resources.

**Keywords:** Potable water, sewerage, Derindere, Gökpınar, sponge city

# Teşekkür

Proje çalışmasına katkılarından dolayı Dilek ERCEDOĞAN VARDAR'a ve Berk ÇAKMAKOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

# İçindekiler

Yazarlık Beyanı .....	ii
Öz .....	iii
Abstract .....	iv
Teşekkür .....	v
Şekiller Listesi.....	viii
Tablolar Listesi.....	ix
Kısaltmalar Listesi .....	x
Semboller Listesi.....	xi
<b>1 Giriş .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Denizli İli Nüfusu, Jeolojisi ve Su Kaynakları.....</b>	<b>4</b>
2.1 Denizli İlinin Nüfus Özellikleri .....	4
2.2 Denizli İlinin Jeolojisi.....	5
2.3 Denizli İlinin Su Kaynakları .....	7
2.3.1 Yerüstü Suları .....	8
2.3.1.1 Akarsular .....	8
2.3.1.1.1 Büyük Menderes Nehri .....	8
2.3.1.1.2 Dalaman Çayı.....	9
2.3.1.1.3 Akçay .....	9
2.3.1.1.4 Bağnaz Çayı .....	9
2.3.1.1.5 Kufi Çayı.....	10
2.3.1.2 Doğal Göller, Göletler ve Rezervuarlar .....	10
2.3.1.2.1 Doğal Göller.....	10

2.3.1.2.1	Baraj ve Göletler .....	12
2.3.2	Yeraltı Suları.....	12
<b>3</b>	<b>İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı.....</b>	<b>13</b>
3.1	Tarihsel Dönemlerdeki İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı .....	13
3.2	Modern Dönemde İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı.....	17
3.2.1	Derindere Kaynağı.....	17
3.2.2	Gökpınar Kaynağı.....	18
3.2.3	Yeraltı Su Kaynakları .....	19
3.2.4	Mevcut Su Temin Sistemi .....	19
3.3	Gelecek Dönem İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı .....	21
3.3.1	İçme Suyu ve Altyapı Sistemlerinin İyileştirilmesi.....	22
3.3.2	İçme Suyu ve Altyapı Sistemlerinin Geliştirilmesi .....	23
3.3.2.1	Sünger Kent Modeli .....	23
3.3.2.2	İzmir Sünger Kent Örneği .....	25
<b>4</b>	<b>Sonuçlar.....</b>	<b>28</b>
	<b>Kaynaklar .....</b>	<b>30</b>
	<b>Özgeçmiş .....</b>	<b>32</b>



# Şekiller Listesi

Şekil 1.1	Dünya'daki su dağılımı .....	2
Şekil 2.1	Denizli ve çevresinin basitleştirilmiş jeoloji haritası. ....	7
Şekil 2.2	Honaz Havzasına ait jeoloji haritası.....	5
Şekil 3.1	Denizli ve çevresinin antik dönem yerleşim yerleri.....	14
Şekil 3.2	Hierapolis-Çaltılı hattı pişmiş toprak boru.....	14
Şekil 3.3	Sebastapolis sedde dipsavağı .....	16
Şekil 3.4	Gökpınar İçme Suyu Kaynağı .....	18
Şekil 3.5	SCADA sistemi arayüz ekran örneği .....	22
Şekil 3.6	Hatlar boyunca yerleştirilmiş ölçümlere ait ekipman örnekleri .....	23
Şekil 3.7	Sünger kent teknikleri .....	24
Şekil 3.8	Sünger kent master plan taslak çalışma örneği .....	25
Şekil 3.9	İzmir Sünger Kent Projesi yağmur suyu depoları. ....	26
Şekil 3.10	İzmir Sünger Kent Projesi yağmur bahçeleri örneği.....	27
Şekil 3.11	İzmir Sünger Kent Projesi alan düzenlemesi örnekleri.....	27

# Tablolar Listesi

Tablo 2.1	Denizli ili akarsularına ait uzunluk, debi ve kullanım amacı verileri .....	8
Tablo 2.2	Denizli ili sınırlarındaki baraj ve göletlere ait hacim, alan, su miktarı ve kullanım amacı verileri.....	12
Tablo 3.1	İçme suyu depoları ve su verilen mahalleler .....	20

# Kısaltmalar Listesi

TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SPÇ	Spiral Çelik Boru
PVC	Polivinil klorür
AÇB	Asbestli çimento boru

# Semboller Listesi

$\emptyset$  Yarı çap

# Bölüm 1

## Giriş

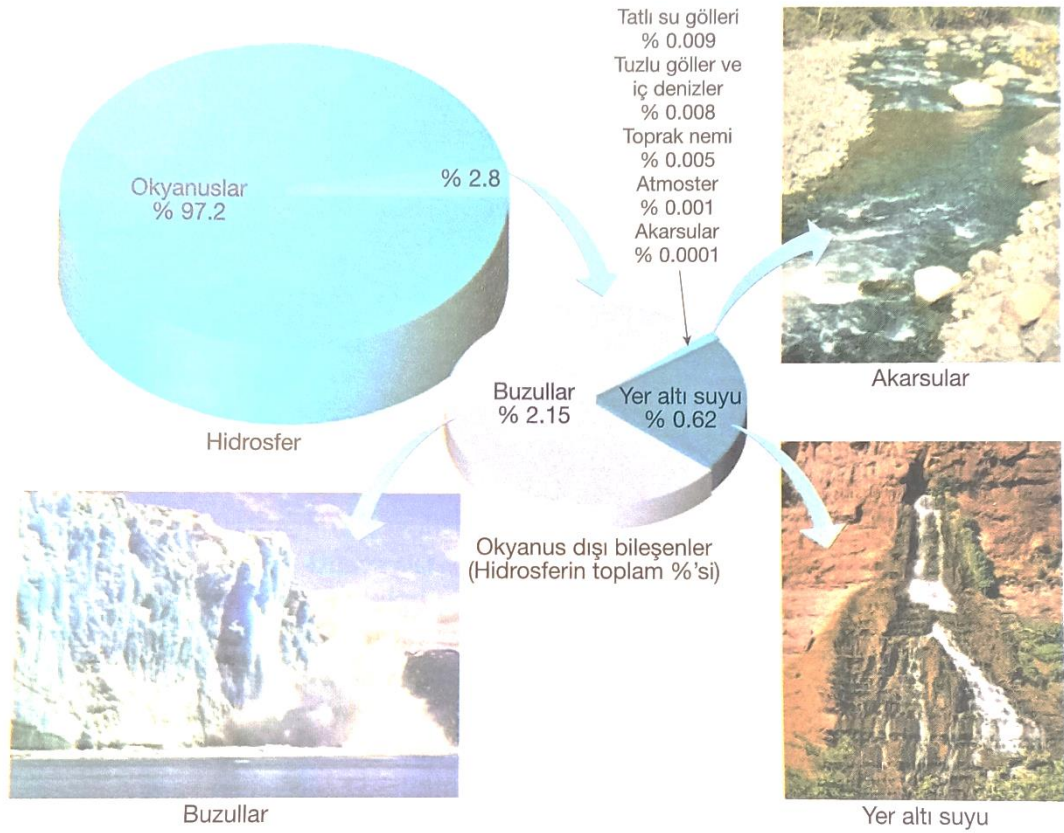
İnsanlık yerleşik hayata geçtiği günden bugüne, yaşam alanlarını düzenlemeye ve hayatlarını idame ettirmeye yarayacak gereksinimlerini, yaşadıkları bu alanlar etrafında planlamaya devam etmektedir. Başlangıçta, kaynaklara yakın yerleşim yerlerinin tercih edilmesi ve kısıtlı nüfus nedeniyle çok daha basit olan bu planlama, bugün artan nüfus ve buna bağlı olarak genişleyen yerleşim alanları nedeniyle çok daha karmaşık hale gelmiştir.

1950'lerin başlangıcında 2,5 milyar olan Dünya nüfusu bugüne gelindiğinde 8 milyar sınırını aşmıştır. Nüfusun çok hızlı bir şekilde büyümesine paralel olarak su, gıda, enerji gibi kaynakların kullanımı muazzam bir oranda artmış ve bugün Dünya ölçeğinde kaynakların çok daha planlı bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Benzer şekilde kaynak kullanımı sonrası açığa çıkan ve çevresel etkileri olabilecek atık ve/veya artıkların da bu planlamaya dahil edilmesi, mümkünse geri dönüştürülebilir sistemlerin acil bir şekilde uygulamaya sokulması tartışılmaya başlanmıştır.

Dolayısıyla bugünün yerleşim alanlarının kaynağa olan mesafesinin yanı sıra kullanımına ilişkin verimliliğin optimize edilmesi ihtiyacıyla özellikle yoğun kentleşmenin bulunduğu bölgelerde altyapı sistemlerinin çok daha planlı olması ihtiyacı doğmaktadır.

Bu altyapı sistemlerinin başında ise içme suyu ve kanalizasyon sistemleri gelmektedir. Çünkü su, tüm canlılar için olduğu gibi insanlık için birincil ihtiyaçtır. Yerküredeki su miktarının %97,2'si okyanuslarda, %2,15'i buzullarda yer aldığı düşünülürse sadece %0,62'lik kısmı yeraltı suyu ve %0,03'lük kısmı yüzey suları olarak bulunmaktadır [1], (bakınız Şekil 1.1). Dolayısıyla su kaynağı olarak

nitelendirilebilecek kolay ulaşılabilir ve içilebilir tatlı su miktarının oldukça sınırlı olduğu bilinmektedir.



Şekil 1.1: Dünya'daki su dağılımı [1].

Bu sınırlı durum Türkiye açısından da benzer şekildedir. Kişi başına düşen yıllık içilebilir ve kullanılabilir su miktarının, nüfus öngörülerine göre değerlendirilmesiyle birlikte 2030 yılında  $1.120 \text{ m}^3$  civarında olacağı düşünülmektedir [2]. Tüketilebilir kişi başı su miktarının  $1.000 \text{ m}^3$ 'ün altında olan ülkelerin önemli su sorunlarıyla karşılaşacağı uluslararası bir kabul olarak görülmektedir [3]. Dolayısıyla Türkiye, içilebilir ve kullanılabilir su kaynakları bakımından sınır değere çok yakın olan bir ülke konumundadır. Yeni su kaynaklarının geliştirilmemesi ve mevcut kaynakların en verimli şekilde kullanılmaması halinde ilerleyen yıllarda çok ciddi bir şekilde su sıkıntısıyla karşılaşılması olasıdır.

Bir yandan yeni su kaynaklarının geliştirilmesine ilişkin ulusal ölçekte çalışmalar yürütülürken, kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde ise yerel anlamda su

kullanımının iyileştirilmesi ve bu amaçla altyapı sistemlerinin en verimli hale getirilmesi zorunluluk haline gelmiştir.

Denizli ili, Türkiye geneline bakıldığında nüfusun kalabalık ve kentleşmenin yoğun olduğu bir yerleşim yeridir. Bu nedenle su kaynaklarının değerlendirilmesi bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada, Denizli ili içme suyu ve kanalizasyon altyapısının tarihsel gelişimi irdelenecek ve mevcut altyapı sistemlerinin iyileştirilmesi yönünde yapılacak faaliyetlere ön bilgi oluşturması sağlanacaktır.

## Bölüm 2

# Denizli İli Nüfusu, Jeolojisi ve Su Kaynakları

Bu bölümde, Denizli ilinin nüfus özellikleri, kentleşmenin mevcut coğrafi konumu ve yayılımı, kent çevresinin jeolojik özellikleri ile su kaynakları incelenecektir.

### 2.1 Denizli İlinin Nüfus Özellikleri

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından gerçekleştirilen 2021 yılına ait Nüfus ve Konut Sayımı sonuçlarında bakıldığında Türkiye genelindeki 84.680.273 kişilik nüfusun 1.051.056 kişilik bölümü Denizli ili sınırlarında yaşamaktadır ve bu toplam nüfusun %1,24'üne denk gelmektedir. İller arası dağılımda, en kalabalık 23. il olurken, nüfus yoğunluğu bakımından en yoğun 28. il olarak görülmektedir.

Nüfusun en yoğun olduğu ilçelere bakıldığında kilometrekareye düşen kişi sayısına göre 981 kişiyle Merkezefendi ilçesi ilk sırayı alırken, 422 kişiyle Pamukkale ikinci sırada yer alır. Zaten bu iki ilçe 677.072 kişilik nüfusıyla toplam nüfusun %64,4'lük kesimine yerleşim olanağı sunmaktadır. Kalan nüfus toplam 12.133 km<sup>2</sup>'lik il sınırlarına dağılmış haldedir.

Yıllık nüfus artış hızı il genelinde %0.97 olarak hesaplanmıştır. Nüfus artış hızının en yüksek olduğu ilçeler yine %2,46'lık oranıyla Merkezefendi ilçesi ve %1,46'lık oranıyla Pamukkale ilçesidir. Dolayısıyla önümüzdeki yıllarda halihazırda yoğun olan nüfusun gelişen sanayileşme ve turizm olanaklarına göre daha da yoğunlaşacağı öngörülmektedir.

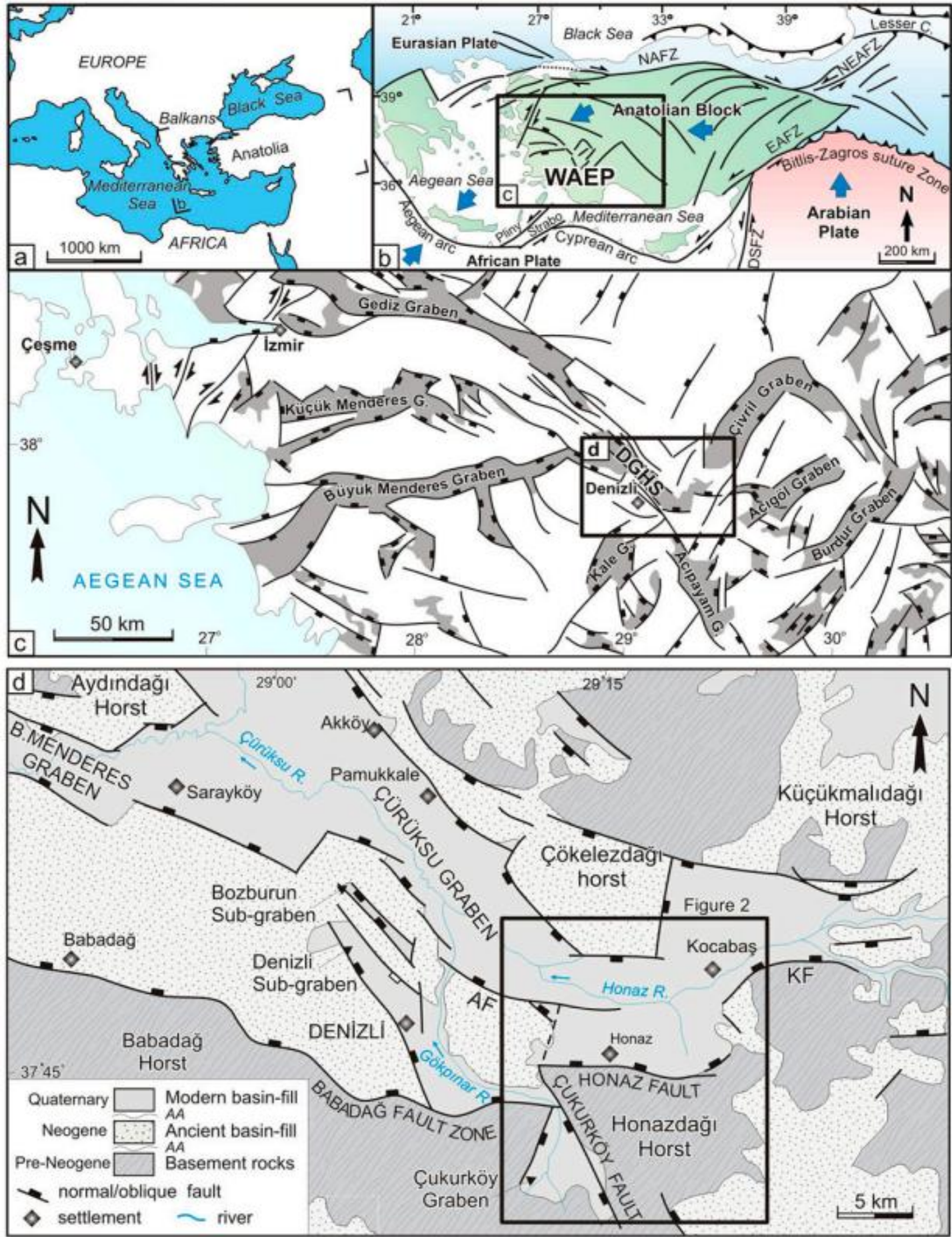


## 2.2 Denizli İlinin Jeolojisi

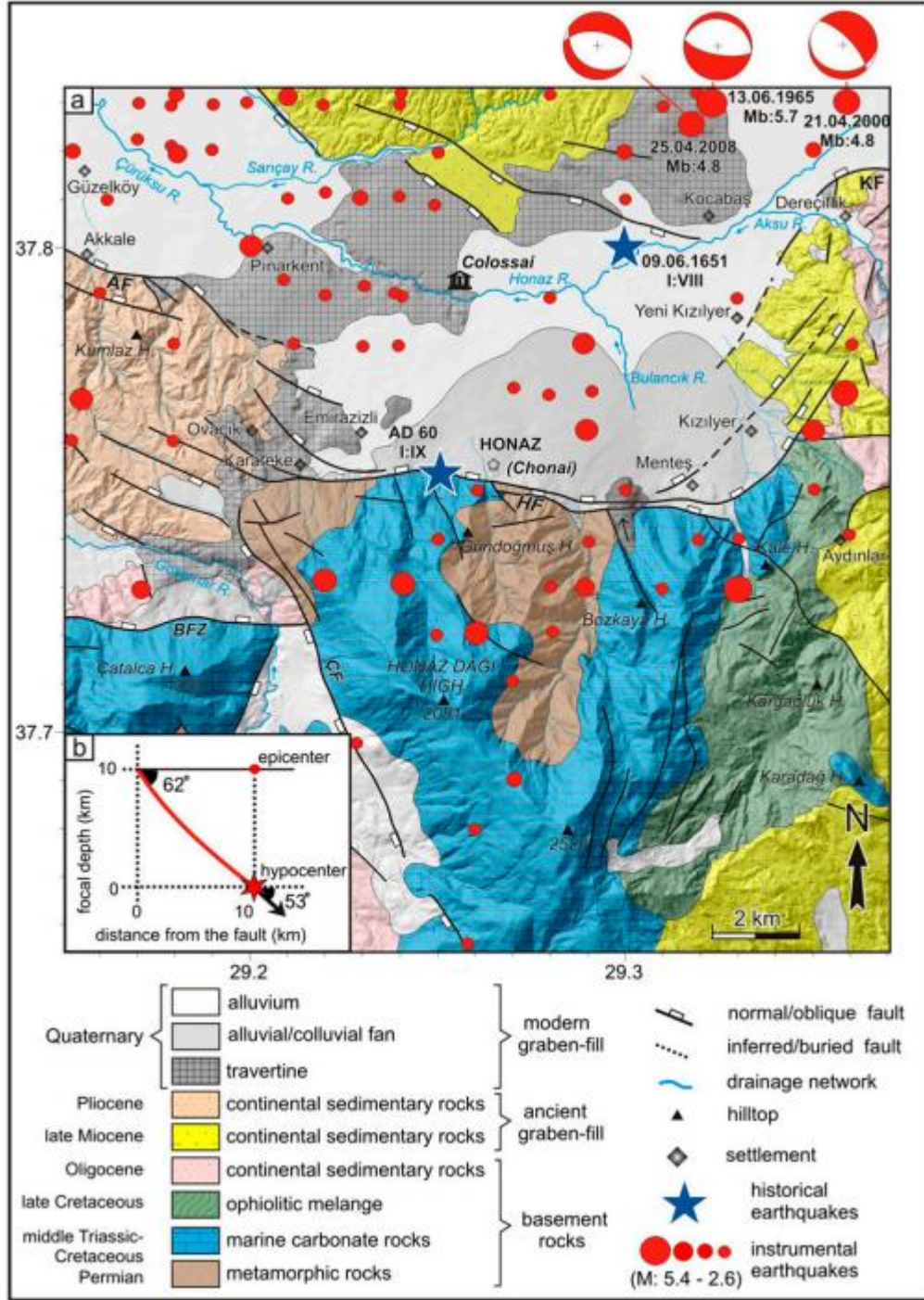
Denizli ili ve çevresinde Paleozoyik'ten Holosen'e kadar değişen yaşı aralığında kayaçlar yüzeylemektedir. Bölgenin temel kayalarını Menderes Masifi'nin çekirdeğini oluşturan Paleozoyik yaşlı ganyslar, örtü şist ve karbonat kayaları ile Likya Napları'na ait olan Mesozoyik yaşlı denizel karbonatlar ve ofiyolitik melanj oluşturur. Bu birimlerin üzerinde Oligosen yaşlı karasal sedimanter kayaçlar gözlenir. Tektonik rejimin değişimine ve deformasyon yapılarına bağlı olarak bu birimler üzerine gelen iki ayrı graben dolgusu tanımlanabilir. Eski graben dolgusu olarak nitelenen çökeller geç-orta-Miyosen – Orta Pliyosen yaşlı akarsu ve göl çökellerinden yapıldır. Güncel graben dolgusu olarak nitelenen çökeller ise alüvyal ve/veya kolüvyal yelpaze çökelleri, akarsu çökelleri ve travertenlerden yapılı çökel grubu olarak Neojen yaşlı eski graben dolgusunu uyumsuz şekilde üzerler. [4].

Kuvaterner yaşlı son tektonik dönemin ürünü olan bu güncel çökel dolgusu, Batı Anadolu Genişleme Bölgesi içerisinde yer alan aktif fayların denetiminde oluşmuştur (bakınız Şekil 2.1). Bu faylar boyunca yükselen topografya neticesinde oluşan drenaj ağları boyunca yerüstü (yüzey) sularının havzayı beslemesi ve fay zonları boyunca yeraltı sularının havzaya taşınması neticesinde Büyük Menderes Nehri ve onun üst havza kollarını oluşturan Honaz, Gökpınar, Çürüksü çayları gelişmiş, özellikle Denizli il merkezi civarındaki önemli yerüstü (yüzey) suyu kaynaklarını oluşturmuştur (bakınız Şekil 2.2). Yine benzer tektonik etkinlik sonucu oluşan diğer önemli yerüstü (yüzey) suyu kaynakları Dalaman, Akçay, Bağnaz ve Kufi çaylarıdır.

Aynı zamanda bölgede, Paleozoyik yaşlı mermerler, Mesozoyik yaşlı kireçtaşları, Tersiyer yaşlı birimlerin kumlu-çakıllı seviyeleri ile Kuvaterner yaşlı alüvyonun kumlu çakıllı seviyeleri akifer niteliği taşımaktadır. Bu birimlerde açılan kuyular yeraltı suyu kaynaklarını oluşturmuştur.



Şekil 2.1: a: Akdeniz coğrafyası, b: Doğu Akdeniz bölgesinin ana tektonik hatları, c: Denizli ve çevresinin graben-horst sistemlerini gösterir basitleştirilmiş jeoloji haritası, d: Denizli ili ve yakın civarının jeoloji haritası. [4].



Şekil 2.2: Honaz Havzasına ait jeoloji haritası. [4].

## 2.3 Denizli İlinin Su Kaynakları

Denizli ilinin su kaynakları ve potansiyeli, 3.188 hm<sup>3</sup>/yıl yerüstü suyu (il çıkışı toplam ortalama akım) ve 198 hm<sup>3</sup>/yıl yeraltı suyu (ildeki toplam emniyetli rezerv) olmak üzere toplam 3.386 hm<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır [5].

## 2.3.1 Yerüstü Suları

### 2.3.1.1 Akarsular

Denizli ili sınırları içerisinde yer alan akarsuların en önemlileri Büyük Menderes Nehri, Dalaman Çayı, Çürüksu Çayı, Akçay, Bağnaz Çayı ve Kufi Çayı'dır (bakınız Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Denizli ili akarsularına ait uzunluk, debi ve kullanım amacı verileri. [5].

AKARSU İSMİ	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m <sup>3</sup> /sn)	Kolu Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı
Büyük Menderes Nehri	529	194	44,32	-	Done Temini
Dalaman Çayı	201	81	17,37	Akdenize dökülür	Sulama+ İçme suyu+ Enerji (Akköprü Barajı)
Çürüksu Çayı	101	96	9,26	Büyük Menderes Nehri	Sulama
Akçay	157	70	17,37	Büyük Menderes Nehri	Enerji+Sulama (Kemer Barajı)
Bağnaz Çayı	170	13		Büyük Menderes Nehri	
Kufi Çayı	97	32	3,34	Büyük Menderes Nehri	Işıklı Gölünü besler

#### 2.3.1.1.1 Büyük Menderes Nehri

Toplam uzunluğu 529 km'dir. Denizli ili içindeki uzunluğu 194 km'dir. Debisi 44,32 m<sup>3</sup>/sn'dir. Dinar ilçesindeki "Su çıkan"dan çıkarak Dinar Ovası'na iner ve burada Düden adını alan kaynama suları ile beslenerek Başpınar Ovası boyunca uzanır. Bir kısmı sazlık ve bataklık olan Gökgöl'e ulaşır. Gölün çıkışında bu suya "Homa Suyu" (Akçay) katılır. Çivril'de Işıklı Barajı'ndan çıkarak Çivril, Çal ve Baklan Ovaları'nı geçerek, Çal ilçesinin doğusundan kuzeye dönerek Güney ilçesi sınırlarından içeri girer. Baklan Ovası'ndan sonra suyun ilk sokulduğu derince, sarp boğaza "Seyit Boğazı" denir. Çallılar'ın "Dere alanı" dedikleri vadinin uzunluğu 20 km'dir. Burada

Büyük Menderes çok dar boğaza girer. Büyük Sarıkaya kısığında 6-7 m yüksekten sut yapar. Bekilli'nin elektrik tesisi burada kurulmuştur. Büyük Menderes, Mandek Koyu yakınında Uşak'tan gelen Bağnaz Çayı'nı, Sarayköy yakınlarında Denizli'den gelen Çürüksü Çayı'nı da alarak Aydın sınırına girer ve Söke ilçesine bağlı Balat Koyu Dipburnu Mevkii'nde Ege Denizi'ne dökülür. [5].

#### 2.3.1.1.2 Dalaman Çayı

Uzunluğu 201 km, il içi uzunluğu 81 km, debisi 17,37 m<sup>3</sup>/sn'dir. Akarsu karstik kaynaklarla beslenir. İlk kuvvetli kaynaklarını Söğüt Gölü ve Dirmil Yaylaları tarafından alır. Gölhisar Ovası'nda birleşerek Dalaman Çayı'nı oluşturur. Acıpayam Ovası kenarından sonra, suyun içine sokulduğu Gireniz Boğazı'na girer. Girenez (Kelekçi) suyunu alır. Muğla-Köyceğiz sınırını geçerek Akdeniz'e dökülür. [5].

#### 2.3.1.1.3 Akçay

Uzunluğu 157 km, il içi uzunluğu 70 km, debisi 17,37 m<sup>3</sup>/sn'dir. Kaynağını Bozdağ ve Sandraz Dağları'ndan alır. Kızılcabölük yakınlarından çıkan Yenidere Çayı'nı da içine alarak sularını çoğaltır. Eskere Ovası ve Bozdoğan Ovası'nı sular. Bozdoğan Ovası, Büyük Menderes Ovası'na açılmadan önce biraz daralır. Buralara “donduran” denir. Su buralarda Bozdoğan Çayı adını alır. Üzerinde taşkından koruma, sulama ve elektrik üretimi amacıyla kurulmuş Kemer Barajı bulunur. [5].

#### 2.3.1.1.4 Bağnaz Çayı

Uzunluğu 170 km, il içi uzunluğu 13 km'dir. Murat Dağı'nın güneyinden doğar. Büyük Menderes'e katılmadan biraz yukarıda 50 m yükseklikten kuvvetli bir sut yapar. Güney'in elektriği bu su ile sağlanır. Bu çevrede küçük yan sularla bir çok değirmen döndüğünden Güneyli'ler buralara Değirmen Deresi de derler. Bu boğazda Çal yönünden Menderes'e açılan Kurudere'ye Cehennem Deresi de denir. [5].

### 2.3.1.1.5 Kufi ayı

Uzunluğu 97 km, il içi uzunluğu 32 km, debisi 3,34 m<sup>3</sup>/sn'dir. Buyk Menderes'e doklr. ivril'in apal Köyü'nün 5 km doğusunda başlar, Işıklı rezarvuvarında biter. [5].

### 2.3.1.2 Doğal Gller, Göletler ve Rezervuarlar

#### 2.3.1.2.1 Doğal Gller

Denizli'nin en büyük gl, bir kısmı Denizli sınırları içinde kalan Acı Gl'dr. Canlı yaşamayan gl suyundan sanayi tuzları (sodyum sülfat) retilmektedir. Tektonik oluşumlu bir gldr. Yzlm 41.34 km<sup>2</sup>'dir. ardak ilçesi ile Afyon-Dazkırı ilçesi arasındadır. Gölü, Söğüt Dağları'ndan inen sular besler. Acıtuz Gölü de denilen gln rakımı 836 m'dir. Burdur Gölü (854 m rakımlı) tarafından, Söğüt dağı diplerinden, bazen kıyının 1-2 m üstünden acımsı sular çıkar. Bu suların Burdur Gölü'nden geldiği sanılmaktadır. Acıtuz Gölü'nün suları çekilen yerlerinde ince ve bembeyaz tuz örtüsü kalır, bunu hayvanlar yalayarak ihtiyaçlarını giderirler. Göldeki tuz ile birleşik olarak potasyum, sodyum ve sülfat vardır. Bu maddeler gl kenarında kurulan işletmeler tarafından değerlendirilmektedir. [5].

Beylerli (altı) Gölü, Acıgöl'n 20 km güney batısındadır. Derinliği azdır. En derin yeri 4 m'dir. Yzlm 4,12 km<sup>2</sup>'dir. Denizden yüksekliği 850 m'dir. Gölü, Değirmen deresi ve Başpınar suları besler. Gençali Köyü, göldeki kamyş ve sazlıklardan yararlanır. Glde balık yetişmemekte ancak suluk bulunabilmektedir. [5].

Karagl'n yzlm 0,20 km, denizden yüksekliği 1250 m'dir. Akarsularla beslenen bir krater gldr. ambaşı Bozkurt ilçesinin üstünde, amlar arasında yer alan 3-4 glden oluşur ve suları tatlıdır. [5].

Süleymaniye Gölü'nün yzlm 1,05 km<sup>2</sup>, denizden yüksekliği 1150 m'dir. Buldan ilçesi sınırları içerisindeki Süleymaniye Yaylası'nda ve Sazak Düzlüğü'ndedir. Gln suları tatlıdır. evresi turistik bir kamp yeridir. Kara avcılığı yapılır. [5].

Işıklı Gölü'nün yüzölçümü 65.87 km<sup>2</sup>, denizden yüksekliği 814 m, en derin yeri 8 m'dir. Çivril ilçesindedir. Işıklı Suyu, Kufi Çayı gibi sularla beslenir. Suların kontrol altına alınması için Işıklı Barajı yapılmıştır. Suları tatlıdır ve içinde tatlı su balığı yaşar. Sularıyla Büyük Menderes'i Besler. [5].

Kartal Gölü ise Denizli ili, Beyağaç ilçesi'nin güneyindeki Çiçekbaba Dağı'nın zirvesinin kuzeye bakan yamacında yer alır. Denizden yüksekliği 1903 m'dir. Kartal Gölü ve çevresi Orman Bakanlığı Milli Parklar ve Yaban Hayatı Koruma Genel Müdürlüğü tarafından koruma altına alınmıştır. Türkiye'nin en yaşlı Karaçam ormanı buradadır. Ağaçların yaşları 850 ve 1300 yıl arasında değişmektedir. Kartal Gölü ve "Anıt Orman" civarı, bitki florası bakımından çok zengindir. Doğa bilimcilerin ilgi odağıdır. [5].

### 2.3.1.2.2 Baraj ve Göletler

Denizli ili sınırları içerisindeki barajlar Adıgüzel, Işıklı, Gökpınar, Cindere, Tavas-Yenidere ve göletler Tavas, Çardak Beylerli, Baklan Boğaziçi, Güney Çamrak olmak üzere toplam 10.203,30 hektarlık alanı kapsamaktadır (bakınız Tablo 2.2). [5].

Tablo 2.2: Denizli ili sınırlarındaki baraj ve göletlere ait hacim, alan, su miktarı ve kullanım amacı verileri. [5].

Göletin Adı	Tipi	Göl hacmi, hm <sup>3</sup>	Göl Alanı (net), ha	Sulama Alanı (net), ha	Yıllık Ortalama Çekilen Su Miktarı, (m <sup>3</sup> /yıl)	Kullanım Amacı
<b>İŞLETMEYE AÇILMIŞ BARAJLAR</b>						
Adıgüzel Barajı ve HES	Kil Çekirdekli Kaya Dolgu	1076	2600	78 060	709,7*10 <sup>6</sup>	Sulama, Taşkın Koruma, Enerji
Işıklı Depolaması	Toprak Dolgu	237,8	6400	5 824	155,46*10 <sup>6</sup>	Sulama
Gökpınar Vali Recep Yazıcıoğlu Barajı	Kil Çekirdekli Toprak Dolgu	27,72	195	5 824	45,22*10 <sup>6</sup>	Sulama, İçme-kullanma Suyu
Cindere Barajı ve HES	SSKD (Silindirle Sıkıştırılmış Katı Dolgu)	82	280	4 600	839*10 <sup>6</sup>	Sulama, Enerji
Tavas-Yenidere Barajı	Kil Çekirdekli Toprak Dolgu	65	650	7 000	87,8*10 <sup>6</sup>	Sulama
<b>İŞLETMEYE AÇILMIŞ GÖLETLER</b>						
Tavas Göleti	Kil Çekirdekli Toprak Dolgu	1,87	29,6	225	3,26*10 <sup>6</sup>	Sulama
Çardak Beylerli Göleti	Kil Çekirdekli Toprak Dolgu	3,24	20,3	762	6,30*10 <sup>6</sup>	Sulama
Baklan Boğaziçi Göleti	Kil Çekirdekli Kum – Çakıl - Kaya Dolgu	1,56	19,4	300	-	Sulama
Güney Çamrak Göleti	Kil çekirdekli kaya dolgu	0,468	9	91	-	Sulama

### 2.3.2 Yeraltı Suları

Denizli İli, yayla niteliğindeki yüksek çanak ova tabanlarında havza ve vadilerinde önemli miktarda yeraltı suyuna sahiptir. Ova ve havzaların yeraltı suyunun emniyetli rezerv durumuna ait hesaplamalara göre toplam 255,12 hm<sup>3</sup>/yıl yeraltı su kaynağı bulunmaktadır. Ovalara göre dağılımı ise; 78,82 hm<sup>3</sup>/yıl Acıpayam Ovası, 40 hm<sup>3</sup>/yıl Tavas Ovası, 5,8 hm<sup>3</sup>/yıl Çameli Ovası, 30 hm<sup>3</sup>/yıl Çivril-Baklan Ovası, 8 hm<sup>3</sup>/yıl Çardak Ovası, 90 hm<sup>3</sup>/yıl Kaklık-Yukarı Çürüksu Havzası (kaynaklar dahil) ve 2,5 hm<sup>3</sup>/yıl Sarayköy Ovası şeklindedir. [5].

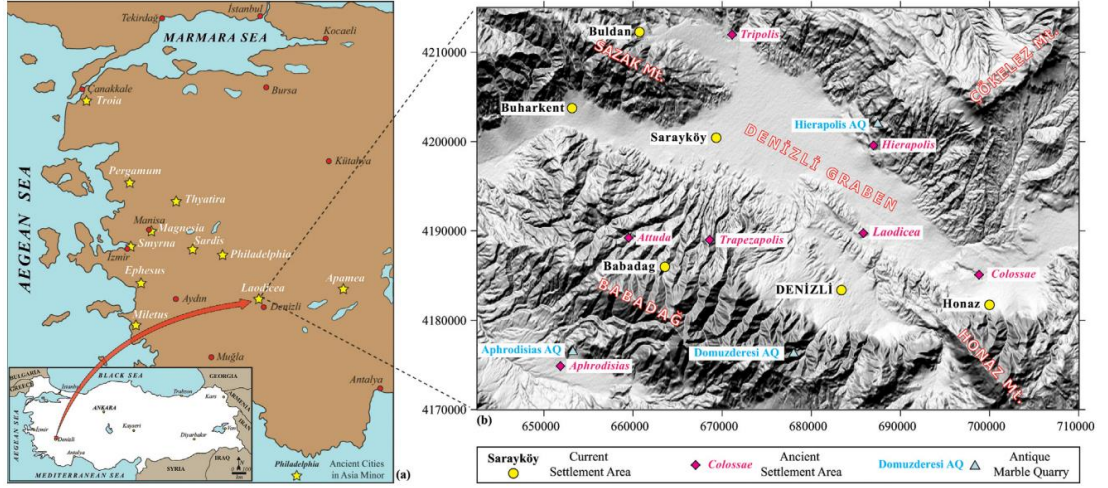


## Bölüm 3

# İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı

### 3.1 Tarihsel Dönemlerde İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı

Denizli yöresinde tarih öncesi kültürlere rastlanmaktadır. Özellikle kalkolitik çağdan bu yana Çivril yakınlarında bulunan ve kazısı yapılan Beycesultan Höyüğü ve çevresi en iyi örneği vermektedir. Hitit öncesi kültürler ile birlikte Hititler, Frigler, Lidyalılar ve Persler yöreye egemen olmuşlardır. Büyük İskender dönemiyle başlayan Helenizm devrinde Denizli çevresinde birçok metropol kent kurulmuştur (bakınız Şekil 3.1). Anadolu'nun Helenistik dönemi devletlerinden Bergama Krallığı tarafından M.Ö.190 yıllarında Hierapolis kenti kurulmuştur. Bugünkü eşsiz Pamukkale Hierapolis kentinin üzerinde bulunmaktadır. [6].



Şekil 3.1: a: Anadolu’da yer alan bazı önemli antik şehirlerin dağılımını gösterir sadeleştirilmiş harita, b: Denizli ve çevresinin dijital yükseklik modeli üzerinde işlenmiş antic ve modern dönem yerleşim yerleri. [7].

Hierapolis, 18 km’yi aşan toplam borulu hatları (bakınız Şekil 3.2), su köprüleri ve çağdaş düşünceli içmesuyu dağıtım haznesiyle eskil dünyanın en ilginç su iletim ve dağıtım sistemlerinden birini bünyesinde barındırmaktadır. 3 kaynaktan getirilmiş suyun 0,8 ila 3,1 m<sup>3</sup> /s arasında değişmiş olabileceği hesaplanmıştır [6].



Şekil 3.2: Hierapolis-Çaltılı hattı pişmiş toprak boru. [6].

Denizli il merkezinin bulunduğu yerlerde Diospolis, onun ardından Rhoas adlı kentlerin varlığından söz edilmektedir. Ancak yine de ilk belirgin yerleşim Kral 2.

Antiochus'un (M.Ö. 261-253) karısı Laodicia adına kurduğu yine aynı isimle anılan Laodicia kentindedir. Laodicia, Denizli'nin 6 km kuzeyinde Eskihisar Köyü dolaylarındadır. Türkiye'nin ikinci Efes'i olarak tanımlanıyor. Hristiyanlığın Anadolu'daki önemli 7 kilisesinden birine de sahip olan kentte yapılan kazılardan anlaşıldığına göre, onu savaşlar değil, deprem yıkmıştır. Denizli Laodikya Su Yolu, Efes'e giden suyollarından biridir. Uzunluğu 45 km'dir. Helenistik dönemde kente su iki sıra halinde döşenmiş olan kalın pişmiş toprak borularla taşınmış. Roma zamanında ise ters sifon yapan taş borular inşa edilmiştir. 40 m basınç altında çalışan yaklaşık 800 m'lik taş bloklar oyularak ve birbirine bitiştirilerek oluşturulmuş ters sifon, eskil dünyanın en ilginç yapılarından. Vadi bu şekilde birleşik kaplar yöntemine göre akılcı bir biçimde ve ekonomik olarak geçilmiştir. [6].

Sebastapolis eskil kentindeki ilginç su yapılarından biri de yaklaşık 680 m uzunluğa ulaşan seddedir. Bu seddenin bir biriktirme haznesi (rezervuar) olarak kullanıldığı açıktır (bakınız Şekil 3.3). Bu çalışmada Denizli ilinin güney batısında, Tavas ilçesinin Kızılca kasabası sınırları içinde bulunan Sebastapolis eskil kentindeki sedde incelenmiştir. Bugün bile Kızılca beldesine hizmet eden "Çaylakpınarı" eskil Sebastapolis'in içmesuyu kaynağını oluşturmuş, buradan derlenen 8-10 l/s mertebesindeki su Höyüktepe'deki kent merkezine galerilerle taşınmıştır. Bu arada kente getirilen suyun fazlası, civardaki bazı pınarlar ve yağmursuyunun Çalca mevkiinde bulunan 2 metre yüksekliğinde, iki dipsavağı bulunan bir sedde arkasında toplanarak gerek hayvanların su gereksinmesinin giderilmesi, gerekse sulamada kullanılmış olmalıdır [6].



Şekil 3.3: Sebastapolis sedde dipsavağı. [6].

Babadağ Herakliyası kentinde yapılan araştırmalar sonucunda eskil kentin suyunun, günümüzde de kullanılan galerilerle oluşturulan kısa bir geçgiyle ve dağdan (SalbakosBabadağ-) gelen suyla beslenen yeraltısuyundan sağlandığı düşünülmektedir. Kente 150 l/s ile 200 l/s arasında su getirilmiş olduğu hesaplanmıştır. Galerinin yer yer havalanmasını sağlayan bacalar beton koruma altına alınmıştır. [6].

Attuda ve Trapezopolis eskil kentlerinin su iletim dizgeleri kesin olarak belirlenememiş olmakla birlikte, her iki kentin su sağlanımının da Babadağ'daki (Salbakos) kaynaklardan sağlandığı biçimindedir. 600 m yükseltide, üstüne bugünkü Hisarköy beldesinin oturduğu Attuda'ya 10-20 l/s dolayındaki suyun, 1210 m yükseltideki İkizce kaynağından, 5,1 km lik bir geçgiyle ve büyük olasılıkla pişmiş toprak borular kullanılarak getirilmiş olabileceği düşünülmektedir. Trapezopolis kentinin suyu da Attuda'nınki gibi, Salbakos'un batı yüzündeki kaynakların derlenmesiyle, 1153 m yükseltideki kaynakların derlenmesiyle ve büyük olasılıkla Bolu Düzü diye adlandırılan 480 m yükseltideki düzlüğe getirilmiştir. Olası geçgi uzunluğu 10 km dolayındadır. [6].

Selçuklular ve Bizanslılar arasındaki savaşlar sonucu Laodikya yıkıma uğramıştır. Özellikle de suyolları bozulmaya başlanmıştır. Yerleşim 11. yüzyıldan başlayarak bol su kaynaklarının bulunduğu Denizli Ladik'e doğru yer değiştirmeye başlamıştır.

1702-1703'teki bir deprem sırasında kent büyük zarara uğramış ve daha sonra yeniden kurulmuştur. Denizli`de ilk Belediye teşkilatı 1876`da kurulmuştur. Bu tarihlerde Denizli, mülki bölünmede Aydın Livasına bağlı bir kaza merkezidir. 1883`te Sarayköy, Buldan ve Tavas İlçelerinin bağlanmasıyla "Sancak" haline getirilen Denizli, 1884`te Çal 1888`de Acıpayam ilçelerinin katılımıyla Aydın`a bağlı mutasarrıflık, Türkiye Cumhuriyeti`nin kuruluşuyla da il olmuştur. 1927`de yapılan ilk nüfus sayımına göre, il merkezinde 15.704 kişi sayılmıştır. Cumhuriyetten önce, Denizli bir köy karakteri gösteren bir kent idi. Şehirde belediye hizmetleri çok yetersizdi, Denizli, 1950 yılından sonra hızlı bir tempo ile büyümeye başlamıştır. Bu hızlı gelişmeyle birlikte altyapı ve benzeri hizmetlerde sorunlar yaşanmıştır. Ege kıyılarından iç kesimlere sokulan doğal bir yol üzerinde bulunan Denizli, özellikle 1950'li yıllarda karayollarının düzelmesinden sonra, bu konumunun ve çevresindeki tarım etkinliklerinin gelişmesi sonucu hızla kalabalıklaşmış ve 1950'de 22.000 olan nüfusu, aradan geçen 60 yıl içinde yaklaşık 25 kat artmıştır. Sanayisi, turizmi, ticareti ve hizmet sektörü çok gelişmiş olan Denizli, Türkiye'nin en kalkınmış kentlerinden biridir. [6].

## 3.2 Modern Dönemde İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı

Denizli'nin içme suyu kaynaklardan ve yeraltısuyu kuyularından sağlanmaktadır. Temin edilen su klorlandıktan sonra tüketime sunulmaktadır. İsale hatları, depolar, pompa istasyonları ve şebeke kentin ihtiyacına göre geliştirilmiştir. Büyükşehir nüfusunun tamamına sağlıklı ve yeterli içmesuyu sağlanmıştır. Ancak, dağıtım şebekesinin eski olmasından dolayı yüksek miktarda fiziksel kayıplar oluşmaktadır. Denizli'ye su sağlayan en büyük kaynaklar Gökpınar, Derindere, Yukarı Santral ve Başkarcı-İsrafil kaynaklarıdır. Bu kaynakların haricinde de irili ufaklı birçok kaynak şebeke ve depoları beslemektedir. [6].

### 3.2.1 Derindere Kaynağı

Derindere Kaynağı şehrin güneydoğusunda yer almaktadır. Kaynağın verimi mevsimsel olarak değişmekle birlikte, kaynaktan maksimum 328 l/s veya %80

kapasite ile 8.275.000 m<sup>3</sup> /yıl su almak mümkündür. Kaynak 615.00 m. kotundadır ve orman alanı içerisinde, bu nedenle çevresel etkilerden uzaktır. Çevre çiti ve diğer emniyet sistemleri ile girişler kontrol altına alınmıştır. Kaynaktaki yapı, vanalar ve kontrol mekanizması iyi durumdadır. [6].

### 3.2.2 Gökpınar Kaynağı

Gökpınar Kaynağı da Derindere Kaynağı gibi ve Derindere Kaynağı'ndan 1,5 km uzakta şehrin güney-doğu'sunda yer almaktadır (bakınız Şekil 3.4). Bu kaynaktaki mevsimsel değişimler göstermektedir. Kapasitesi, maksimum 773 l/s veya % 80 verimle 19.500.000 m<sup>3</sup> /yıl'dır. Kaynak 573.00 m. kotunda yer almaktadır. Kaynak Denizli-Muğla karayoluna çok yakın olduğu için yüksek kirlenme potansiyeli taşımaktadır. Etrafı tel çit ile çevrilerek giriş-çıkışlar kontrol altına alınmıştır. Ana isale hattı girişindeki klor binasından suya klor eklenmektedir. [6].



Şekil 3.4: Gökpınar İçme Suyu Kaynağı. [8].

### 3.2.3 Yeraltı Su Kaynakları

Denizli, hidrojeolojik açıdan yüksek yeraltı suyu potansiyeline sahip bir bölgede yer almaktadır. Denizli Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisinde İller Bankası, DSİ ve Belediye tarafından açılmış çok sayıda kuyu vardır. Bu kuyular birçok farklı bağlantı ile şehir şebeke ve depolarını beslemektedir. Kuyuların bir kısmı tüm yıl boyunca aktif biçimde çalıştırıldığı gibi, büyük bir kısmı da su talebinin artıp, kaynak debilerinin azaldığı yaz aylarında içmesuyu amaçlı kullanılmaktadır. Şehirdeki yeşil alanların sulanması için de bu kuyulardan faydalanılmaktadır. Tüm kuyuların içmesuyu depoları ile bağlantısı sağlanmıştır. Denizli kent merkezindeki faal kuyuların debileri toplamı 1271 l/s'dir. İçmesuyu kaynakları ve kuyulardan elde edilen toplam içmesuyu debisi 2751 l/s'dir. [6].

### 3.2.4 Mevcut Su Temin Sistemi

İsale hatları, depolar, pompa istasyonları ve şebeke kentin ihtiyacına göre geliştirilmiştir ve Belediye nüfusunun yaklaşık % 99'una sağlıklı ve yeterli içmesuyu sağlanmaktadır. Temin edilen su klorlandıktan sonra tüketime sunulmaktadır. Kaynaklardan alınan sular isale hatları ile cazibeli olarak depolara iletilmektedir. Ana isale hatları Derindere ve Gökpınar isale hattıdır. [6].

Derindere isale hattı Toplam uzunluk: 11.955 m Boru: Ø 500 mm AÇB + Ø 500 mm SPÇ (spiral çelik boru)

Gökpınar isale hattı Toplam uzunluk: 20.075 m Boru: Ø 600 mm çelik + Ø 1000 mm SPÇ (spiral çelik boru)

Denizli İçmesuyu Rehabilitasyon Projesi Fizibilite Raporu (2005)'na göre proje alanında 18 adet içmesuyu deposu olduğu ve hepsinin kullanıldığı belirtilmektedir (bakınız Tablo 3.1). İçmesuyu depolarının toplam kapasitesi 35.350 m<sup>3</sup> 'tür. Depoların tamamı gömme depo olarak tasarlanmıştır. [6].

Tablo 3.1: İçme suyu depoları ve su verilen mahalleler.

Depo İsmi	Depo Sayısı	Su Verilen Mahalleler
Çamlık	3	Çamlık, Kiremitçi, Karaman.
Kuruçay	2	Mehmetçik, Kuşpınar, Feslikan, Dükkanönü, Değirmenönü, Atalar, Kuyupınar, Delikliçınar, Altıntop, Yücebağ, Musa, Gürpınar, Günbattı, Saltak, Sırapapılar, Akkonak, İstiklal, Merkezefendi, Yeni Mahalle'nin bir kısmı.
Kiremitçi	1	Pelitlibağ, Gündoğdu, Hacıkapanlar, Hatipoğlu, Kayalık, Gürcan, Çaybaşı, Uçancıbaşı, Topraklık, Saraylar, Muraddede, Yeşilyurt, İlbadı, Bakırlı.
Hastane	1	Anafartalar, Dokuzkavaklar, Kirişhane, Sümer, Sevindik, Zafer.
Zeytinköy	1	Aktepe, Deliktaş Fatih, Cumhuriyet, Yeni Mahalle'nin bir kısmı, Yunus Emre
Benlipınar	1	Karşıyaka
Yenişehir	1	Yenişehir
Bahçelievler	4	Bahçelievler, Esentepe.
Şirinköy	1	1200 Evler.
Esnaf Sitesi	2	Yenişehir bölgesi.
Karşıyaka	1	Karşıyaka, Ankara Asfaltı, refüjlerin bir kısmı.

Denizli içmesuyu şebekesi toplam uzunluğu yaklaşık 1.822 km'dir. Şebeke font, PVC, AÇB ve çelik borulardan oluşmaktadır. Boru çapları Ø 60 - Ø 500 mm arasında değişmektedir. 1952 yılından başlayarak günümüze kadar değişik projeler ile Denizli ilinin su şebekesi geliştirilmiştir. [6].

- 1952-1958 Ø 60 - Ø 200 mm font
- 1975-1981 Ø 80 - Ø 500 mm AÇB
- 1976 Ø 80 - Ø 150 mm AÇB ve PVC
- 1980 Ø 100 - Ø 150 mm AÇB
- 1981-1982 Ø 100 - Ø 200 mm PVC
- 1992-1993 Ø 80 - Ø 150 mm

AÇB içmesuyu temin sistemine bağlı çalıştırılmakta olan 3 adet terfi merkezi mevcuttur. Ana terfi merkezleri haricinde sistemde su kaynağı olarak yeraltı suyu kullanılması nedeni ile her bir kuyudan su temin sistemine su basan muhtelif pompalar mevcuttur. [6].



Denizli Büyükşehir Belediyesi, Belediye Hizmetleri Projesi ve Belediye Hizmetleri Projesi II kapsamında İller Bankası A.Ş. aracılığıyla Dünya Bankası'ndan yaklaşık 63 milyon avro kredi temin etmiştir. Belediye Hizmetleri Projesi kapsamında Denizli il merkezinin en eski yerleşim bölgelerinde 5 ayrı ihale paketi halinde içme suyu, atık su ve yağmursuyu şebekeleri inşaatları tamamlanmıştır. Belediye Hizmetleri Projesi II kapsamında yaklaşık 121 km içme suyu şebekesi inşaatı planlanmış olup imalatlar başlamıştır. Aynı iş kapsamında içme suyu şebekesi üzerine şebekenin otomasyon sistemi ile yönetilmesini hedefleyen SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - Denetleme Kontrol ve Veri Toplama) sistemi yapım aşamasındadır. SCADA işi kapsamında; mekanik bileşenlerin rehabilitasyonu da dahil olmak üzere 57 depoda inşaat ve metal işleri (içmesuyu manevra odalarının tadilatı), 5 pompa istasyonu ve 2 hidroforda inşaat ve metal işleri, 27 derin kuyuda inşaat ve metal rehabilitasyon işleri, 33 derin kuyu binası inşaatı, pompa istasyonlarında, kuyularda, depolarda, kaynaklarda ve hidrofor setlerinde enstrümantasyon ve otomasyon sisteminin kurulumu işleri gerçekleştirilecektir. Belediye Hizmetleri Projelerinin ana hedefi içmesuyu şebekesindeki fiziksel kayıp ve kaçakların azaltılması, birleşik çalışan atıksu ve yağmursuyu drenaj sistemlerinin ayrıştırılmasıdır. [6].

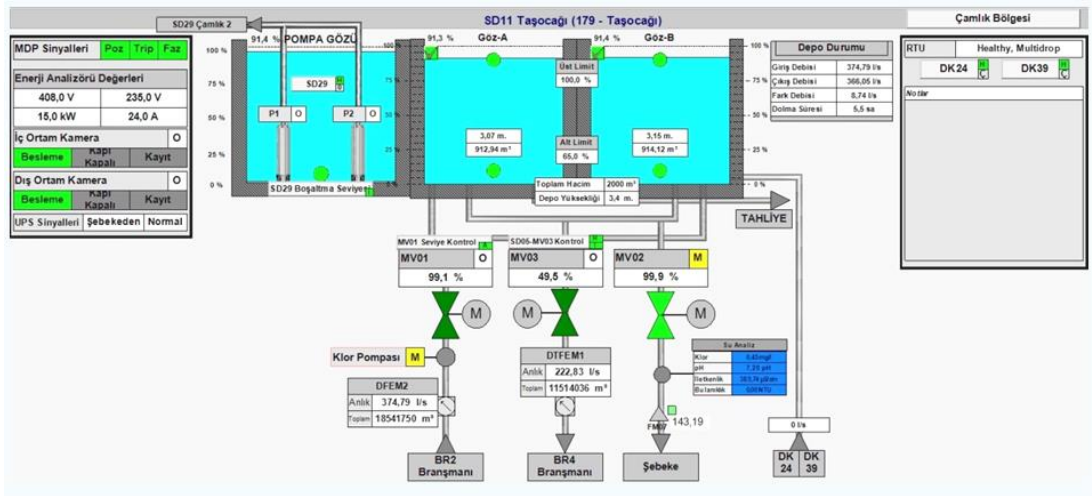
### 3.3 Gelecek Dönem İçme Suyu ve Kanalizasyon Altyapısı

Su sıkıntısının artan nüfusa ve yoğun kentleşmeye göre önemli noktalara varacağı öngörülürse, su kaynaklarının kullanımına ilişkin çalışmalar gelecek açısından büyük öneme sahiptir. Bu çalışmaları; mevcut su kaynaklarının korunması, kaynakların dağıtımını sırasındaki kayıpların en aza indirgenmesi, yeni su kaynaklarının ortaya çıkarılması ve kente düşen suyun geri dönüşümünün sağlanması şeklinde çok bileşenli olarak tanımlamak mümkündür.

Buna göre gelecek dönem içme suyu ve kanalizasyon altyapı sistemlerinin ayrıştırılması ve kendi içerisinde bir yandan iyileştirilmelere gidilmesi ve bir yandan da geliştirilmesi gerekmektedir.

### 3.3.1 İçme Suyu ve Altyapı Sistemlerinin İyileştirilmesi

Denizli'nin içmesuyu kaynaklardan ve yeraltısuyu kuyularından sağlanmaktadır. İsale hatları, depolar, pompa istasyonları ve şebeke kentin ihtiyacına göre geliştirilmiştir. Denizli'ye su sağlayan en büyük kaynaklar Gökpınar, Derindere, Yukarı Santral ve Başkarcı-İsrafil kaynakları olarak sıralanabilir. Bu kaynakların haricinde de irili ufaklı birçok kaynak şebeke ve depoları beslemektedir. Su kayıplarının değerlendirilebilmesi için periyodik ve güvenilir ölçümlere ihtiyaç vardır. Denizli'de içmesuyu şebeke kayıpları % 35-40 mertebesindedir. Özellikle yüksek basınçla çalışan şebekelerdeki kaybın yüksek değerlere ulaştığı ve bu bölgelerde sık sık arızalar meydana geldiği bilinmektedir. SCADA sistemi (bakınız Şekil 3.5) gelecekte su bütçesinin daha detaylı çıkarılabilmesine yardımcı olacak, hatlardaki ani basınç ve debi değişimleri izlenerek (bakınız Şekil 3.6) olası arızalara daha çabuk müdahale imkanı sağlanacaktır. [6].



Şekil 3.5: SCADA sistemiyle izlenen içme suyu deposunun arayüz ekran örneği. [9].



Şekil 3.6: Hatlar boyunca yerleştirilmiş ölçümlere ait ekipman örnekleri. [8].

Gelecek dönemde takip sistemlerinin verimli kullanılması ve olası arızaların erken tespit edilmesi, şebeke kaynaklı su kayıplarının önlenmesinde önemli rol oynayacaktır. Bunun sistemli bir şekilde sürdürülmesi kaynakların verimli kullanılması açısından büyük öneme sahiptir.

### 3.3.2 İçme Suyu ve Altyapı Sistemlerinin Geliştirilmesi

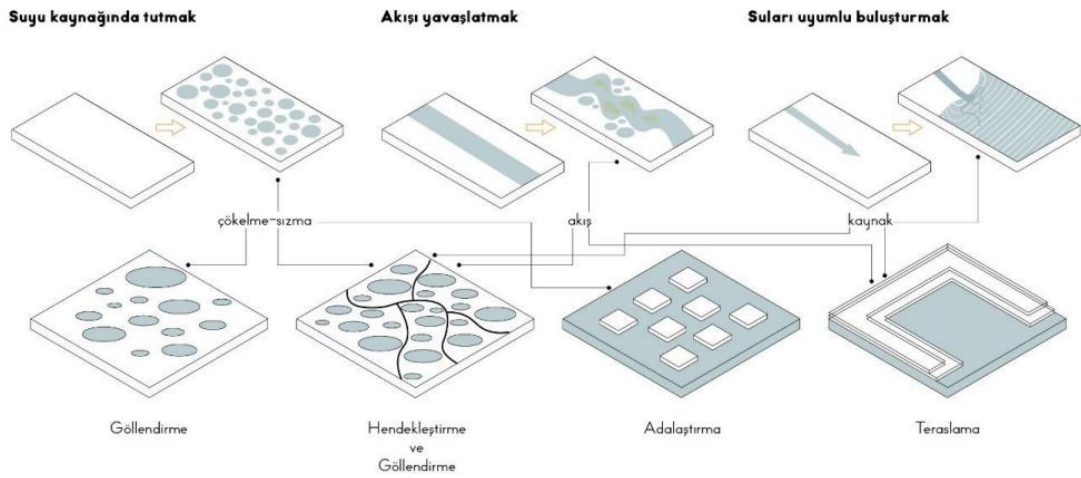
Su kaynaklarının verimli bir şekilde değerlendirilmesi açısından yeni dönem yaklaşımları arasında içme ve kullanma suyunun kanalizasyon altyapısına karışmaması ve geri dönüşümünün sağlanmasına yönelik çalışmalar her geçen gün kentlerin altyapı sistemlerine dahil edilmektedir.

#### 3.3.2.1 Sünger Kent Modeli

İlk olarak 2013 yılında giderek artan sel felaketleriyle baş edebilmek için Çin tarafından önerilen “Sünger Kent veya Sünger Şehir (Sponge City)” modeli aslında bir şekliyle yağmur suyunun yeniden kullanılabilirliğine yönelik geliştirilmiş bir modeldir.

Sünger Kent veya Sünger Şehir yahut yine bu anlamda geliştirilmiş Yeşil Altyapı teknikleri ve Su Duyarlı Kentsel Tasarım yaklaşımları, klasik borulu kentsel drenaj sistemlerinin dışında bu sistemlere alternatif ve destekleyici olarak geliştirilen ekolojik temelli yağmur suyu yönetimini esas alan yaklaşımlardır. [10].

Temel olarak kentsel alanlar üzerine düşen yağmur suyunu yeşil altyapı teknikleri kullanarak yönetmeyi hedefler. Ana fikir yağmur suyunun mümkün olduğunca düştüğü alanda toplanması, depolanması ve sızdırılması üzerine kuruludur (bakınız Şekil 3.7). Böylelikle sokak ve yollarda oluşan yüzey akışı azaltılarak mevcut altyapı sistemleri rahatlatılır ve taşkınlar önlenir. Bunun yanı sıra uygulanan yeşil altyapı teknikleri sayesinde ekolojik çevre gelişir, biyo-çeşitlilik artar ve kentsel ısı adası etkileri azaltılmış olur. [10].



Şekil 3.7: Sünger kent teknikleri (teraslama, göllendirme, seddeleme ve göllendirme, adalaştırma). [11].

Değişen iklim koşulları ile şehirler üzerine kısa süreler içerisinde daha yüksek yağış miktarları düşmekte, bu durum kentin mevcut yağmursuyu altyapısını zorlamaktadır. "Sünger Kent" modeli, yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, geçirimli yollar, yer üstü depoları ve sızma göletleri gibi çeşitli yeşil altyapı tekniklerinin (bakınız Şekil 3.8) kullanılarak altyapı üzerinde oluşan bu streslerin ortadan kaldırılmasını ve suyun yeniden kullanımını sağlayan yöntemlerdendir. [10].



Şekil 3.8: Sünger kent master plan taslak çalışma örneği, (Karşıyaka, İzmir). [12].

### 3.3.2.2 İzmir Sünger Kent Örneği

Yurtdışında örnekleri olduğu gibi Türkiye’de de ilk kez İzmir Büyükşehir Belediyesi Su Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından İzmir için önerilmiştir. 2023 yılı itibariyle “Sünger Kent” modelinin hayata geçirileceği söylenmektedir. Bu modele göre, kent içerisindeki binalar için yağmur suyu depoları ve yağmur bahçelerinin kurulmasına yönelik olarak teşvik verileceği belirtilmektedir. Bunun haricinde İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından çeşitli park-bahçe alanlarının yeniden düzenleneceği ve su suyarlı hale getirileceği söylenmektedir.

Kentlerde yağmursuyu iniş boruları doğrudan kanalizasyon sistemine bağlanmakta ve yoğun taşkın anlarında şebekenin üzerinde ekstra bir yük oluşturmaktadır. Bu temiz suyu depolayarak ihtiyaç halinde kullanmak, hem kentlinin ihtiyaçlarını karşılayacak hem de kenti iklim değişikliğine karşı daha dirençli hale getirecektir. Bu sebeple kentte yağmursuyu hasadının yaygınlaşması ve bu kültürün gelişmesi için İzmir

Büyükşehir Belediyesi tarafından polietilen yağmursuyu hasadı depolarının (bakınız Şekil 3.9) teşvik yöntemiyle kurulması planlanmaktadır. Bu yağmursuyu depolarının; bahçe sulama, oto yıkama veya bina temizliği amacıyla kullanılması hedeflenmektedir. [10].



Şekil 3.9: İzmir Sünger Kent Projesi yağmur suyu depoları. [10].

Benzer şekilde yağmur bahçeleri oluşturmak üzere teşvik uygulanacağı belirtilmektedir. Yağmur bahçeleri; çatı, yol gibi geçirimsiz yüzeylerden su toplayan, geçici olarak bu suyu bir hendek içerisinde bitkiler ile tutan ve akış sularının yollara, kanalizasyon sistemlerine ve yeniden kullanımının mümkün olmayacağı alanlara karışmasını engelleyen bir yağmursuyu yönetim uygulamasıdır (bakınız Şekil 3.10). Bu tür uygulamalar; yağmur sularının etkin olarak kullanımını sağlamak, akışla gelen yağmur sularının temizlenmesinde doğal filtre görevi yaparak suyu temizlemek ve yeraltı sularının beslenmesini sağlamak, drenaj çözümlerine ekonomik ve sürdürülebilir imkan sunmak, uygulandığı yere özgü flora ve fauna için uygun ortam oluşturmak ve biyolojik çeşitliliği arttırmak gibi pek çok amaca sahiptir. [10].



Şekil 3.10: İzmir Sünger Kent Projesi yağmur bahçeleri örneği. [10].

Bunların haricinde İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından üstlenilecek olan yeşil alanların, otopark alanlarının, sokakların, göletlerin ve su havzalarının (bakınız Şekil 3.11) suya duyarlı alanlara dönüştürülmesine yönelik projelerin hayata geçireleceği belirtilmiştir.



Şekil 3.11: İzmir Sünger Kent Projesi su havzası ve otopark alanı düzenlemesi örneği. [10].

İzmir örneğinde olduğu gibi, Denizli ili su kaynaklarının sürdürülebilirliği yönünde de “Sünger Kent” modelinin etkili olabileceği söylenebilir. Gelecek dönem için içme suyu ve kanalizasyon altyapı sisteminin geliştirilmesine yönelik, belli bölgelere ait master planlar dahilinde. “su duyarlı” bu ve benzeri kentsel dönüşüm projelerinin hayata geçirilmesi önerilmektedir.

## Bölüm 4

### Sonuçlar

İnsanlık yerleşik hayata geçtiği günden bugüne, başlangıçta kaynaklara yakın yerleşim yerlerinin tercih edilmesi ve kısıtlı nüfus nedeniyle çok daha basit olan içme suyu ve kanalizasyon sistemlerine ait planlama, bugün artan nüfus ve buna bağlı olarak genişleyen yerleşim alanları nedeniyle çok daha karmaşık hale gelmiştir. Su kaynağı olarak nitelendirilebilecek kolay ulaşılabilir ve içilebilir tatlı su miktarının oldukça sınırlı olduğu ise bilinmektedir. Bu nedenle yeni su kaynaklarının geliştirilmesi ve mevcut kaynakların en verimli şekilde kullanılması gelecek için büyük önem taşımaktadır.

Denizli ili, Türkiye geneline bakıldığında nüfusun kalabalık ve kentleşmenin yoğun olduğu bir yerleşim yeridir. Önümüzdeki yıllarda halihazırda yoğun olan nüfusun gelişen sanayileşme ve turizm olanaklarına göre daha da yoğunlaşacağı öngörülmektedir.

Bölgenin jeolojik özelliklerine bağlı olarak gelişen yerüstü (yüzey) sularının havzayı beslemesi ve tektonik hatları boyunca yeraltı sularının havzaya taşınması neticesinde Büyük Menderes Nehri ve onun üst havza kollarını oluşturan Honaz, Gökpınar, Çürüksü, Dalaman, Akçay, Bağnaz ve Kufi çayları gelişmiş, Denizli ili civarındaki önemli yerüstü (yüzey) suyu kaynaklarını oluşturmuştur. Aynı zamanda bölgede, Paleozoyik yaşlı mermerler, Mesozoyik yaşlı kireçtaşları, Tersiyer yaşlı birimlerin kumlu-çakıllı seviyeleri ile Kuvaterner yaşlı alüvyonun kumlu çakıllı seviyeleri akifer niteliği taşımaktadır. Bu birimlerde açılan kuyular yeraltı suyu kaynaklarını oluşturmuştur.

Bölgede kalkolitik çağdan bu yana birçok antik metropol kent su kaynakları civarında kurulmuştur. Bu kaynaklardan yerleşim yerlerine doğru borulu hatlar, su



köprüleri, dağıtım hazneleri gibi su kullanım teknolojisine yönelik tarihsel dönemin gelişmiş örneklerini görebilmek mümkündür.

Modern dönemde ise isale hatları, depolar, pompa istasyonları gibi yakın dönem teknolojileriyle bu kaynaklar genişleyen kente ve daha kalabalık nüfusa su teminini sağlamak üzere kurulmuştur. Ancak nüfustaki büyümeye bağlı olarak bu mevcut sistemlerin en az kayıpla, en verimli şekilde kullanılması gelecek için zorunluluk doğurmaktadır. Günümüzde Denizli ilinin en önemli kaynakları olan Derindere ve Gökpınar kaynaklarının korunması ve bu kaynaklardan yapılan transferin son teknolojik uygulamalarla sürekli takibinin yapılması, olası kayıplara en hızlı şekilde müdahale edilmesi gereklidir. Mevcut kurulu olan sistemlerin sürdürülebilirliği ve geliştirilmesi bu yönden büyük önem taşımaktadır.

Bununla birlikte gelecek dönem için içme suyu altyapı sistemlerinin kanalizasyon sistemlerinden ayrılması, yağışlarla düşen suyun yeniden kazanımına yönelik yeni uygulamaların geliştirilmesi zaten kısıtlı olan su kaynakları üzerindeki baskıyı en aza indireyecek uygulamalardır ve bu tip yeni dönem su duyarlı altyapı sistemlerinin tüm şehirler için olduğu gibi Denizli için de bir gereklilik olduğu anlaşılmaktadır.

# Kaynaklar

- [1] Helvacı C. (Çev. Ed.) Genel Jeoloji Temel Kavramlar. Nobel Akademik Yayıncılık; 2017.
- [2] Toprak S, Koç AC, Bacanlı ÜG, Dikbaş F, Fırat M, Dizdar A. İçme suyu dağıtım sistemlerindeki kayıplar. 3. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu; 2007.
- [3] Devlet Planlama Teşkilatı. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, İçme Suyu Kanalizasyon Sistemleri ve Katı Atık Denetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu; 2015.
- [4] Özkaymak Ç. Tectonic analysis of the Honaz Fault (western Anatolia) using geomorphic indices and the regional implications. *Geodinamica Acta*; 2014.
- [5] Denizli Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Denizli İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu; 2015.
- [6] Bacanlı ÜG, Çukuroğlu S. Denizli ili içme suyu tarihsel gelişimi. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 4. Su Yapıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı; 2015; 175-184.
- [7] Koralat T, Kılınçarslan S. A multi-analytical approach for determining the origin of the marbles in Temple-A from Laodicea and Lycum (Denizli-Western Anatolia, Turkey). *Journal of Cultural Heritage*; 2016; 17: 42-52.
- [8] Denizli Büyükşehir Belediyesi. Denizli Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu; 2021.
- [9] Denizli Büyükşehir Belediyesi. Denizli Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü [İnternet]. Denizli; 2022 [erişim tarihi 22.12.2022]. <https://www.deski.gov.tr/>

- [10] İzmir Büyükşehir Belediyesi. Süngerkent [İnternet]. İzmir; 2022 [erişim tarihi 22.12.2022]. <https://sungerkent.izmir.bel.tr/>
- [11] Eşbah H. Sünger şehirler. İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik Dergisi; 2022; 23(2): 99-108.
- [12] Salata S, Arslan B. Designing with ecosystem modelling: the sponge district application in İzmir, Turkey. Sustainability; 2022; 14: 3420.

# Özgeçmiş

Adı Soyadı: Nevin ÖZAN ÇAKMAKOĞLU  
E-mail: nevinozancakmakoglu@gmail.com

Eğitim:  
2003–2010 Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji  
Mühendisliği Bölümü

İş Deneyimi:  
2010 – 2011 Turtek Sondajcılık Ltd. Şti.  
2011 – 2012 Efol Mühendislik İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.  
2012 – 2022 Çiğli Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü  
2022 – ..... Çiğli Belediyesi İklim Değişikliği ve Sıfır Atık Müdürlüğü