



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANADOLU'DAKİ TARİHİ SU YAPILARI VE HİTİT DÖNEMİ
KARAKUYU BARAJI'NIN HİDROLİK AÇIDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Celalettin OZAN

DANIŞMAN

Doç. Dr. Ömer KÖSE

AKSARAY, 2018



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANADOLU'DAKİ TARİHİ SU YAPILARI VE HİTİT DÖNEMİ
KARAKUYU BARAJI'NIN HİDROLİK AÇIDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Celalettin OZAN

DANIŞMAN

Doç. Dr. Ömer KÖSE

AKSARAY, 2018

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 142303406 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, "Celalettin OZAN", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "ANADOLU'DAKİ TARİHİ SU YAPILARI VE HİTİT DÖNEMİ KARAKUYU BARAJI'NIN HİDROLİK AÇIDAN İNCELENMESİ" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ömer KÖSE**
 Aksaray Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç.Dr. Mehmet Ali HİNİS**
 Aksaray Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd.Doç. Dr. Ali İhsan MARTI**
 Selçuk Üniversitesi

.....

.....

.....

Teslim Tarihi: 03.01.2018

Savunma Tarihi: 12.02.2018

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanımda alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.



Celaleddin OZAN

ÖNSÖZ

Eski dönemlerde Cumhurbaşkanlık görevi yapmış aynı zamanda meslektaşımız olan Sayın Süleyman Demirel'in (İnşaat Yüksek Mühendisi) 1994 yılında D.S.İ.'de yapmış olduğu konuşması, yapılan bu çalışmanın amacını ve önemini çok iyi ifade etmektedir.

“Anadolu denilen ülke medeniyetlerin beşiğidir. Bu medeniyetler beşiğine iyi bakın. Mühendisliğe hevesi olan birisinin Anadolu'dan çok öğreneceği var. Bizden önceki Anadolu sakinleri kimlerse bu topraklar üzerine mühendislik şaheserleri koymuşlardır. Bunlara sahip çıkmaya devam edin. Bu şaheserler ülkenin sadece bir yerinde değil, hemen her yerinde mevcuttur.”

TEŞEKKÜRLER

Anadolu'daki Tarihi Su Yapıları ve Hitit Dönemi Karakuyu Barajı'nın Hidrolik Açıdan İncelenmesi başlıklı konuyu araştırma fırsatı sunan değerli danışmanım Doç. Dr. Ömer KÖSE'ye teşekkür eder, bu konu üzerine araştırma yapmam için fikir veren değerli Aksaray Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Gürol YILDIRIM'a şükranlarımı sunarım.

Tarihi Su Yapıları ile ilgili araştırma yapan başta Prof. Dr. Ünal ÖZİŞ'e ve diğer saygıdeğer meslektaşlarıma teşekkür eder, çalışmalarının devamını diler ve saygılarımı sunarım.

Ve en çok da ilk günden itibaren bana rehberlik ve yardım eden harika babam, M. Ali OZAN'a; saf ve temiz annem, Şefika DOĞAN'a; iyi kalpli ve fedakâr ablam, Fatma Ozan KAYA'ya, asil ve bilge ağabeyim Tolga OZAN'a ve ailemizin yeni, gönlümün daimi üyesi sevgili nişanlım, Merve ÖZTÜRK'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

DOĞRULUK BEYANI.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
TEŞEKKÜRLER.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Önemi.....	2
1.2 Çalışmanın Amacı.....	2
1.3 Çalışma Planı.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. ANADOLU'DAKİ TARİHİ SU YAPILARI.....	5
3.1 Barajlar.....	15
3.1.1 M.Ö. III. - II. bin yılları arası barajlar.....	18
3.1.2 M.Ö. I. bin yılın ilk yarısında barajlar.....	21
3.1.3 M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ve M.S. I. bin yılı arası barajlar.....	24
3.1.4 M.S. 14. - 19. yüzyılları arası barajlar.....	29
3.1.5 20. yüzyılın ilk yarısındaki barajlar.....	36
3.2 Su Getirme.....	37
3.2.1 M.Ö. I. bin yılın ilk yarısı su getirme.....	38
3.2.2 M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ile M.S. I. bin yılları arası su getirme.....	39
3.2.3 M.S. 14. - 19. yüzyılları arası su getirme.....	45
3.3 Sulama.....	51
3.3.1 M.Ö. I. bin yılın ilk yarısı arası sulama.....	52
3.3.2 M.S. 10. - 13. yüzyılları arası sulama.....	55
3.3.3 M.S. 14. - 19. yüzyılları arası sulama.....	57
3.3.4 20. yüzyılın ilk yarısında sulama.....	57
3.4 Akarsu Düzenlemesi.....	59
3.4.1 M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ile M.S. I. bin yılı arası akarsu düzenlemesi.....	59
3.4.2 M.S. 14. - 19. yüzyılları arası akarsu düzenlemesi.....	63
3.5 Su Kuvveti.....	64
3.5.1 M.S. 10. - 13. yüzyılları arası su kuvveti.....	64
3.5.2 20. yüzyılların ilk yarısında su kuvveti.....	65
3.6 Taşkın Kontrolü.....	66
3.6.1 M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ve M.S. I. bin yılı arası taşkın kontrolü.....	66
4. KARAKUYU BARAJI'NIN HİDROLİK AÇIDAN İNCELENMESİ.....	69
4.1 Barajın Bulunduğu Yer.....	69

4.1.1 Meteorolojik ve iklimsel özellikler.....	72
4.1.1.1 Sıcaklık.....	73
4.1.1.2 Yağış.....	73
4.1.1.3 Güneşlenme süresi.....	74
4.1.2 Uzunyayla platosu'nun jeomorfolojisi	74
4.1.2.1 Jeomorfolojik özellikler	75
4.1.2.2 Jeolojik özellikler	77
4.2 Barajın Tekniği.....	79
4.2.1 Baraja ait teknik bilgiler.....	82
4.2.2 Barajda savaklama	84
4.3 Bilgisayar Destekli Çizim Programı (NETCAD) ile Modelleme	85
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR	91
EKLER.....	95
Şekil A.1: D.S.İ. Genel Müdürlüğü Yeraltı Suyu Kütüğü (Kuyu Logu)	96
Şekil A.2: Karakuyu barajı göl alanı.....	97
Şekil A.3: Karakuyu barajı taban alanı	98
Şekil A.4: Karakuyu barajı yüzey alanı	99
Şekil A.5: En ve boy kesitlerin görünümü	100
Şekil A.6: En kesit görünümü (A – A Kesiti)	101
Şekil A.7: Boy kesiti görünümü (B – B Kesiti)	102
Şekil A.8: En kesit görünümü (C – C Kesiti).....	103
Şekil A.9: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Üst)	104
Şekil A.10: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Sağ).....	105
Şekil A.11: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Sol)	106
Şekil A.12: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Ön).....	107
Şekil A.13: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Arka).....	108
ÖZGEÇMİŞ.....	109

ÖZET

ANADOLU'DAKİ TARİHİ SU YAPILARI VE HİTİT DÖNEMİ KARAKUYU BARAJI'NIN HİDROLİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Anadolu pek çok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bu medeniyetler, ihtiyaçlarını karşılamak için benzersiz su yapıları yapmışlardır. Bu su yapıların bir kısmı Orta Anadolu'da Hitit döneminde; bir kısmı Doğu Anadolu'da Urartu döneminde; bir kısmı Batı ve Güney Anadolu'da Helen, Roma ve Erken dönemlerinde; bir kısmı Orta ve Doğu Anadolu'da Selçuklu döneminde; bir kısmı da Türkiye'nin birçok bölgesinde Osmanlı döneminde inşa edilmiştir. Barajlar, kanallar, su kemerleri, tüneller gibi su yapılarının bir kısmı hala işlevini sürdürmektedir. Özellikle Karakuyu Barajı, Şamran Kanalı, Çevlik Tüneli, Mağlova Su Kemerleri önde gelen yapılardan bazılarıdır. Türkiye'yi tarihi su yapıları açısından keşfedilmeye açık, ilgi çekici bir yer yapmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Tarih, Su yapıları, Baraj, Su kanalları, Sulama, Hidrolik

ABSTRACT

HISTORICAL WATER STRUCTURES IN ANATOLIA AND INVESTIGATION HYDRAULIC ANALYSIS OF KARAKUYU DAM OF HITTITE PERIOD'S

Anatolia has hosted many civilizations. These civilizations made unique water structures to meet their needs. Some of these water structures were built during the Hittite period in Central Anatolia; some in Urartu period in Eastern Anatolia; some in Western and Southern Anatolia, in Helen, Rome and Early; some in Selcuk period in Central and Eastern Anatolia; some in during Ottoman period many places in Turkey. Some of the water structures such as dams, channels, aqueducts, tunnels still active. Property Karakuyu Dam, Şamran Channel, Çevlik Tunnel, Mağlova Aqueducts are some of the leading structures. Turkey in terms of historical water structures making it an open, interesting place to explore.

Keywords: Turkey, History, Water structures, Dam, Water channels, Irrigation, Hydraulic

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1: Avrupa ve Anadolu görüntüsü (NASA, 2007).....	5
Şekil 3.2: Anadolu'nun şu anki görünümü (Saygılı, 2006).....	6
Şekil 3.3: Anadolu'nun ilk Türk beylikleri dönemindeki görünümü (URL -1).....	7
Şekil 3.4: Anadolu'nun ilk çağ uygarlıkları dönemindeki görünümü (URL -2).....	8
Şekil 3.5: Türkiye'deki başlıca tarihi su yapıları (Öziş, 2007).....	10
Şekil 3.6: Karakuyu barajı (URL -3).....	11
Şekil 3.7: Şamram kanalı (Öziş, 2007).....	11
Şekil 3.8: Titus tüneli Çevlik, Samandağ (Alkan ve Öziş, 2008).....	12
Şekil 3.9: Çermik'te Haburman köprüsü ve yan gözünden geçen değirmen kanalı (Arisoy, 2008).....	12
Şekil 3.10: Mağlova su kemeri (Öziş, 2007).....	13
Şekil 3.11: Keban barajı (URL -4).....	13
Şekil 3.12: Türkiye'deki barajların sayısı	16
Şekil 3.13: Karakuyu barajı (D.S.İ.).....	19
Şekil 3.14: Alacahöyük Hitit su bendi (URL -5; Baykan ve Baykan, 2015).....	19
Şekil 3.15: Eflatunpınar Hitit su anıtı ve planı (URL -6).....	19
Şekil 3.16: Eflatunpınar Hitit su anıtı ve planı (Özenir, 2002).....	20
Şekil 3.17: Urartu barajlar sistemi (Bildirici, 2008).....	21
Şekil 3.18: Sikhe göl ayağındaki baraj (Baykan, 2008).....	22
Şekil 3.19: Doni barajından görüntü (Gabrecht, 2004).....	22
Şekil 3.20: Faruk barajı, sol sahili 1988'de yıkılmadan önce (Baykan, 2008).....	23
Şekil 3.21: Faruk barajı (Baykan, 2008).....	23
Şekil 3.22: Aizonai (Çavdarhisar) barajı vaziyet planı (Bildirici, 2004).....	24
Şekil 3.23: Çavdarhisar sel kapanı (Aizonia) (Baykan, 2008).....	25
Şekil 3.24: Örükaya barajı mansap görünümü (Bildirici, 2009).....	25
Şekil 3.25: Böğert barajının plan ve kesiti (Bildirici, 1994).....	27
Şekil 3.26: Löstüğün barajı vaziyet planı (Bildirici, 2009).....	28
Şekil 3.27: Dara barajı su kemeri (URL -8).....	28
Şekil 3.28: İstanbul'daki bentlerin yerleri (Öziş, 1994).....	30
Şekil 3.29: Büyükbent görünümü (Acar, 2010).....	31
Şekil 3.30: Ayvatbent görünümü (Acar, 2010).....	31
Şekil 3.31: Kirazlıbent görünümü (Acar, 2010).....	32
Şekil 3.32: Topuzlubent planı (Yüngül, 1957).....	32
Şekil 3.33: Topuzlubent görünümü (Acar, 2010).....	33
Şekil 3.34: Validebent görünümü (Acar, 2010).....	33
Şekil 3.35: Yenibent görünümü (Acar, 2010).....	34
Şekil 3.36: Şamlar barajı görünümü (URL -17).....	35
Şekil 3.37: Elmalı I barajı görünümü (URL -10).....	35
Şekil 3.38: Çubuk I barajı görünümü (URL -11).....	37
Şekil 3.39: Van ili ve çevresinde bulunan kehrizler.....	39
Şekil 3.40: Vize, İstanbul; dünyanın en uzun su yolu (Baykan ve Baykan, 2015). ...	40
Şekil 3.41: Foça tarihi su iletim sistemi geçgisi (Baykan, vd., 2008).....	41

Şekil 3.42: Efes tarihi su iletim sistemi geçgileri (Linguri, vd., 1974).....	42
Şekil 3.43: Bergama’da bulunan taş maşonlu kurşun boru (Baykan, 2008).	43
Şekil 3.44: İzmir’e su ileten başlıca su yollarının geçgileri (Öziş, 1999).	43
Şekil 3.45: Karapınar’da bulunan taş boru (Ocak, 2009).	44
Şekil 3.46: Alabanda ve Gerga tarihi su iletim sistemlerinin geçgisi (Ütku ve Haşal, 1978).	44
Şekil 3.47: Süleymaniye su yollarının genel geçgisi (Çeçen, 1979).	46
Şekil 3.48: Bozdoğan su kemeri (Öziş, vd., 2008).	46
Şekil 3.49: Taşlımüsellim su yollarının genel geçgisi (Arısoy, 2008).	47
Şekil 3.50: Kırkçeşme su yollarının genel geçgisi (Öziş, 1990).	48
Şekil 3.51: Uzun kemer (URL -20).	49
Şekil 3.52: Eğri kemer (URL -20).	49
Şekil 3.53: Mağlova kemeri (Arısoy, 2008).	50
Şekil 3.54: Güzelce kemer (URL -21).	50
Şekil 3.55: 2011 yılı sulama oranları (URL -13).	52
Şekil 3.56: Şamran (Menua) su kanalı.....	53
Şekil 3.57: Şamran kanalı destek duvarları (Bildirici, 2009).	54
Şekil 3.58: Konya – Ereğli eski sulama kanalları (Bildirici, 1996).	55
Şekil 3.59: Konya Meram tarihi sulaması (Bildirici, 2009).	56
Şekil 3.60: Konya ovası sulaması (Bildirici, 1994).	58
Şekil 3.61: Bergama çayını örten ikiz tünel biçimi yapı (Öziş, 2007).	60
Şekil 3.62: Bergama çayının örten ikiz tonoz biçimi tarihi su yapısı giriş kesiti (Yüngül, 1957).	61
Şekil 3.63: Bergama çayını örten tünel biçimi su yapısına giriş taşkın zirve akımlarının sıklık dağılımı (Harmancıoğlu, vd., 2008).	62
Şekil 3.64: Nysa’da dereyi örten tünel biçiminde yapı (Öziş, 2008).	62
Şekil 3.65: Gediz yatağının değiştirilmesi (Arısoy, 2008).	63
Şekil 3.66: Haburman köprüsü ve yan gözünden geçen değirmen kanalı (Arısoy, 2008).	65
Şekil 3.67: Tarsus elektrik bendi (TEK, 1986).	66
Şekil 3.68: Çevlik tüneli, Samandağ (Alkan, vd., 2008).	67
Şekil 3.69: Çevlik tünel sistemi geçgi planı ve belirli en kesitleri (Alkan, vd., 2008).	68
Şekil 4.1: Türkiye haritasında Karakuyu barajının yeri (URL -19).	70
Şekil 4.2: Karakuyu barajı yeri ve çevresi (Sunkar, 2008; Bildirici, 2009).	71
Şekil 4.3: Karakuyu barajı genel görünümü (URL-16).	72
Şekil 4.4: Karakuyu barajı gövdesi (URL -16).	72
Şekil 4.5: Sayısal yükselti modeline göre Uzunyayla platosunun blok diyagramı (Sunkar, 2008).	75
Şekil 4.6: Uzunyayla havzasının jeomorfolojisi (Sunkar, 2008).	76
Şekil 4.7: Uzunyayla havzası jeoloji haritası (Sunkar, 2008).	78
Şekil 4.8: Uzunyayla sondaj kuyu logu (D.S.İ., 1969).	79
Şekil 4.9: Karakuyu barajı planı (Osten, 1933).	80
Şekil 4.10: Karakuyu barajı yazıtı (URL -3).	81
Şekil 4.11: Karakuyu barajı gövde mansabı (URL -3).	81
Şekil 4.12: Karakuyu baraj gövdesi boy kesiti.	83
Şekil 4.13: Karakuyu barajı planı.	86
Şekil 4.14: Bilgisayar destekli çizim programı (NETCAD) ile modellenmiş hali.	87
Şekil 4.15: Modellemenin 3 boyutlu görünümü.	88

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1: Anadolu'daki su yapısı kalıntıları (Baykan ve Baykan, 2015).	9
Çizelge 3.2: Tarihi çağları ve amaçlarına göre konu başlıkları.	15
Çizelge 3.3: Tarihi dönemlere göre baraj listesi.	17
Çizelge 3.4: İstanbul'daki bentlerin teknik özellikleri (URL -9).	30
Çizelge 3.5: Erken cumhuriyet döneminde yapılan önemli barajların teknik özellikleri (Büyükyıldırım, 2008).	36
Çizelge 3.6: Tarihi dönemlere göre su getirme listesi.	38
Çizelge 3.7: Tarihi dönemlere göre sulama listesi.	51
Çizelge 3.8: Şamran kanalı hakkında fiziki değerler (Bildirici, 2008).	53
Çizelge 3.9: Meram sulaması teknik bilgiler (Bildirici, 2009).	57
Çizelge 3.10: Tarihi dönemlere göre akarsu düzenleme listesi.	59
Çizelge 3.11: Tarihi dönemlere göre su kuvveti.	64
Çizelge 4.1: Yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri (URL -22).	73
Çizelge 4.2: Aylara göre ortalama ve maksimum yağış değerleri (URL -22).	73
Çizelge 4.3: Aylara göre ortalama güneşlenme süresi (URL -22).	74
Çizelge 4.4: Karakuyu barajına ait fiziki bilgiler.	82
Çizelge 4.5: Atatürk barajına ait fiziki bilgiler.	82
Çizelge 4.6: Karakuyu barajı alan bilgileri.	84

SİMGELER DİZİNİ

dk	Dakika
hPa	Hectopascal
ha	Hektar
K.K.	Kemer Köprü
kW	KiloWatt
kWh	KiloWatt Saat
l	Litre
m ² / m ³	Metrekare / Metreküp
mm / m / km	milimetre / metre / kilometre
s	Saniye
°C	Santigrat Derece
S	Seçilen Kesit Yeri
T	Tünel
% / ‰	Yüzde / Binde

KISALTMALAR DİZİNİ

ADT	Atık Depolama Tesisi
Bkz.	Bakınız
D.S.İ.	Devlet Su İşleri
E.İ.E.	Elektrik İşleri Etüd İşleri
İ.Ö.	İsa'dan Önce
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
KHGM	Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü
M.Ö. / M.S.	Milattan Önce / Milattan Sonra
No.	Numara
S.Ö.	Sıfırdan Önce
TİKA	Türk İş Birliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
T.E.K.	Türkiye Elektrik Kurumu
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
Y:D	Yatay:Düşey
Y.Y.	Yüzyıl

1. GİRİŞ

Su, insanın vazgeçemeyeceği ve onsuz hayatını devam ettiremeyeceği temel unsurların başında yer almaktadır. Dünyanın oluşumundan bu yana çeşitli uygarlıklar, bu temel ihtiyaç malzemesini çeşitli şekillerde kullanmaya çalışmışlardır. Bu aşamada, uygarlıklar bu temel ihtiyaç malzemesi olan suyun biriktirilmesi, iletilmesi ve temini gibi su yapılarının tesisi, insanoğlunun varoluşundan bu yana önemini korumuş olup bugüne kadar bizlere birçok eser bırakılmıştır (Ülke ve Kebapcioğlu, 2015).

Günümüzden yedi bin yıl önce su taşkınlarına karşı korunma ve suyun biriktirilmesi için yapılan teknik çalışmalar, medeniyetlerin bu alandaki ilk girişimleridir.

Son beş bin yıldan kalan ve bazıları hala işlevini sürdüren; barajlar, kanallar, kargir mecralar, su kemerleri, tüneller, akarsuları tünel gibi örten yapılar, çeşitli türde borular, kent hazneleri, sarnıçlar gibi yapılar bulunmaktadır (Öziş, 2007).

Uygarlıkların kesişme alanı olmuş Anadolu toprakları üstünde, özellikle son dört bin yıl boyunca gerçekleştirilmiş olan su mühendisliği eserleri, Türkiye'yi tarihi su yapıları açısından dünyanın en zengin ve ilgi çekici açık hava müzelerinden biri kılmaktadır (Öziş, 2007).

1.1 Çalışmanın Önemi

Tarihi ve sanatsal öneminin yanında teknik ve mühendislik önemi de bulunan bu yapıların çeşitli yönlerden incelenmesi tarihi su yapılarına verilen önemi arttıracaktır.

Medeniyetler, teknolojik olarak bugünkü imkânlar olmamasına rağmen yeterli bilgi birikimi sayesinde, birçok problem çözülerek günümüze kadar ulaşabilen, temiz/kullanılabilir, kusursuz yapılar ortaya koymuşlardır (Ülke ve Kebapcıoğlu, 2015). Özellikle kemer bend sistemlerinin 2700 – 2800 yıl önce düşünülmüş olması bugün yapılanlara örnek teşkil etmektedir (Belli, 1998).

1.2 Çalışmanın Amacı

Tarihi su yapıları üzerine yapılan buna benzer araştırmalar ile saklamış oldukları bilgi, deneyim ve tecrübe gibi insanoğlunun faydalanabileceği önemli katkılar açığa çıkacaktır.

Yer seçimi ve inşa teknikleriyle günümüze kadar varlığını koruyan bu yapılar, su kaynakları çalışmalarında bulunan biz mühendislere geçmişten bugüne bir ışık tutmaktadır (Ülke ve Kebapcıoğlu, 2015). Bizim yapacağımız çalışmalar da gelecek nesillere ışık tutacaktır.

1.3 Çalışma Planı

Tarihi su yapılarını konu alan yayınlar ve çalışmalar incelenerek Anadolu'daki tarihi su yapılarının planları, tarih çağlarına ve amaçlarına göre bir dökümü verilecektir. Günümüze kadar keşfedilmiş olan su yapıları, amaçlarına ve tarih çağlarına göre altı farklı konu başlığı altında incelenecek ve mümkün olduğu ölçüde bazı önemli su yapıları hakkında detaylı bilgi verilecektir.

Anadolu'daki en nadide ve eşsiz su yapılarından biri olan, Kayseri ili Pınarbaşı ilçesinde bulunan Karakuyu Barajı'nın sahip olduğu önemli özelliklerinden dolayı yakinen inceleme yapılacaktır. Barajın özellikleri barajın bulunduğu yer ve barajın tekniği olacak şekilde iki konu başlığı altında incelenecektir. Barajın bilgisayar destekli çizim programından yararlanarak modellenmesi yapılacaktır.

Bu çalışmaların ışığında sonuç ve öneriler bölümünde mühendislerin sahip olduğu deneyim ve bilgi birikimi ile bir değerlendirme yapılacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Anadolu'daki tarihi su yapıları, su yapılarını konu alan yayınların bir bölümünde ve/veya tamamında konu olmuştur. Bu çerçevede kitap, makale, bildiri niteliğinde ulusal ve uluslararası yayınlar yer almaktadır. Yayınlanan çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir:

Son 5000 yıldan kalan ve bazıları hala işlevini sürdüren, borular, kanallar, tüneller, ters sifonlar, su kemerleri, hazneler, sarnıçlar, barajlar, gibi su yapılarının kalıntıları, insanların hidrolik uygarlığının bileşenlerini oluşturmaktadır. Orta Anadolu 'da M.Ö. ikinci binyıldan Hitit döneminden kalan barajlar; Doğu Anadolu'da M.Ö. birinci binyılın ilk yarısından Urartu döneminden kalan barajlar, kanallar, kehrizler; Batı ve Güney Anadolu'da M.Ö. birinci binyılın ikinci yarısı ile M.S. birinci binyılın ilk yarısından Helenistik, Roma ve Erken Bizans dönemlerinden kalan barajlar, tüneller, uzun mesafeden su getirme sistemleri ve su kemerleri, sarnıçlar; Türkiye'nin her yerinde M.S. ikinci binyıldan Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinden kalan barajlar, uzun mesafeden su getirme sistemleri ve su kemerleri, Türkiye'yi su yapıları açısından dünyanın en önde gelen açık hava müzelerinden biri yapmaktadır (Öziş, 2007).

Suyun uygarlığın gelişmesinde çok önemli bir yeri vardır ve kültürümüzün çok önemli bir bölümünü kapsamaktadır. Uygarlığın beşiği Anadolu'da bu anıtsal değerlere pek çok örnek bulunmaktadır. Bu değerler araştırılmalı, ortaya konulmalı, restore edilerek, gerekirse güçlendirilerek ve belgelenerek ileri kuşaklara aktarılması gerekmektedir (Bildirici, 2008).

İlaveten bu bilgilerin bugünün su ve toprak kaynaklarını değerlendirmede, dünyanın uygulamalarının bugünün projelerinde önemli bir yol gösterici unsur olduğu görülmektedir (Bildirici, 2008).

Suyun uygarlığın gelişmesinde çok önemli bir yeri vardır ve kültürümüzün çok önemli bir bölümünü kapsamaktadır. Uygarlığın beşiği Anadolu'da bu anıtsal değerlere pek çok örnek bulunmaktadır (Bildirici, 2008).

Bunların başında Urartular tarafından gerçekleştirilmiş Urartu su yapıları gelmektedir. Bu değerler araştırılmalı, ortaya konulmalı, restore edilerek, gerekirse güçlendirilerek ve belgelenerek ileri kuşaklara aktarılması gerekmektedir (Bildirici, 2008).

Hitit, Urartu, Helen, Roma, Bizans dönemlerini takiben, son bin yılda Anadolu’da Türk egemenliği olarak kendini gösteren, Selçuklu ve özellikle Osmanlı döneminde çok sayıda su yapısı inşa edilmiştir. Bir kısmı günümüze çalışır durumda ulaşan bu dönemlerin su yapıları, kültürel, tarihsel ve su mühendisliği açılarından evrensel niteliktedir (Arısoy, 2008).

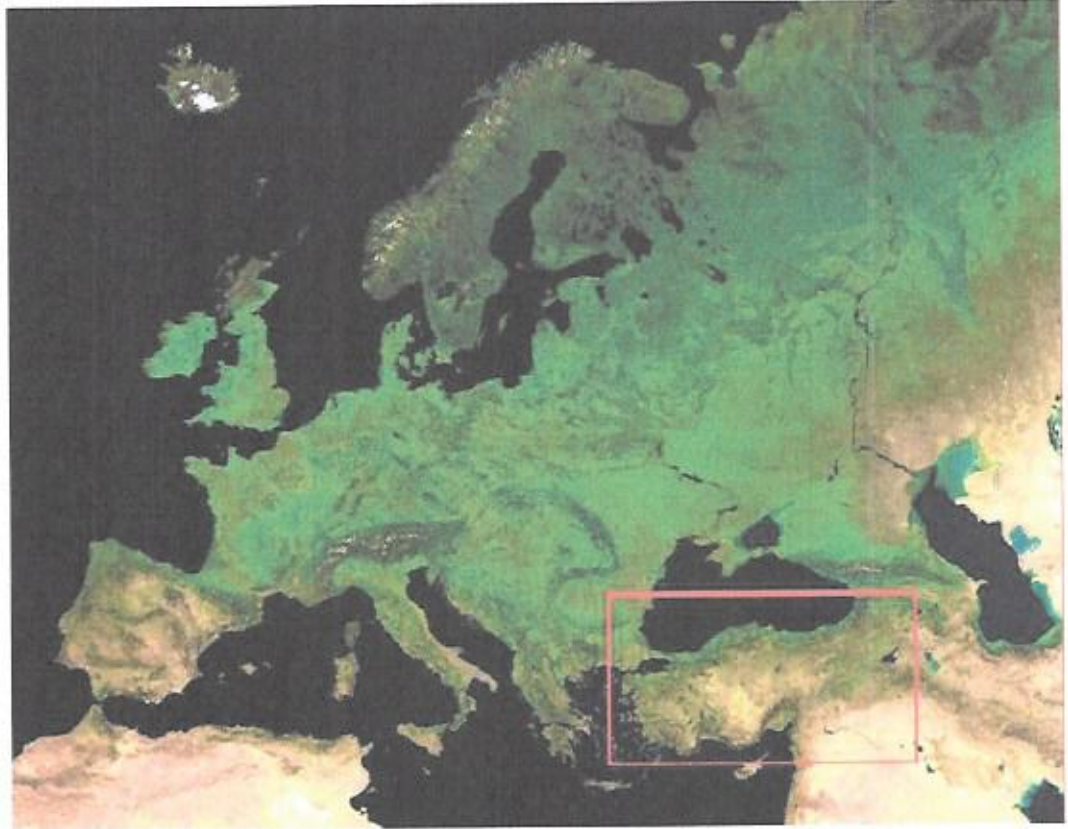
Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşundan 1940’lara değin gerçekleştirilen su işleri çalışmaları “Akarsu İstikşaf Seferberliği” olarak anılır. Bayındırlık Bakanlığı’na hazırlanan “Su İdarelerinin Taksimat, Teşkilat ve Vezaifi Hakkında Talimatname”nin onaylandığı 22 Temmuz 1925 tarihi, bu seferberliğin başlangıcıdır olarak kabul edilebilir (Büyükyıldırım, 2008).

Bu dönemde kurulan Su İşleri Daire Müdürlükleri, Sular Umum Müdürlüğü, Belediyeler Bankası, E.İ.E. gibi kamu kuruluşları eliyle araştırma, inceleme, ölçme, planlama ve proje çalışmalarının yanı sıra birçok önemli taşkın önleme, bataklık kurutma, sulama ve içme suyu projeleri gerçekleştirilmiştir (Büyükyıldırım, 2008).

3. ANADOLU'DAKİ TARİHİ SU YAPILARI

Anadolu, Asya ve Avrupa'nın kesişim noktasında bulunduğundan dolayı stratejik bir konuma sahiptir (bkz. Şekil 3.1). Bulunduğu konumun öneminden dolayı, tarih öncesi çağlardan beri pek çok medeniyet, Anadolu'ya hâkim olmaya çalışmıştır. Hititler, Urartular, Helenistik, Roma, Doğu Roma (Bizans), Selçuklu ve Osmanlı bu medeniyetlerden bazılarıdır.

Anadolu'da yaşamış olan medeniyetlerin bir kısmı Şekil 3.2 – Şekil 3.4 'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Avrupa ve Anadolu görüntüsü (NASA, 2007).



Şekil 3.2: Anadolu'nun şu anki görünümü (Saygılı, 2006).



Şekil 3.3: Anadolu'nun ilk Türk beylikleri dönemindeki görünümü (URL -1).



Şekil 3.4: Anadolu'nun ilk çağ uygarlıkları dönemindeki görünümü (URL -2).

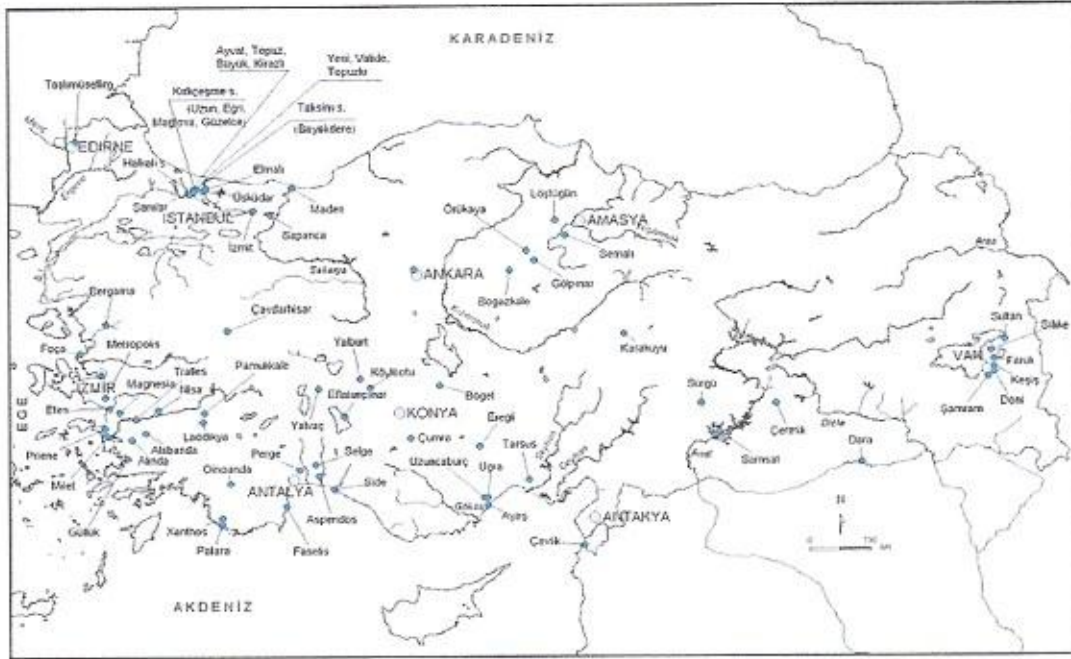
Anadolu'nun ev sahipliği yaptığı bu medeniyetlerin birçoğu ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla farklı yapılar yapmışlardır. Bu yapılar arasında camiler, saraylar, köprüler, medreseler, kervansaraylar, külliyele, kümbetler, mescitler, barajlar, su yolları, su kemerleri, sarnıçlar, bentler gibi yapılar bulunmaktadır. Karakuyu Barajı, Şamran Kanalı, Çevlik Tüneli, Haburman Köprüsü, Mağlova Su Kemerleri, Keban Barajı önde gelen yapılardan bazılarıdır.

Çizelge 3.1: Anadolu'daki su yapısı kalıntıları (Baykan ve Baykan, 2015)¹.

Sıra	Dönem	Tarih	Su Yapısı Kalıntısı
1	Tümülüsler	S.Ö. 7000-6000	Şimdilik yok
2	Çatalhöyük	S.Ö. 6000-5500	Kısıtlı kalıntı
3	Geçiş	S.Ö. 5500-1750	Şimdilik yok
4	Hatti ve Hititler	S.Ö. 1750-860	Az sayıda
5	Urartular	S.Ö. 860-675	Belirli sayıda
6	Büyük İskender ve öncesi	S.Ö. 675-330	Az sayıda
7	Helenistik Dönem	S.Ö. 323-133	Çok sayıda
8	Roma İmparatorluğu	S.Ö. 133-S.S. 395	Oldukça çok sayıda
9	Bizans İmparatorluğu	395-1453	Az sayıda
10	Anadolu Selçukluları	1000-1299	Çok az sayıda
11	Osmanlı İmparatorluğu	1299-1923	Özellikle İstanbul'da
12	TÜRKİYE CUMHURİYETİ	29 EKİM 1923-	Hepsinin toplamından çok

Tüm medeniyetler için su yapılarının ayrı bir önemi vardır. Su, insanın hayatını devam ettirebilmesi için gerekli olan temel unsurların başında yer almaktadır. Medeniyetler bu nedenden ötürü temel ihtiyaç malzemesi olan suyun biriktirilmesi, iletilmesi ve temini için birbirinden eşsiz su yapıları yapmışlardır (bkz. Çizelge 3.1). Bu su yapıların bir kısmı Orta Anadolu'da Hitit döneminde; bir kısmı Doğu Anadolu'da Urartu döneminde; bir kısmı Batı ve Güney Anadolu'da Helen, Roma ve Erken Bizans dönemlerinde; bir kısmı Orta ve Doğu Anadolu'da Selçuklu döneminde; bir kısmı da Türkiye'nin birçok bölgesinde Osmanlı döneminde yapılmıştır. Özellikle Roma, Bizans ve Osmanlı dönemlerinden kalma Akdeniz, Ege ve Marmara bölgeleri çevresinde önemli miktarda su yapıları bulunmaktadır. (bkz. Şekil 3.5). Bu su yapılarının bazıları hala işlevini sürdürmektedir.

¹ S.Ö.: sıfırdan önce (M.Ö., İ.Ö.), S.S.: sıfırdan sonra (M.S., İ.S.)



Şekil 3.5: Türkiye'deki başlıca tarihi su yapıları (Öziş, 2007).

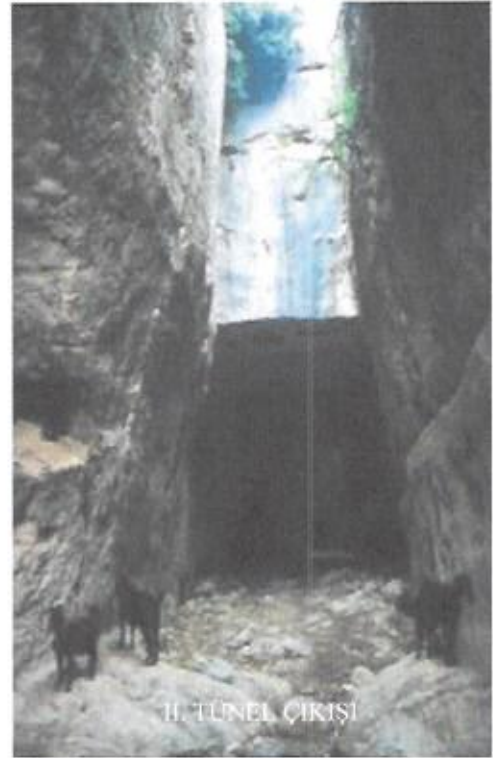
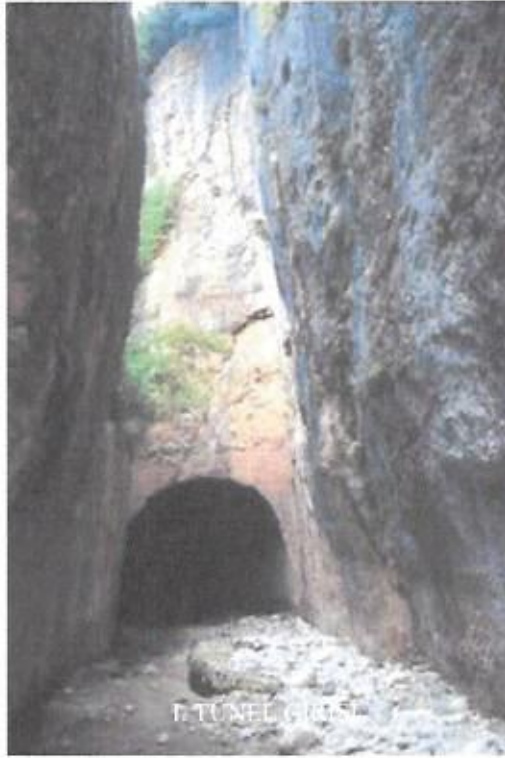
Medeniyetler, bugünkü teknolojik imkânlar olmamasına rağmen yeterli bilgi birikimi (*deneme-yanılma metodu*) sayesinde, birçok probleme akılcı çözümler üreterek günümüze kadar ulaşabilen kusursuz yapılar yapmayı başarmışlardır (bkz. Şekil 3.6 – Şekil 3.11).



Şekil 3.6: Karakuyu barajı (URL -3).
(Hitit Dönemi, M.Ö. II. Binyılın Ortaları)



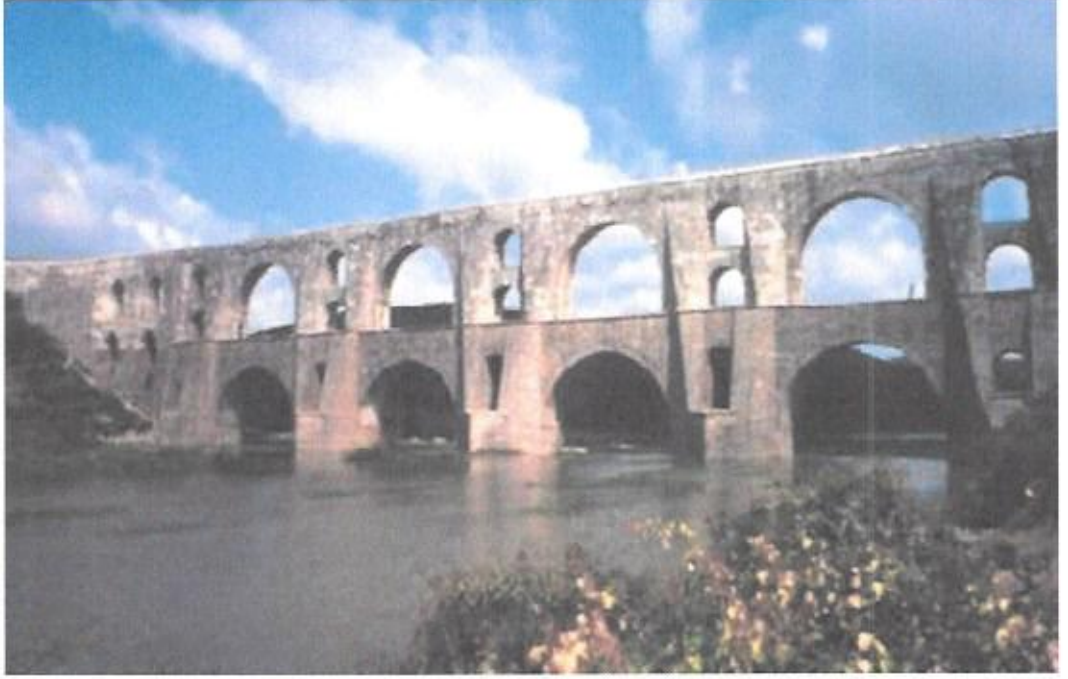
Şekil 3.7: Şamram kanalı (Öziş, 2007).
(Urartu Dönemi, M.Ö. 8. yüzyıl)



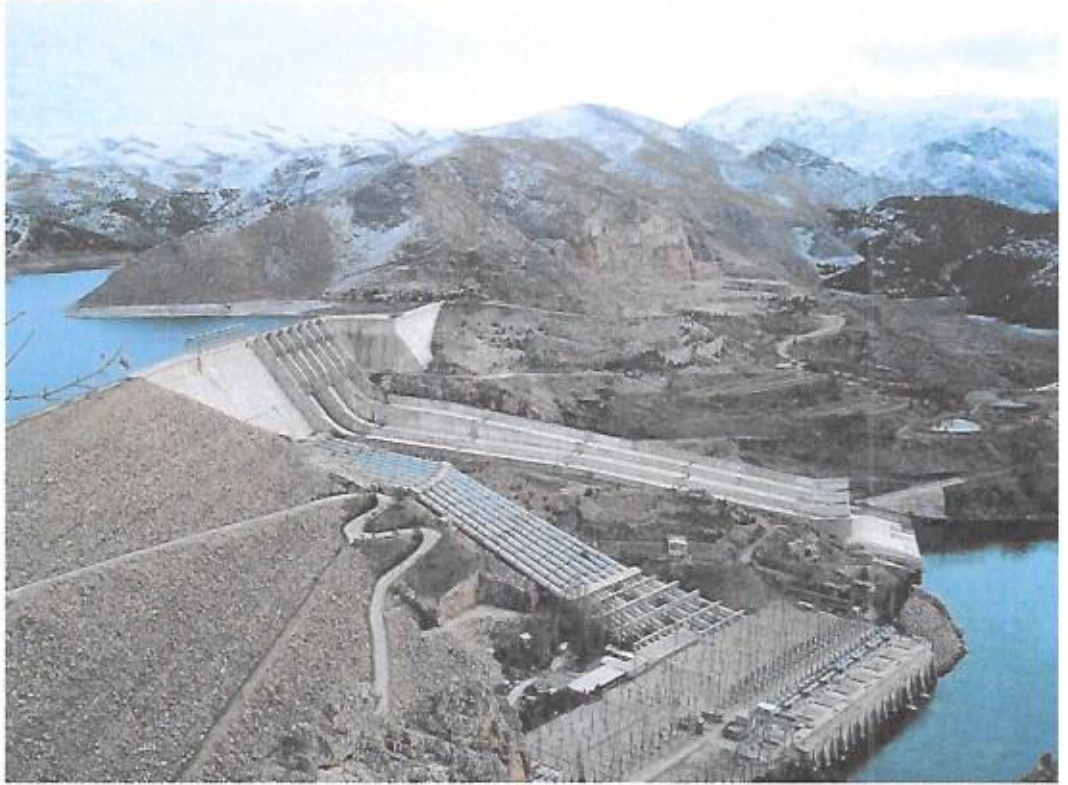
Şekil 3.8: Titus tüneli Çevlik, Samandağ (Alkan ve Öziş, 2008).
(Roma Dönemi, M.S. 1. – 2. yüzyıl)



Şekil 3.9: Çermik'te Haburman köprüsü ve yan gözünden geçen değirmen kanalı
(Arisoy, 2008).
(Artuklu Dönemi, M.S. 10. – 13. yüzyıl)



Şekil 3.10: Mağlova su kemeri (Öziş, 2007).
(Osmanlı Dönemi, M. Sinan 1564)



Şekil 3.11: Keban barajı (URL -4).
(Türkiye Cumhuriyet Dönemi, 20. yüzyıl)

Anadolu toprakları üzerinde yaşamış olan birbirinden farklı onca medeniyetin yapmış olduğu yapılar, Türkiye’yi tarihi su yapıları açısından keşfedilmeye açık, ilgi çekici bir yer yapmaktadır. Bundan dolayı bu tarihi su yapılarının tümünü ve/veya bir bölümünü topluca konu alan yayınlar olduğu gibi, dünyadaki su yapılarını konu alan yayınların bazı bölümlerinde de bu yapılar konu olmuştur.

Yayınlanan çalışmaların birçoğunda tarih çağlarına, dönemlerine ve amaçlarına göre ayrı ayrı sınıflandırma yapıldığı gibi bu çalışmada da yapılmıştır.

Günümüze kadar keşfedilmiş olan su yapıları amaçlarına göre altı ana başlık altında incelenmiştir. Bu ana başlıklar;

- Akarsu Düzenlemesi
- Barajlar
- Sulama
- Su Getirme
- Su Kuvveti
- Taşkın Kontrolü

Her ana başlık kendi tarih çağlarına, dönemlerine göre de altı farklı konu başlığı altında incelenmiştir. Bu konu başlıkları;

- M.Ö. III. ve II. Bin Yıllar
- M.Ö. I. Bin Yılın İlk yarısı
- M.Ö. I. Bin Yılın İkinci Yarısı ve M.S. I. Bin Yılı
- M.S. 10. – 13. Yüzyılı
- M.S. 14. – 19. Yüzyılı
- 20. Yüzyıl

Türkiye’de keşfedilmiş ve keşfedilmeyi bekleyen sayısız su yapısı bulunmaktadır. Bu su yapılarını açıklamak, günümüzdeki teknoloji ile kısmen sağlanabilmektedir. Bu yapıların tamamını bütün özellikleri ile açıklamak şu an imkânsızdır.

Bu çalışmada daha çok dönemi ve çağına göre özellikleri ile öne çıkmış olan su yapıları üzerinde durulmuştur. Çizelge 3.2 ’de tarihi çağları ve amaçlarına göre bahsedilecek konu başlıkları gösterilmiştir.

Çizelge 3.2: Tarihi çağları ve amaçlarına göre konu başlıkları.

	Akarsu Düzenlemesi	Barajlar	Sulama	Su Getirme	Su Kuvveti	Taşkın Kontrolü
M.Ö. III. ve II. Bin Yılları		✓				
M.Ö. I. Bin Yılın İlk Yarısı		✓	✓	✓		
M.Ö. I. Bin Yılın İkinci Yarısı ve M.S. I. Bin Yılı Arası	✓	✓		✓		✓
M.S. 10. – 13. Yüzyılları			✓		✓	
M.S. 14. – 19. Yüzyılları	✓	✓	✓	✓	✓	
20. Yüzyılın İlk Yarısı		✓				

3.1 Barajlar

Baraj, tarihi çağlardan beri medeniyetlerin temel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla inşa ettiği yapıların başında gelmektedir.

Tarihi dönemlerdeki yapıları incelediğimizde kullanılan malzemeler farklılık gösterse de yapıların yapım metotlarının (*ilkel inşaat metodu*) birbirine benzer nitelikte olduğunu fark etmekteyiz. İlk çağlarda yapılan barajların küçük bentlerden oluştuğunu ve daha çok su biriktirilmesi amacıyla yapıldığını görmekteyiz. Zamanla deneme-yanılma metodu ve müspet bilimle kazanılan bilgi ve tecrübe sayesinde suyun biriktirilmesinin yanı sıra savunma, enerji ve gıda gereksinimlerini karşılamak gibi birçok amaca hizmet eden barajlar yapılmıştır.

Türkiye’de 1936 – 2017 yılları arasında D.S.İ. tarafından 604 adet baraj işletmeye açılmıştır. Bunların 500 adeti sulama, 61 adeti enerji, 70 adeti taşkın koruma ve 33 adeti içme suyu amacıyla yapılmıştır. (bkz. Şekil 3.12). Bu barajların bir kısmı birden fazla amaca hizmet etmektedir.



Şekil 3.12: Türkiye’deki barajların sayısı ².

Tarihi dönemlerden kalma barajların sayısı tam olarak bilinmemektedir. Günümüze kadar tespit edilmiş olan barajlardan bir kısmı hala ayakta ve işlevini sürdürmektedir. Bir kısmının yıkılmış kalıntıları mevcuttur. Diğer kısmının da yetkili kurumlar (D.S.İ., TİKA vb.) tarafından ya restore edilerek ya da yerine yenisi yapılarak işlevlerini yerine getirilmesi sağlanmıştır. Örneğin; Doni Benti, yıktırılarak yerine D.S.İ. tarafından yeni bir bent yaptırılmıştır.

Urartular döneminden kalan 98 adet çeşitli ölçeklerde su yapıları tespit edilmiştir. Bunların sadece 12 adedi hâlâ ayakta. Günümüzde bile tarımsal faaliyetlere büyük katkı sağlamaktadırlar (Orhan, vd., 2006).

² Şekil 3.12, www.dsi.gov.tr web sitesinden alınan sayısal verilere göre oluşturulmuştur.

Çizelge 3.3: Tarihi dönemlere göre baraj listesi.

DÖNEM	BARAJ ADI	YERİ	TEKNİK ÖZELLİKLERİ			AMACI
			Tipi	Yükseklik (m)	Kret (m)	
M.Ö. III. - II. Bin Yılları	Karakuyu	KAYSERİ	Toprak	9,6	185	Sulama
	Gölpınar	ÇORUM	Toprak		110	Su Toplama
	Köylütolu	KONYA	Toprak		900	Su Toplama
M.Ö. I. Binyılın İlk Yarısı	Keşişgölü	VAN			62	Sulama
	Sikhe	VAN		7	7,5	Sulama
	Doni	VAN				Sulama
	Farukbendi	VAN	Kargir	12-16	40	Taşkın
M.Ö. I. Bin Yılın İkinci Yarısı ile M.S. I. Bin Yılı	Çavdarhisar	KÜTAHYA	Kargir	7	80	Taşkın
	Örekaya	ÇORUM	Kargir	16	40	
	Böğet	AKSARAY	Kargir	4	300	Su Depolama Tesisi
	Löştüğün	AMASYA	Toprak	12	30+70	
	Dara	MARDİN		20-25		İçmesuyu
M.S. 14. - 19. Yüzyılları	Topuzbent	İSTANBUL	Kargir		64,5	İçmesuyu
	Büyükbent	İSTANBUL	Kargir	15	84,5	İçmesuyu
	Ayvatbent	İSTANBUL	Kargir	15	65,8	İçmesuyu
	Kirazlıbent	İSTANBUL	Kargir	13	100	İçmesuyu
	Yenibent	İSTANBUL	Kargir	17	101,5	İçmesuyu
	Validebent	İSTANBUL	Kargir	13	100	İçmesuyu
	Topuzlubent	İSTANBUL	Kargir	16	77,5	İçmesuyu
20. Yüzyıl	Çubuk I	ANKARA	Beton	58	220	İçmesuyu
	Gölbaşı	BURSA	Toprak	131	1020	Sulama
	Gebere	NİĞDE	Toprak		835	Sulama

Çizelge 3.3 'te, dönemi ve çağına göre özellikleri ile öne çıkmış olan barajların bir kısmı listelenmiştir. Mümkün olduğu ölçüde bazıları hakkında detaylı bilgi verilecektir.

3.1.1 M.Ö. III. - II. bin yılları arası barajlar

M.Ö. II. Bin yılın ortalarında, Türkiye'nin en eski baraj kalıntısı Orta Anadolu'da Hititler tarafından yapılan Karakuyu Barajı'dır (bkz. Şekil 3.13). Kayseri ili Uzunyayla'nın sulanması amacıyla yapılmıştır. Von der Osten (1933) 'e göre baraj yeri ve tekniği iyi seçilmiş, bugünkü mühendislik prensiplerine uymaktadır.

Karakuyu Barajı'nın sahip olduğu önemli özelliklerinden dolayı ayrıntılı inceleme yapılmıştır. Barajın özellikleri barajın bulunduğu yer ve barajın tekniği olacak şekilde iki konu başlığı altında incelenmiştir.

Barajın bulunduğu yeri, meteorolojik ve iklimsel veriler (*sıcaklık, yağış ve güneşlenme süresi*) ve Uzunyayla Platosu'nun jeomorfolojisi (*jeomorfolojik ve jeolojik özellikler*) ile barajın tekniği ise baraja ait teknik bilgiler ve barajda savaklama ile açıklanmıştır.

Baraja ait mevcut plan, yazıt ve resimler bilgiler ile bilgisayar destekli çizim programı (NETCAD) 'ndan yararlanarak modellenmesi yapılmış olup baraj hakkında daha fazla bilgi verilmeye çalışılmıştır. Yukarıda belirtilen bilgiler Bölüm 4 'teki konu başlıkları altında ayrıntılı olarak yer almaktadır.

M.Ö. 1240 yılı civarlarında Çorum ili Alacahöyük yakınında suyu toplamak için kemer şeklinde yapılan Gölpınar barajı ile M.Ö. 13. yüzyılın 2. yarısı civarında Konya ili Ilgın yakınında suyu toplamak için hafif konkav şeklinde yapılan Köylütolu barajı Hitit döneminin diğer önemli su yapılarıdır (bkz. Şekil 3.14 – Şekil 3.16).

21. yüzyıl başında restore edilen Gölpınar Barajı, günümüzde hizmet gören dünyanın en eski su yapılarından biri niteliğindedir (Öziş, 2015).



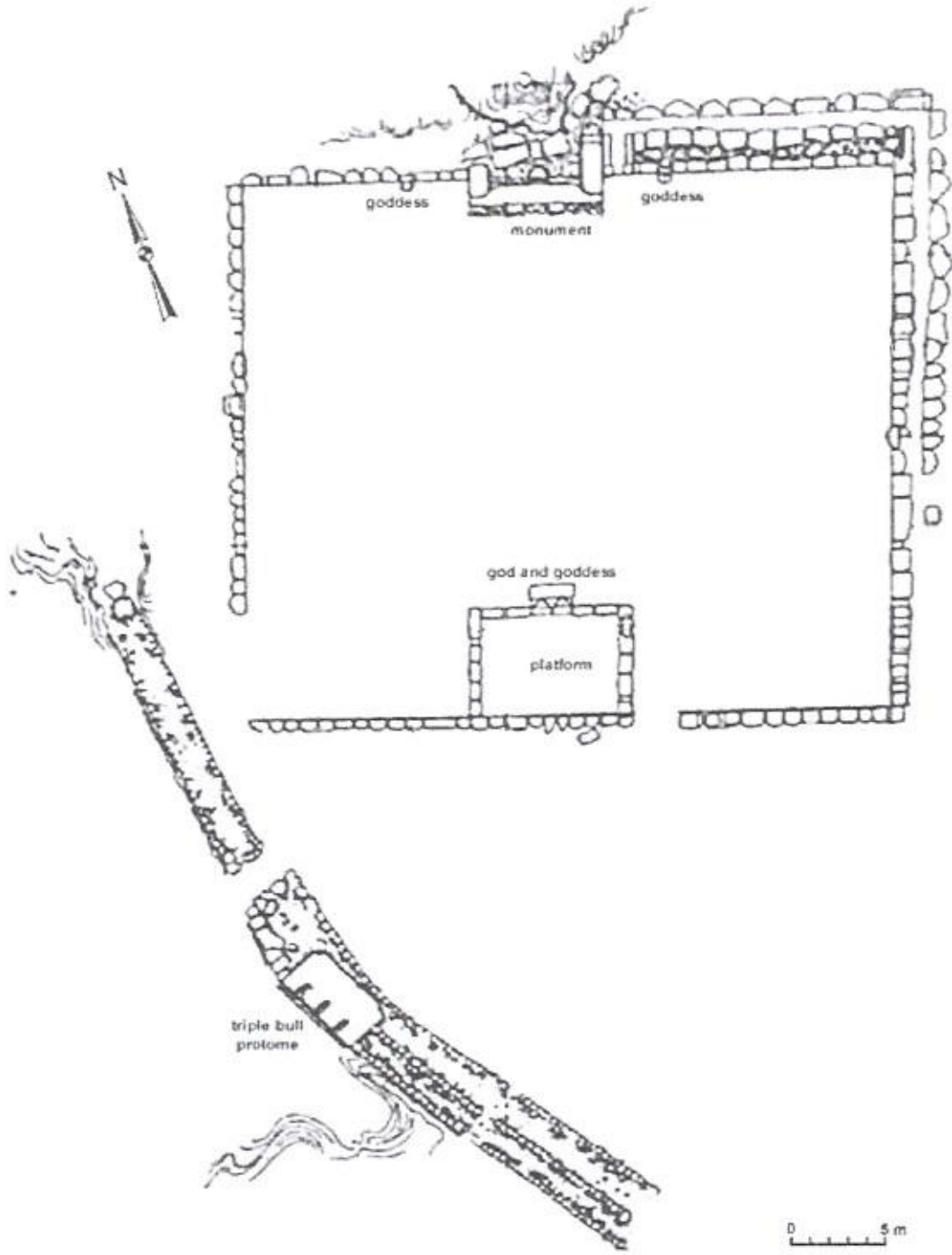
Şekil 3.13: Karakuyu barajı (D.S.İ.).
(Hitit dönemi, M.Ö. II. binin ortaları)



Şekil 3.14: Alacahöyük Hitit su bendi (URL -5; Baykan ve Baykan, 2015).
(Hitit Dönemi, M.Ö. 1240)



Şekil 3.15: Eflatunpınar Hitit su anıtı ve planı (URL -6).
(Hitit Dönemi, M.Ö. 13. yüzyılın 2. yarısı)



Site plan by Sim Özdemir

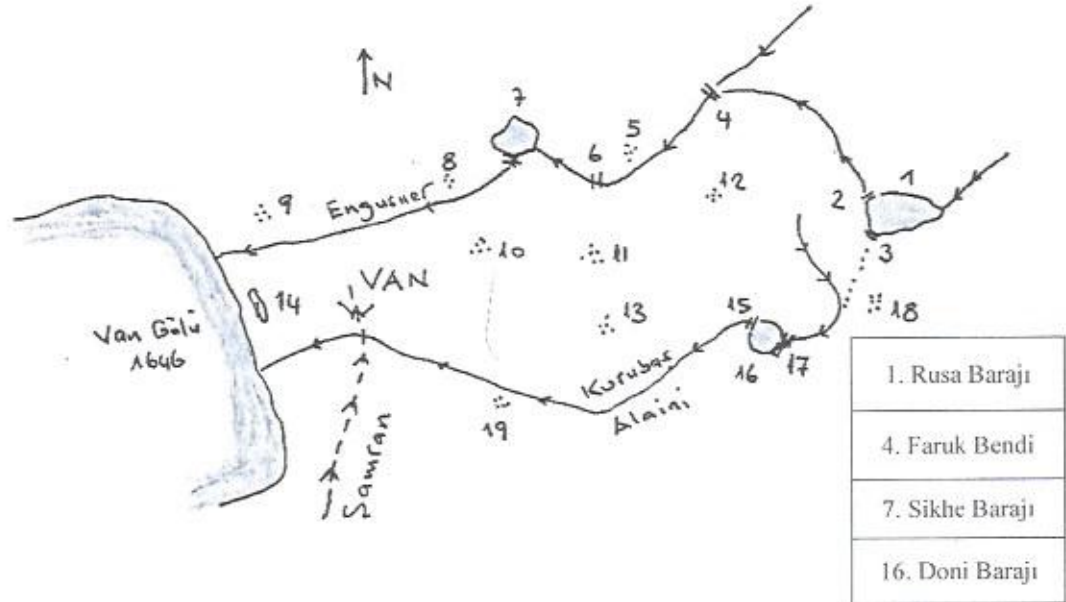
Şekil 3.16: Eflatunpınar Hitit su anıtı ve planı (Özenir, 2002).

3.1.2 M.Ö. I. bin yılın ilk yarısında barajlar

M.Ö. 840 – M.Ö. 590 yılları arasında, Urartular tarafından Van ili ve ovasını sulama amacıyla Keşiş Gölü'nün her iki tarafına iki bent yapılmıştır. Bu bentler:

- Keşiş Gölü (Rusa) barajı
- Sikhe barajı
- Doni bendi
- Faruk bendi

Bu bentlerin yerleri Şekil 3.17 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.17: Urartu barajlar sistemi (Bildirici, 2008).

Keşiş Gölü 'nden beslenmekte olan Sikhe ve Doni bentleri sulama amacıyla Urartular Döneminde yapılmıştır (bkz. Şekil 3.18 – Şekil 3.19). Urartu baraj sisteminde yer alan Faruk bendi taşkın koruma amaçlı Roma döneminde yapılmıştır (bkz. Şekil 3.19 – Şekil 3.20). Doni benti, yıktırılarak yerine D.S.İ. tarafından yeni bir bent yaptırılmıştır.

Rusa barajı ile Sikhe gölünün aralarındaki kot farkı 776 m ve uzaklıkları yaklaşık 17 km'dir. Dolayısı ile yaklaşık eğim % 5 olmaktadır. Bu kot farkı ve eğim ile suyu iletmek için günümüzde bile önemli bir hidrolik bilgisi gerektirmektedir.



Şekil 3.18: Sikhe göl ayağındaki baraj (Baykan, 2008).
(Urartu dönemi, M.Ö. 840 – M.Ö. 590)



Şekil 3.19: Doni barajından görüntü (Gabrecht, 2004).
(Cumhuriyet dönemi, 20. yüzyıl)



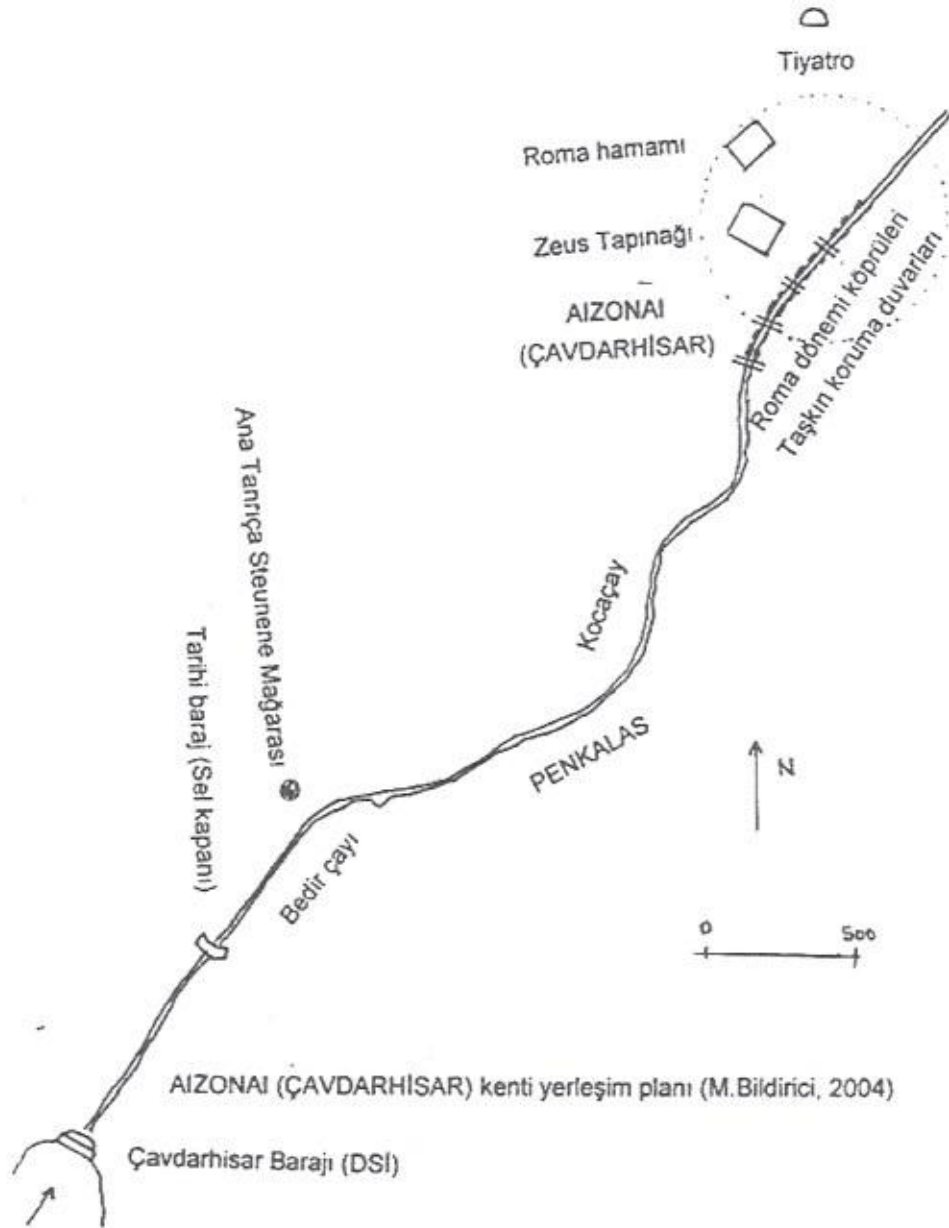
Şekil 3.20: Faruk barajı, sol sahili 1988'de yıkılmadan önce (Baykan, 2008).
(Roma dönemi)



Şekil 3.21: Faruk barajı (Baykan, 2008).
(Cumhuriyet dönemi, 20. yüzyıl)

3.1.3 M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ve M.S. I. bin yılı arası barajlar

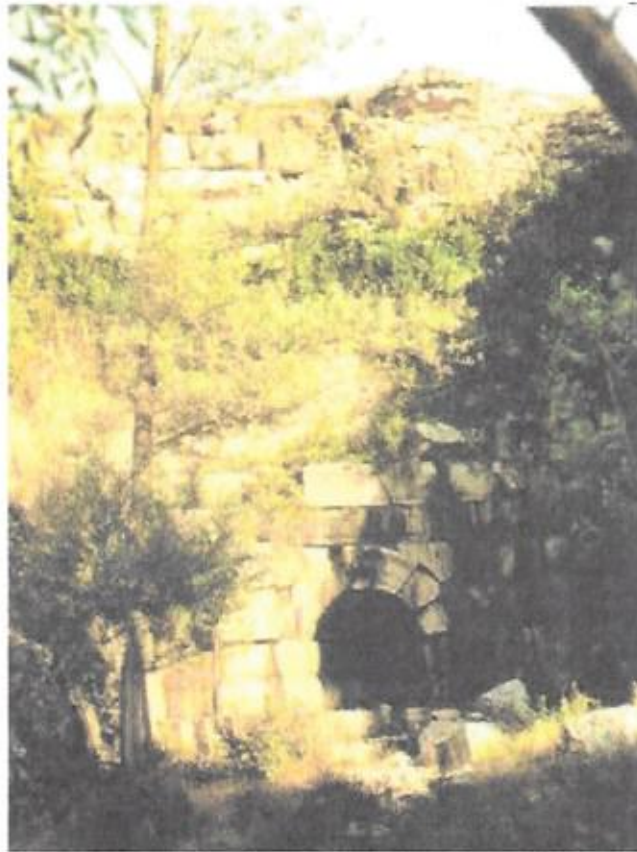
M.S. 1. – 2. yüzyıllarında, Roma ve erken Bizans döneminde Kütahya ili yakınında Aizanoi kentini taşkından koruma amacıyla yapılan Çavdarhisar barajı; 7 m yüksekliğe, 80 m kret uzunluğuna sahiptir. Yaklaşık 0,6 m – 0,7 m kare kesitli, 1 m uzunluğunda bloklardan oluşmuş baraj, memba ve mansap arasında kalan 4,5 m – 5,5 m genişliğindeki alanın toprak çekirdek ile doldurularak inşa edilmiştir (bkz. Şekil 3.22 - Şekil 3.23).



Şekil 3.22: Aizanoi (Çavdarhisar) barajı vaziyet planı (Bildirici, 2004).



Şekil 3.23: Çavdarhisar sel kapanı (Aizonia) (Baykan, 2008).
(Roma dönemi, M.S. 1. – 2. yüzyıl)



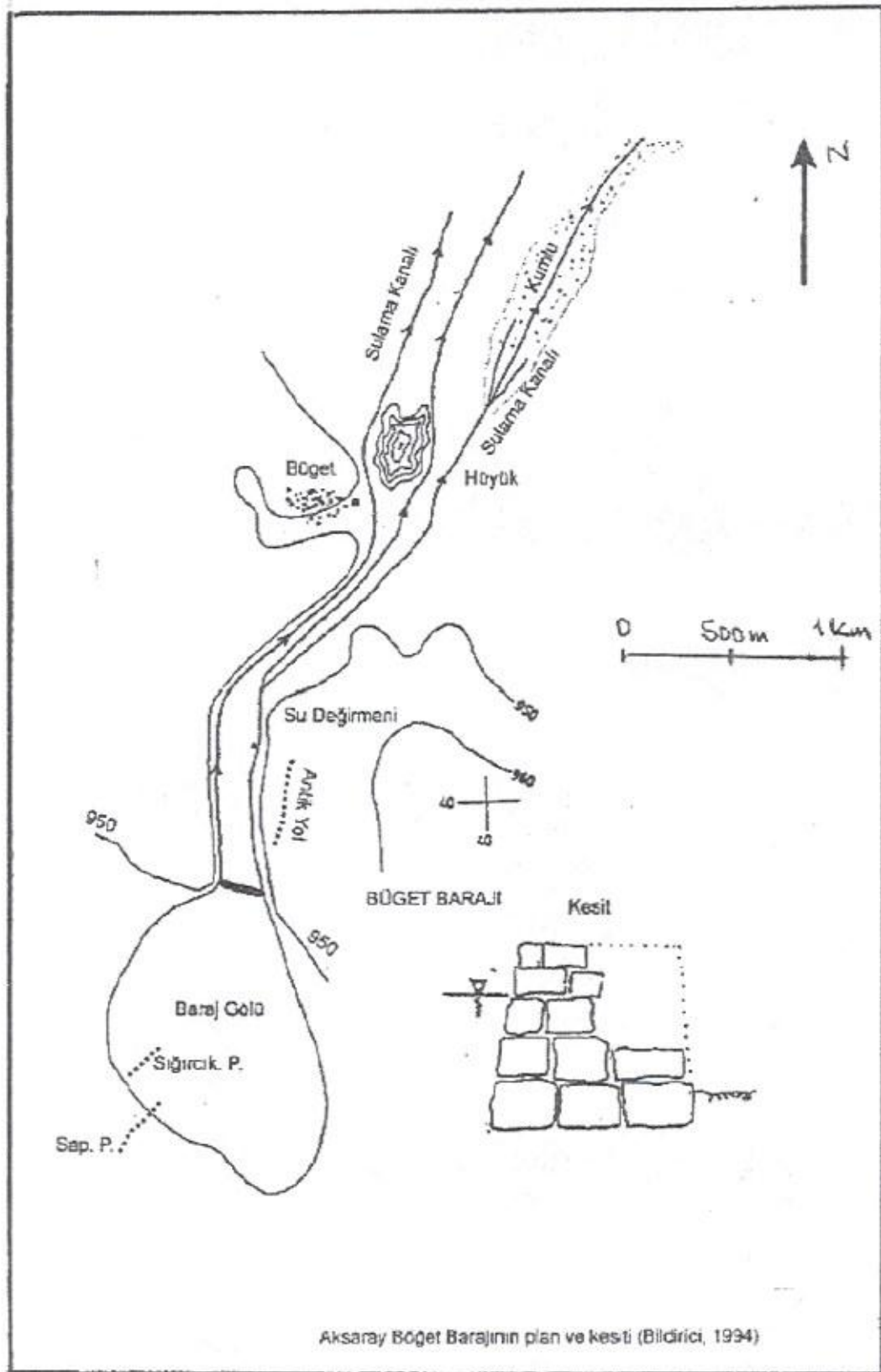
Şekil 3.24: Örükaya barajı mansap görünümü (Bildirici, 2009).
(Roma dönemi, M.S. 1. – 2. yüzyıl)

Günümüzde kullanılan kil çekirdekli dolgu barajlar en basit şekliyle ilk defa Romalılar tarafından kullanılmıştır (Tuna, 2008).

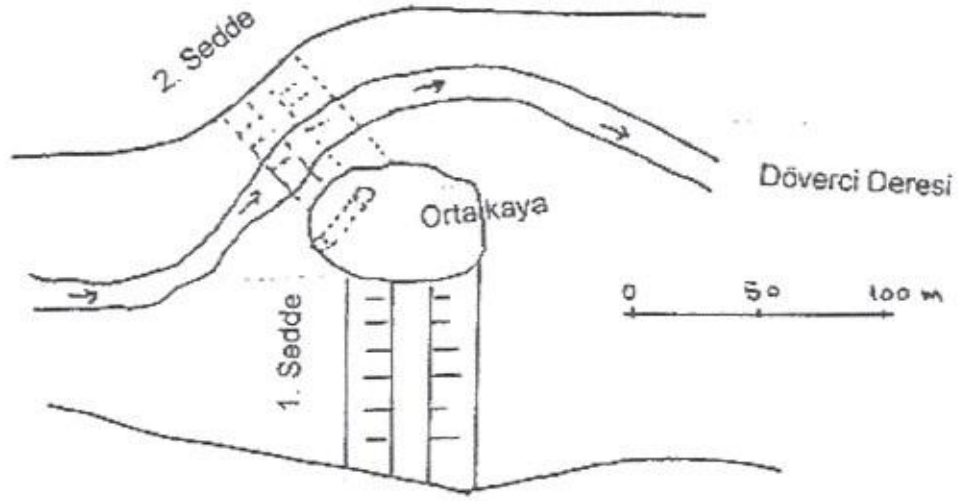
Bu dönemde yapılan diğer barajlar, yüksekliği en fazla olan Çorum ili yakınındaki 16 m yüksekliğe, 40 m kret uzunluğuna sahip Örükaya barajı (bkz. Şekil 3.24), benzer yapıya sahip Niğde ili yakınındaki sulama amacıyla yapılan 4 m yüksekliğe, 300 m kret uzunluğuna sahip Böğet barajı (bkz. Şekil 3.25) ve Amasya ili yakınındaki 30 m ve 70 m kret uzunluklarına sahip iki parçalı Löstüğün barajıdır (bkz. Şekil 3.26).

6. yüzyılda Mardin ili Dara Antik kenti yakınında 20 m – 25 m yüksekliğindeki sarnıçlara sahip olan Dara barajı Roma döneminde inşa edilen diğer su yapısıdır (bkz. Şekil 3.27). Dara barajı dünyanın en eski kemer barajı olma özelliğine sahiptir.

Dünya'nın ilk su barajının Dara'da olduğu söylenmektedir (URL -7).



Şekil 3.25: Bögüt barajının plan ve kesiti (Bildirici, 1994).



Löstüğün barajı vaziyet planı (Stark 1957)

Şekil 3.26: Löstüğün barajı vaziyet planı (Bildirici, 2009).



Şekil 3.27: Dara barajı su kemeri (URL -8).
(Roma dönemi, 6. yüzyıl)

3.1.4 M.S. 14. – 19. yüzyılları arası barajlar

M.S. 14. ile 20. yüzyılın başları arasında, Osmanlı döneminde, başta İstanbul ili olmak üzere Türkiye'nin çeşitli yerlerine su yapıları yapılmıştır. Dönemin en önemli barajları, Kırkçeşme ve Taksim su getirme sistemlerine sonradan eklenen yedi benttir (bkz. Şekil 3.28). Günümüzde de işlevlerini sürdürmektedirler. Bu bentler:

Kırkçeşme su yolu sistemindeki bentler:

- Topuzbent (Karanlıkbent)
- Büyükbent
- Ayvatbent
- Kirazlıbent

Taksim su yolu sistemindeki bentler:

- Yenibent
- Validebent
- Topuzlubent

1620 – 1819 yılları süresince Kırkçeşme su yolu sistemine eklenen bentler sayesinde suların mevsimlik olarak düzenlenmesi sağlanmıştır.

1620 yılında 10 m yüksekliğe, 65 m kret uzunluğuna sahip Topuzbent, 1724 yılında 15 m yüksekliğe, 85 m kret uzunluğuna sahip Büyükbent (bkz. Şekil 3.29), 1765 yılında 15 m yüksekliğe, 66 m kret uzunluğuna sahip Ayvatbent (bkz. Şekil 3.30) ve 1765 yılında 13 m yüksekliğe, 60 m kret uzunluğuna sahip Kirazlıbent (bkz. Şekil 3.31) barajları inşa edilmiştir.

1750 – 1839 yılları süresince Taksim su yolu sistemine eklenen bentler sayesinde sistemin düzenli olarak suyla beslenmesi sağlanmıştır.

1750 yılında 16 m yüksekliğe, 81 m kret uzunluğuna sahip Topuzlubent (bkz. Şekil 3.32 - Şekil 3.33), 1796 yılında 13,5 m yüksekliğe, 104 m kret uzunluğuna sahip Validebent (bkz. Şekil 3.34) ve 1839 yılında 17 m yüksekliğe, 102 m kret uzunluğuna sahip Yenibent (bkz. Şekil 3.35) barajları inşa edilmiştir.

Çizelge 3.4 'te bu bentlere ait teknik özellikler gösterilmektedir.



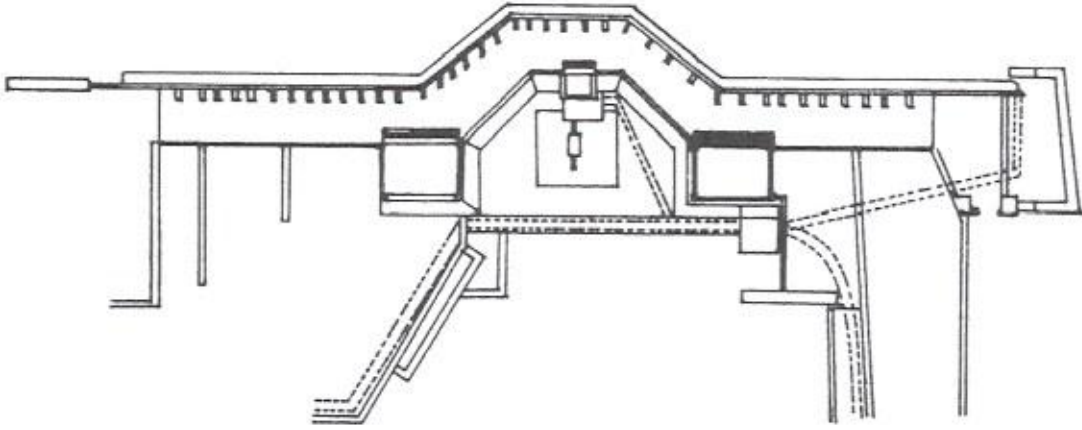
Şekil 3.29: Büyükbent görünümü (Acar, 2010).
(Osmanlı dönemi, 1724 yılı)



Şekil 3.30: Ayvatbent görünümü (Acar, 2010).
(Osmanlı dönemi, 1765 yılı)



Şekil 3.31: Kirazlıbent görünümü (Acar, 2010).
(Osmanlı dönemi, 1818 yılı)



Şekil 3.32: Topuzlubent planı (Yüngül, 1957).



Şekil 3.33: Topuzlubent görünümü (Acar, 2010).
(Osmanlı dönemi, 1750 yılı)



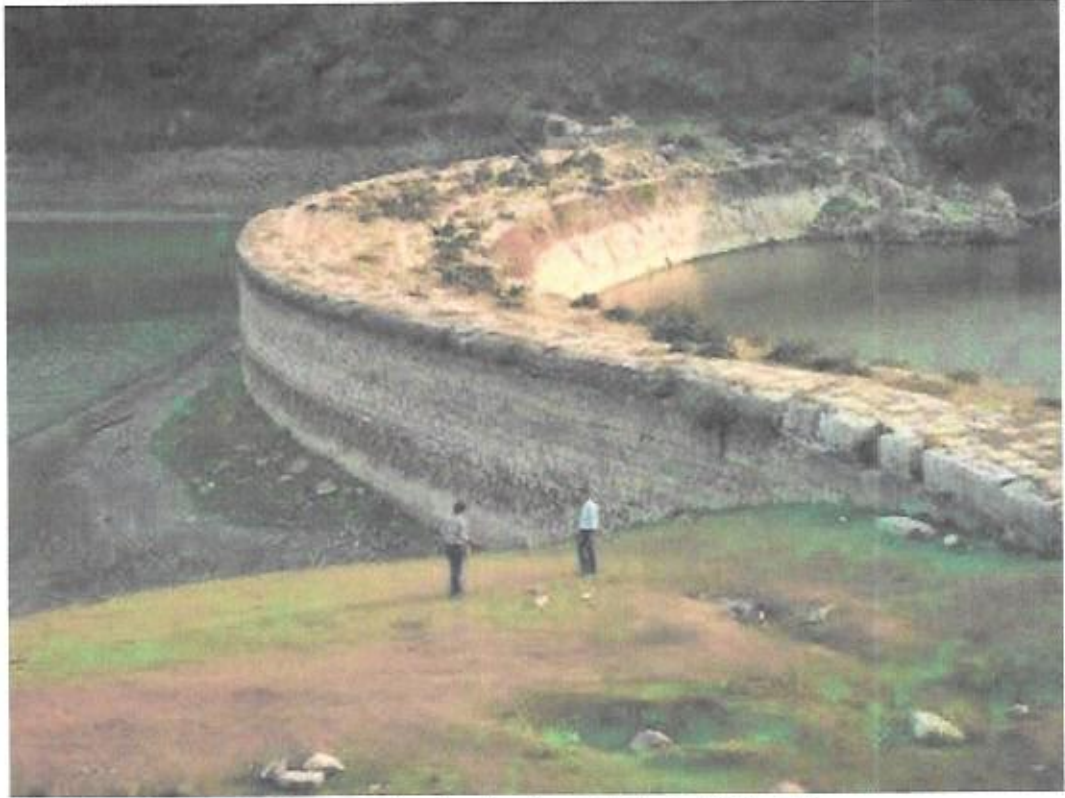
Şekil 3.34: Validebent görünümü (Acar, 2010).
(Osmanlı dönemi, 1797 yılı)



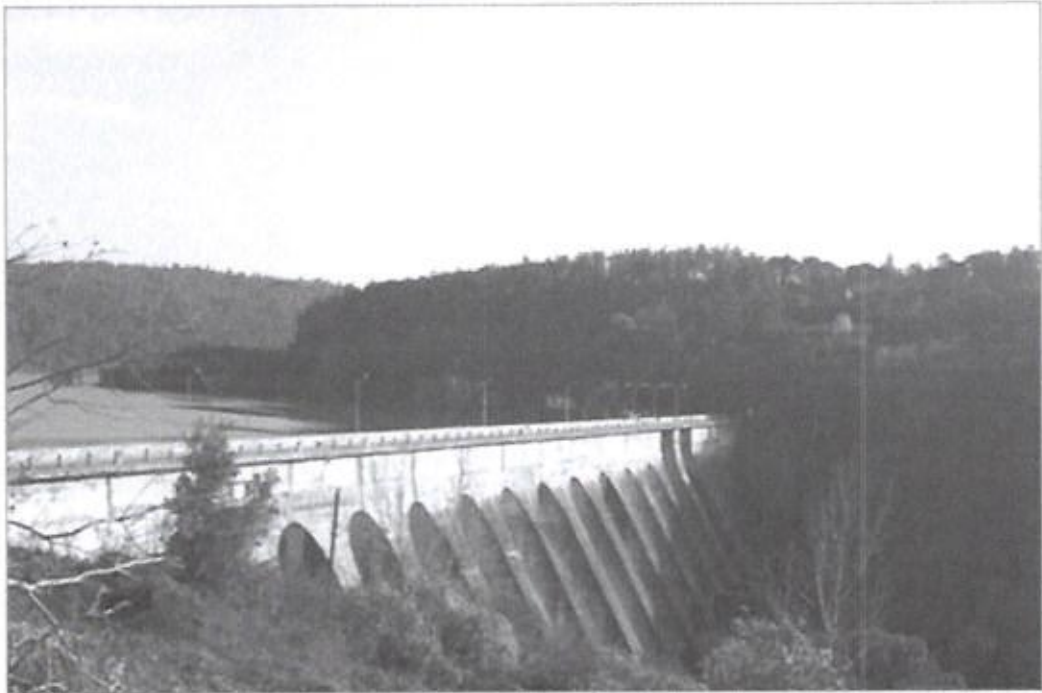
Şekil 3.35: Yenibent görünümü (Acar, 2010).
(Osmanlı dönemi, 1839 yılı)

19. yüzyılda sanayi amacıyla İstanbul ili yakınında 10 m yüksekliğe sahip Şamlar (bkz. Şekil 3.36) ve aynı yüzyılın ortalarında Sakarya ili yakınında 23 m yüksekliğe, 34 m kret uzunluğa sahip Maden barajları yapılmıştır.

Osmanlı döneminin son yüzyılında içme suyu amacıyla İstanbul ili yakınında 20 m yüksekliğe sahip Elmalı I (bkz. Şekil 3.37) barajı yapılmıştır. Bu baraj, ilk 1893 yılında toprak dolgu olarak yapılmış daha sonra 1926 yılında kargir baraj şeklinde onarımı yapılarak şu anki durumuna getirilmiştir. Bu baraj, Osmanlı döneminde yapılan en büyük barajdır.



Şekil 3.36: Şamlar barajı görünümü (URL -17).
(Osmanlı dönemi, 19. yüzyıl)



Şekil 3.37: Elmalı I barajı görünümü (URL -10).
(Osmanlı dönemi, 1619 yılı)

3.1.5 20. yüzyılın ilk yarısındaki barajlar

20. yüzyılın ilk çeyreğinde Erken Cumhuriyet döneminde, E.İ.E. (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) 'nin kurulmasıyla birlikte Türkiye'de daha sistemli su yapıları yapılmaya başlanmıştır (bkz. Çizelge 3.5).

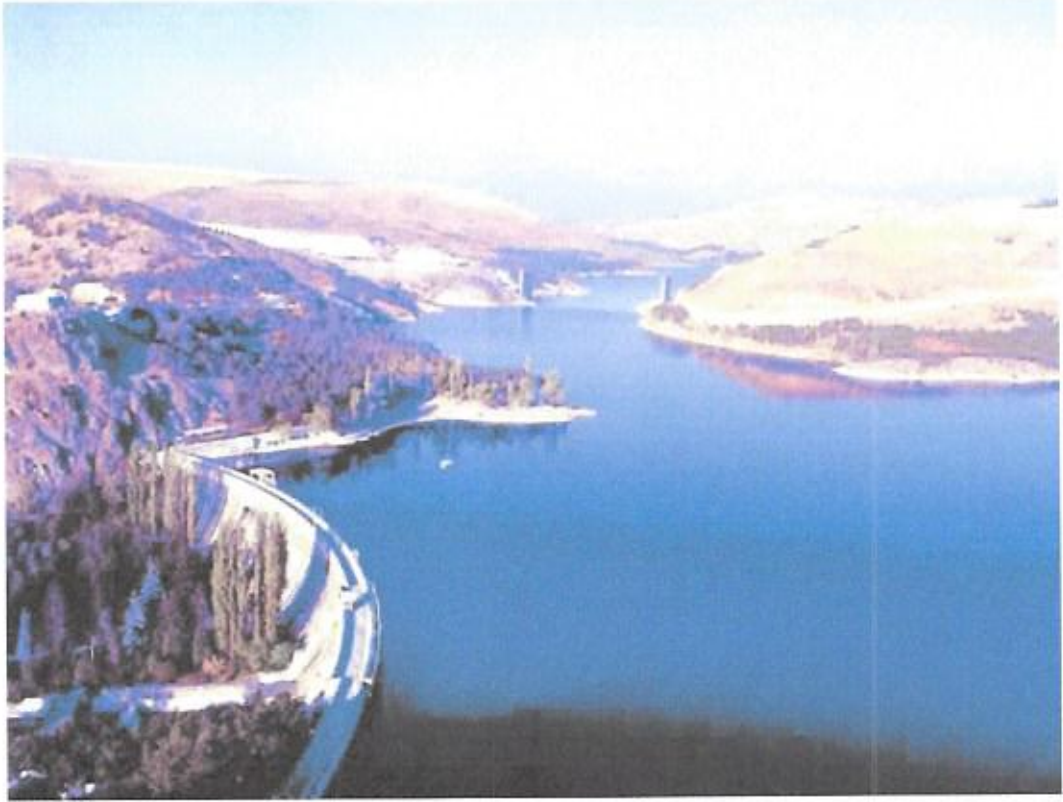
1936 yılında içme suyu amacıyla Ankara ili yakınında 25 m yüksekliğe sahip Çubuk I barajı yapılmıştır (bkz. Şekil 3.38). Bu baraj, cumhuriyet döneminin ilk barajı olma özelliğine sahiptir.

Sulama amacıyla 1938 yılında Bursa ili yakınında 10,70 m yüksekliğe sahip Gölbaşı ile 1941 yılında Niğde ili yakınında 13 m yüksekliğe sahip Gebere barajları yapılmıştır.

Cumhuriyetin ikinci ve üçüncü çeyrek yüzyıllarında D.S.İ. (Devlet Su İşleri) 'nin kurulmasıyla nitelik ve nicelik yönünden önemli barajlar yapılmıştır.

Çizelge 3.5: Erken cumhuriyet döneminde yapılan önemli barajların teknik özellikleri (Büyükyıldırım, 2008).

Baraj	Yeri	Akarsu Adı	Yapım Yılları	Tipi	Gövde Hacmi (m ³)	Kret Kotu (m)	Temelden Yükseklik (m)	Göl Hacmi (hm ³)
Çubuk I	Ankara	Çubuk	1930-1936	Beton ağırlık	120 000	908.61	58.0	5.60
Gölbaşı	Bursa	Aksu	1933-1938	Toprak Dolgu	320 000	131.00	14.0	12.75
Gebere	Niğde	Uzandı	1939-1941	Toprak Dolgu	155 000	1707.50	17.0	2.38



Şekil 3.38: Çubuk I barajı görünümü (URL -11).
(Cumhuriyet dönemi, 1936 yılı)

3.2 Su Getirme

Medeniyetler zamanla edindikleri bilgi ve deneyimler ile suyun biriktirilmesinden sonra suyun iletimi, getirilmesi için yapılar yapmışlardır. Bu yapılar uzun mesafelerden istenilen alanlara suyun iletimini ve dağıtımını sağlayan yapılardır. Pişmiş toprak borular, kehrizler, su kemerleri bu yapılardan bazılarıdır.

Tarihi çağlarda çok basit, ilkel sistemler olmasına karşın zamanla bu sistemler de medeniyetlerin gelişimine bağlı olarak gelişim göstermiştir.

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde antik dönemin en uzun suyolu ile en büyük basınca dayanmış olan ters sifonu, türünün dünyadaki en büyüğü gibi pek çok özelliğe sahip su getirme sistemleri bulunmaktadır. Türkiye bu bakımdan çok zengin ve önemli örneklerle sahiptir.

Çizelge 3.6: Tarihi dönemlere göre su getirme listesi.

Yapıldığı Dönem	Eserin Adı	Şehir	Teknik Özelliği	Uzunluğu (m)
M.Ö. I. Bin Yılın İlk Yarısı	Kehrizler	VAN	Kanat Sistemi	
M.Ö. I. Bin Yılın İkinci Yarısı ile M.S. I. Bin yılları arası	Istranca	İSTANBUL	Antik dönemde dünyanın en uzun suyolu	240 000
	Madra Dağ	İZMİR	Antik dönemde dünyanın en büyük basınca dayanan ters sifonları	190
	Karapınar			155
	Aspendos	ANTALYA	Türünün en uzunlarından	1 700
M.S. 14. - 19. Y.Y. arası	Süleymaniye Suyolu	İSTANBUL	En uzun ve en fazla debiye sahip	50 000
	Taşlımüsellim Suyolu	EDİRNE		50 000
	Kırkçeşme Suyu	İSTANBUL	3 düzine kadar su kemeriye sahip	55 000

Çizelge 3.6 'da, dönemi ve çağına göre özellikleri ile öne çıkmış olan su getirme sistemlerinin bir kısmı listelenmiştir. Mümkün olduğu ölçüde bazıları hakkında detaylı bilgi verilecektir.

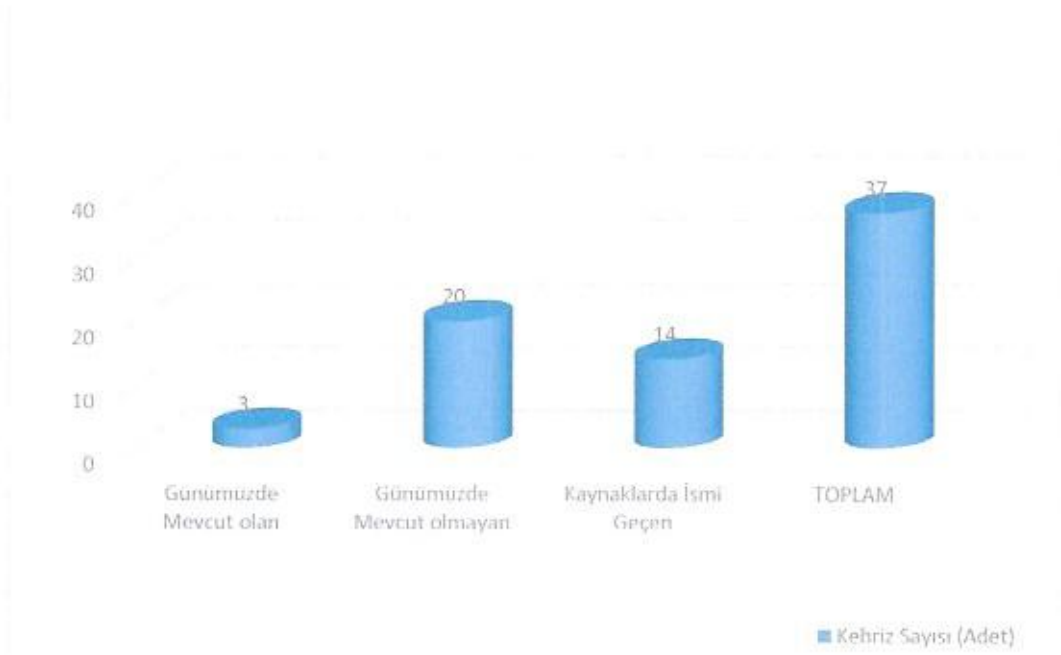
3.2.1 M.Ö. I. bin yılın ilk yarısı su getirme

Anadolu'da ilk olarak Urartular döneminden kalma Van ili ve çevresinde yer alan birçok kehriz yapısı vardır. Kehrizler, "kanât" sisteminde olup taşla örülmüş yeraltında bulunan yapılardır. Bu yapılar uzun mesafelere su iletimi ve dağıtımı sağladığından dolayı sıcak ve kurak ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde halen hizmet gören kehrizler bulunmaktadır.

1960 yılına kadar Van ilinin her türlü su ihtiyacının tamamı, 1980 yılına kadar ise su ihtiyacının yarısına kadarını sağlayan kehrizler, son yıllarda yapılan yol, su, kanalizasyon gibi alt yapı çalışmalarından ötürü kehriz kanallarının büyük bölümünün çöküp ve/veya yıkılarak işlemez hale gelmesine sebep olmuştur.

Van ili ve çevresinde yer alan ve sayıları 36 ile 48 arasından değişen kehrizlerden günümüzde güzergâhları tespit edilenlerin sayısı 23 adettir. Tespit edilen bu kehrizlerden sadece 3 adeti günümüzde mevcut bulunmaktadır. Geri kalan 20 adeti günümüzde mevcut bulunmamaktadır. 14 adetinin ise sadece kaynaklarda ismi geçmekte olup yeri, su verimliliği, kanal tipi, kanal uzunluğu gibi teknik özellikleri hakkında bilgiler mevcut değildir (bkz. Şekil 3.39).

Van ilinin yer altı su kanalları olan bu kehrizler hakkında daha detaylı bilgi Van Rehberi'nde yer almaktadır (URL -12).



Şekil 3.39: Van ili ve çevresinde bulunan kehrizler.

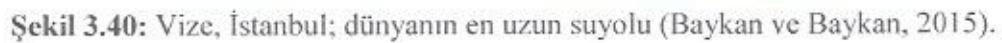
Kehrizler, borulu sulamanın atası olarak kabul edilmektedir.

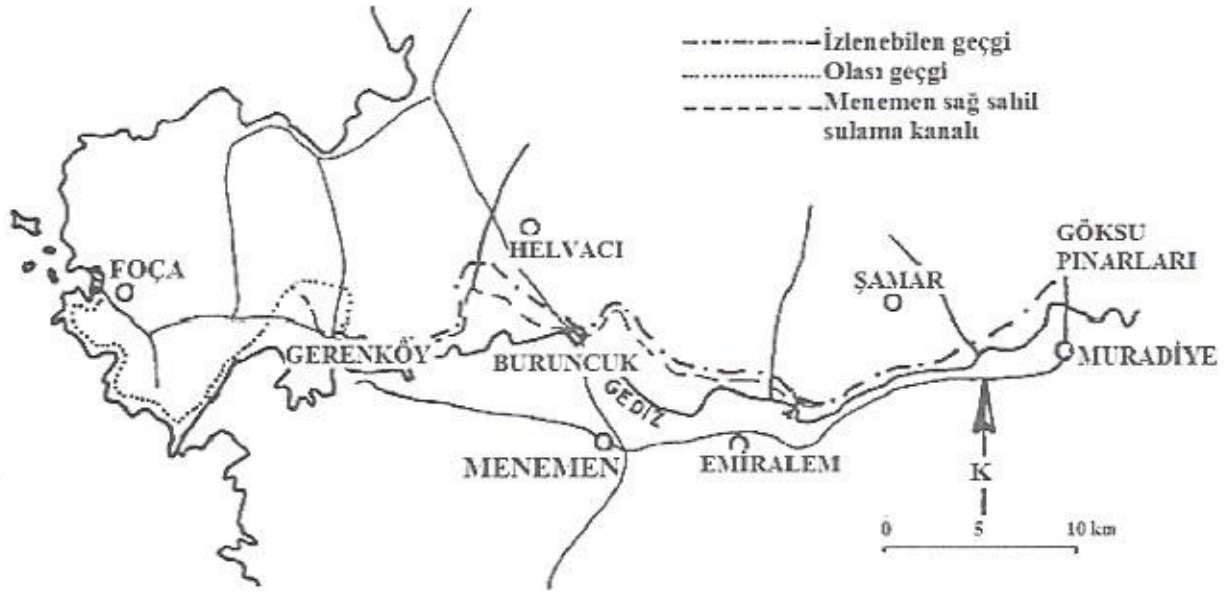
3.2.2 M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ile M.S. I. bin yılları arası su getirme

M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ile M.S. I. bin yılları arasında Helen, Roma ve Erken Bizans dönemlerinden kalma, çeşitli su yolu kalıntıları bulunmaktadır. Bu su yollarında; çeşitli yüksekliklerde su kemerleri ve çeşitli çaplarda su tünelleri, pişmiş toprak, taş ve kurşun borular gibi değişik özelliklere sahip su yapıları bulunmaktadır.

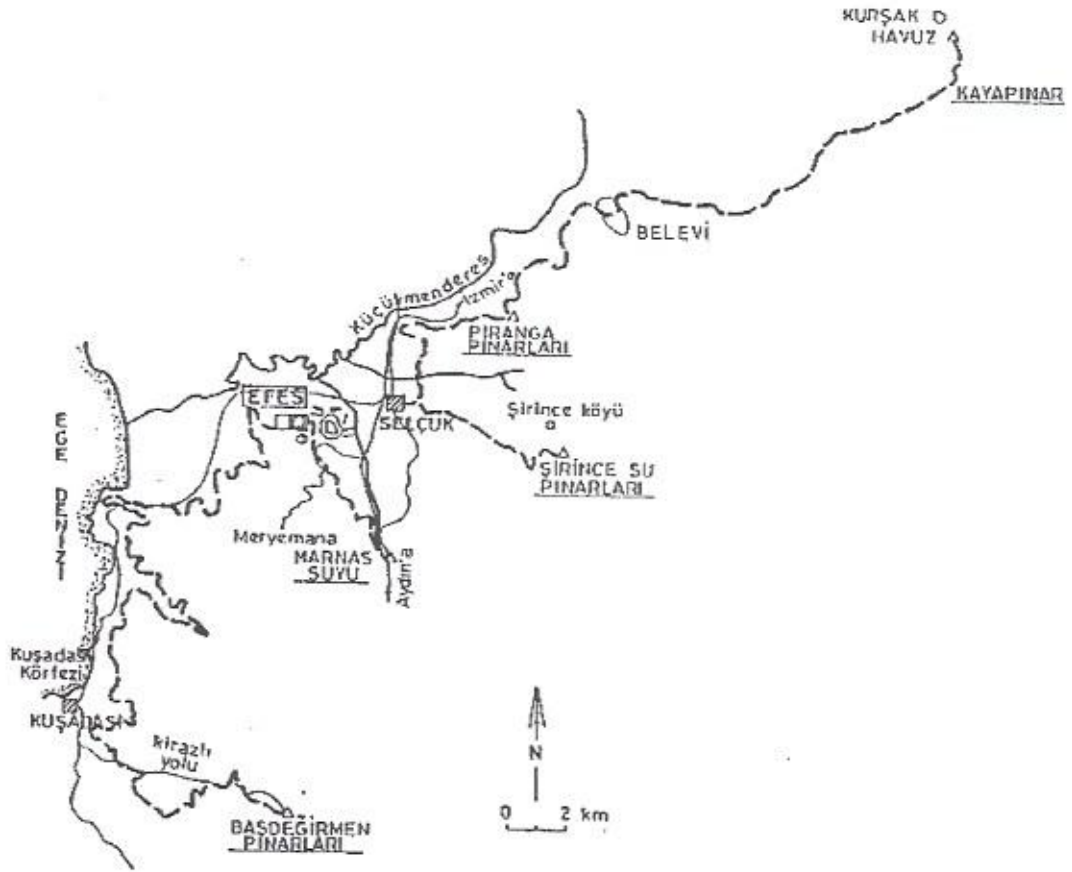
M.S. 1. – 2. yüzyıllar arasında Bergama, İzmir, Efes ve Perge gibi büyük kentleri birkaç farklı kaynaktan besleyen su yolları inşa edilmiştir. Örneğin; Uzuncaburç, Olba ve Ayaş antik kentlerine su iletimi üç ayrı su yolu ile sağlanmıştır.

Buna ek olarak, Foça'ya 100 km uzaklıkta bulunan Muradiye (bkz. Şekil 3.41) yakınından su getiren sistem; Bergama'ya 65 km uzaklıkta bulunan Soma yakınından su getiren sistem ile Efes'e 43 km uzaklıkta bulunan Kuşadası (bkz. Şekil 3.42) yakınından su getiren sistem diğer önemli suyollarıdır.





Şekil 3.41: Foça tarihi su iletim sistemi geçgisi (Baykan, vd., 2008).



Şekil 3.42: Efes tarihi su iletim sistemi geçgileri (Linguri, vd., 1974).

Bergama'ya 190 m uzaklıktan Madradağ yakınından su getiren sistem (*kurşun borulu ters sifonu* – bkz. Şekil 3.43) ile İzmir'e 155 m uzaklıktan Karapınar (bkz. Şekil 3.44) yakınından su getiren sistemi (*taş borulu ters sifonu* - bkz. Şekil 3.45) antik dönemde dünyanın en büyük basınca dayanan ters sifonları olma özelliğine sahiptirler.³ Bunlara ek olarak; Aspendos'un 1,7 km uzunluğundaki taş boru ters sifonu ve altyapısı kemerleri türünün önde gelen yapıları arasındadır.

M.S. 4. – 8. yüzyılları arasında İstanbul'da 150 m – 250 m kenar uzunluklarına sahip olan sarnıçlar inşa edilmiştir.

Ayrıca; Samsat, Side, Alabanda (bkz. Şekil 3.46), Milet, Iassos, Yalvaç, Antakya, Patara, Metropolis, Tripolis gibi pek çok su yolu bulunmakta, yeni bulunanlar ile sayıları ve çeşitlilikleri artmaktadır.

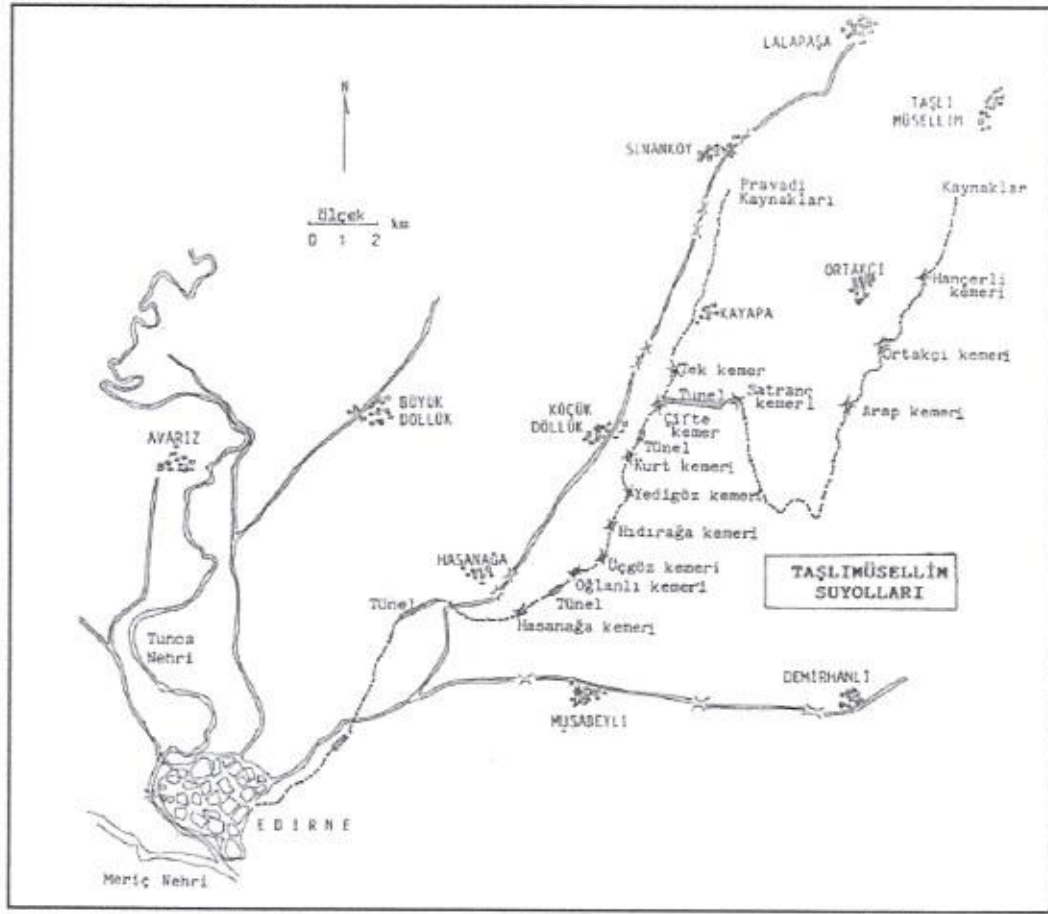
³ Ters sifonlar, akarsu veya tünel gibi engelleri geçmek için kullanılır (URL -18).



Şekil 3.43: Bergama’da bulunan taş maşonlu kurşun boru (Baykan, 2008).



Şekil 3.44: İzmir’e su ileten başlıca su yollarının geçgileri (Öziş, 1999).



Şekil 3.49: Taşlımüsellim suyollarının genel geçgisi (Arısoy, 2008).

1560 yıllarında İstanbul 'a su getirmek amacıyla Kırkçeşme su yolu (bkz. Şekil 3.50) inşa edilmiştir. 55 km uzunluğunda olan bu yapının da Taşmüsellim su yolu gibi günümüzde büyük bir kısmı çalışmaktadır.

Kırkçeşme Suyolu üzerinde; üç düzine kadar su kemeri bulunmakta olup aralarında 35 m yüksekliğe ve 70 m uzunluğa sahip dört göz alıcı su kemeri (*Uzun, Eğri, Mağlova, Güzelce*; bkz. Şekil 3.51 – Şekil 3.54) öne çıkmaktadır.

İstanbul 'a su getiren en büyük sistemlerinden olan Süleymaniye ve Kırkçeşme suyollarından sonra en büyüğü 1730 yıllarında inşa edilen Taksim Suyolu'dur. Ayrıca İstanbul 'un Üsküdar, Kilyos gibi diğer suyolları, Şanlıurfa, İzmit, Bursa ve Çorum su getirme sistemleri de oldukça ilgi çekicidir.



Şekil 3.50: Kırkçeşme suyollarının genel geçgisi (Öziş, 1990).



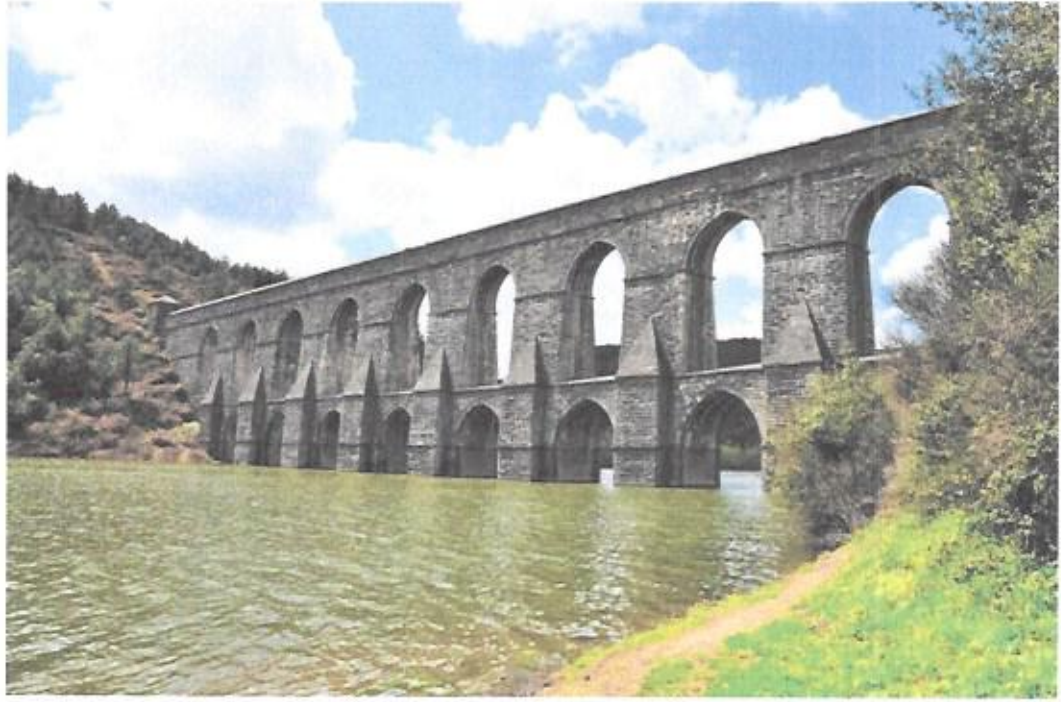
Şekil 3.51: Uzun kemer (URL -20).
(Osmanlı Dönemi, M.S. 16. Yüzyıl)



Şekil 3.52: Eğri kemer (URL -20).
(Osmanlı Dönemi, M.S. 16. Yüzyıl)



Şekil 3.53: Mağlova kemer (Arisoy, 2008).
(Osmanlı Dönemi, M.S. 16. Yüzyıl)



Şekil 3.54: Güzelce kemer (URL -21).
(Osmanlı Dönemi, M.S. 16. Yüzyıl)

3.3 Sulama

Suyun iletimi, getirilmesi ile birlikte sulama imkânı ortaya çıkmıştır. Sulama ile toprağın ihtiyaç duyduğu ancak doğal yağışlar ile karşılanamayan suyun yapay olarak getirilmesi sağlanmıştır. Bu sayede medeniyetler tarıma yönelmiş ve gıda gibi en temel ihtiyaçlarını karşılamıştır.

Sulamanın, tarihi çağlardan beri medeniyetler için yeri ayrı olmuştur. Yapılan araştırmalar ve kazılar neticesinde sulamanın tarihçesi M.Ö. 6 yüzyıla dayanmaktadır. Özellikle Mezopotamya ve Antik Mısır'da sulama çabalarına ilişkin belgeler mevcuttur. Kabartma bir vazo sulama konusunda en eski belge niteliği taşımaktadır.

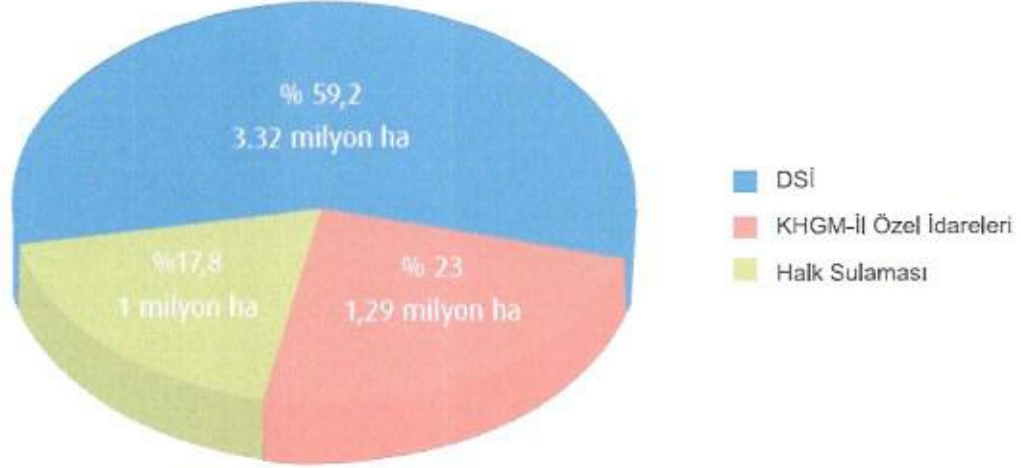
Anadolu'da en eski ve aynı zamanda en önemli sulama yapısı Urartu döneminde yapılmış olup Selçuklular ve Osmanlılar döneminden kalma sulama yapıları mevcuttur. Bu yapılardan bir kısmı günümüzde hâlâ ayakta ve işlevini sürdürmektedir. Örneğin; bir su mühendisliği harikası kabul edilen Şamran Kanalı, günümüzde hâlen işlevini sürdürmektedir.

Türkiye'nin yüzölçümü 78 milyon hektar olup günümüzde yaklaşık bu alanın 8,5 milyon hektar tarım sahası ekonomik olarak sulanmaya uygundur. D.S.İ. Genel Müdürlüğü'nün paylaştığı verilerle göre 2011 yılı sonu itibari ile toplam tarım sahasının yaklaşık %66 'sı (5,61 milyon hektarı) suya kavuşmuştur. Toplam tarım sahasının %59,2 'si D.S.İ. tarafından, %23 'ü KHGM-İl Özel İdareleri tarafından %17,8 'i halk tarafından sulanmaktadır (bkz. Şekil 3.55).

Çizelge 3.7: Tarihi dönemlere göre sulama listesi.

Yapıldığı Dönem	Yapının Adı	Şehir	Teknik Özellikleri		
			Uzunluğu (km)	Debi (m ³ /s)	Sulama Alanı (hektar)
M.Ö. I. Bin Yılın İlk Yarısı	Şamran (Menua)	VAN	56	2 – 3	2.000

Çizelge 3.7 'de, dönemi ve çağına göre özellikleri ile öne çıkmış olan sulama sistemleri listelenmiştir. Sulama sistemleri üzerine yeterli ve detaylı bir araştırma olmadığından dolayı bu yapılara kısaca değinilmiştir.



Şekil 3.55: 2011 yılı sulama oranları (URL -13).

3.3.1 M.Ö. I. bin yılın ilk yarısı arası sulama

M.Ö. 800 yılı civarlarında Urartu döneminde yapılan en önemli su yapısı olan Şamran (Menua) kanalı, 50 km ötede derlenen 2 - 3 m³/s suyu Van iline taşımaktadır (bkz. Şekil 3.56).

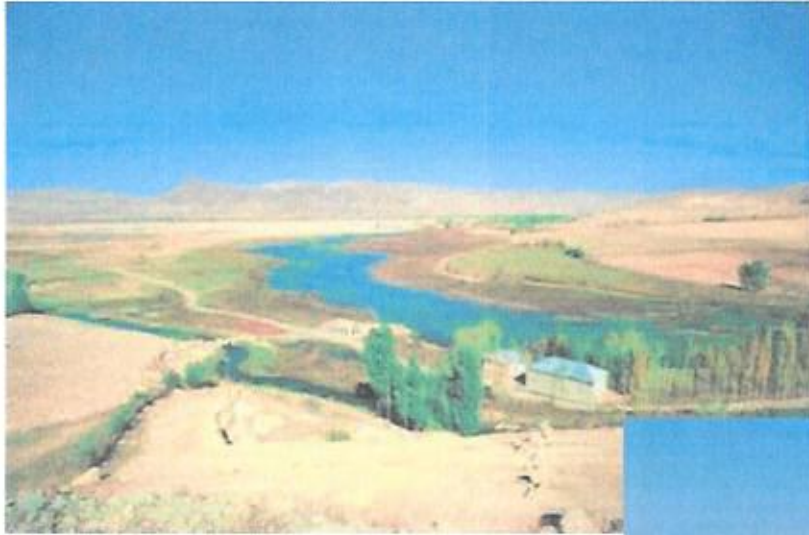
Şamran kanalının bir bölümünde en küçük boyutu 1 m olan taş bloklardan yapılmış destek duvarları bulunmaktadır. Destek duvarları her bir üst kademe de biraz daha içeri çekilmektedir (bkz. Şekil 3.57). Destek duvarları semi-siklopen usulünde yapılmıştır (Bildirici, 2008).

Kanalın genişliği 3,50 m – 4,00 m, kanalın su yüksekliği 1,50 m – 2,00 m olup kanalın ortalama eğimi 0,0012'dir. Kanala ait olan diğer teknik özellikler Çizelge 3.8 'de verilmiştir.

3 bin yıllık olan bu su kanalı, bir su mühendisliği harikası olarak kabul edilmektedir. Çok az değişim ve onarımla, büyük ölçüde işlevini sürdürmektedir.

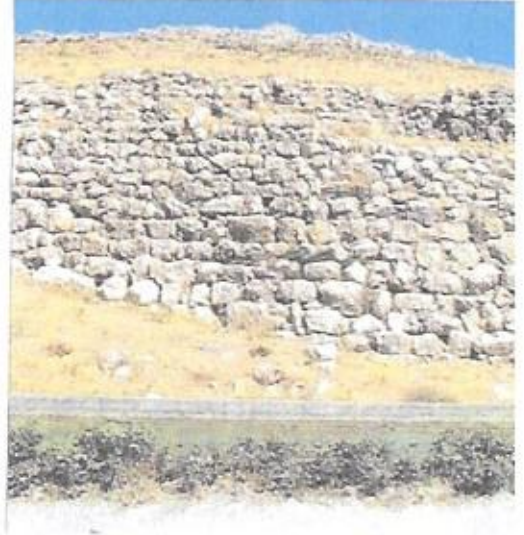
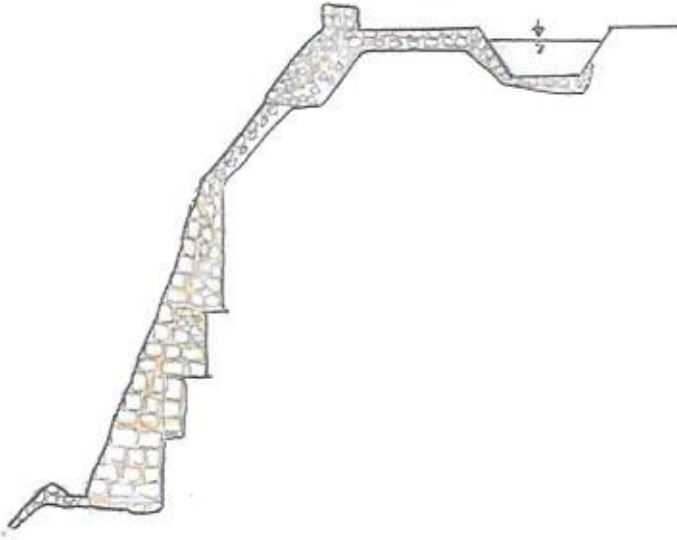
Çizelge 3.8: Şamran kanalı hakkında fiziki değerler (Bildirici, 2008).

Kaynakta başlangıç kotu	1760 m
Van ovasında son bulduğu yerde	1700 m
Van Gölü'nün (antik Thospitis gölü) kotu	1646 m
Suyun kimyası	Alkali bakımından 1.sınıf, kireç bakımından 3. sınıf
Su alma yeri jeolojisi	Paleozoik kireç taşlarından çıkan doğal su
Debisi	4 - 10 m ³ /s
Kanal genişliği	3.50 - 4.00 m
Kanalda su yüksekliği	1.50 - 2.00 m
Uzunluğu	50 - 53 km
Ortalama eğimi	0.0012
Sulama alanı	5.000 - 6.000 ha



Şekil 3.56: Şamram (Menua) su kanalı
(URL -14 ve URL -15).
(Urartu Dönemi, M.Ö. 800 yılı)



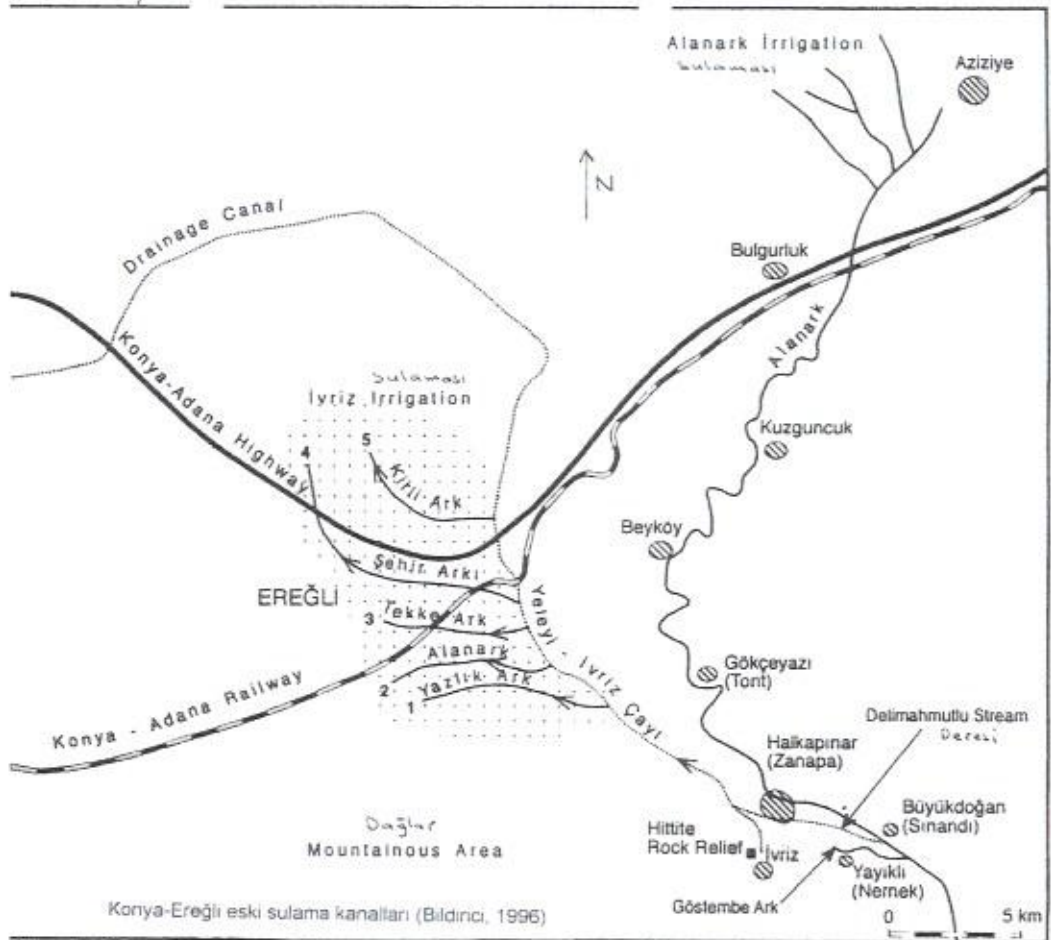


Şekil 3.57: Şamran kanalı destek duvarları (Bildirici, 2009).

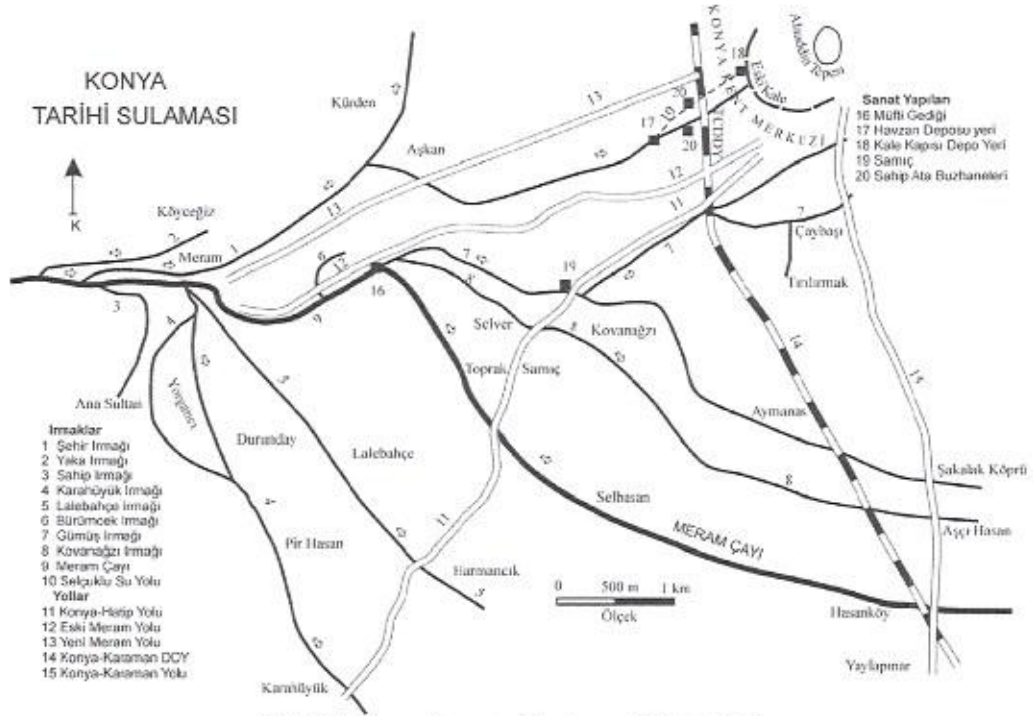
3.3.2 M.S. 10. – 13. yüzyılları arası sulama

M.S. 10. – 13. yüzyılları arası, Selçuklu döneminde Konya ili Meram bağlarının yukarı kesimlerini sulamak amacıyla yapılan bir sulama şebekesi de bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.59). Konya ili Ereğli ilçesinde bu dönemden kalma başka sulama yapıları bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.58).

Meram sulamasına ait teknik bilgiler Çizelge 3.9 'da gösterilmektedir.



Şekil 3.58: Konya – Ereğli eski sulama kanalları (Bildirici, 1996).



Şekil 3.59: Konya Meram tarihi sulaması (Bildirici, 2009).

Çizelge 3.9: Meram sulaması teknik bilgiler (Bildirici, 2009).

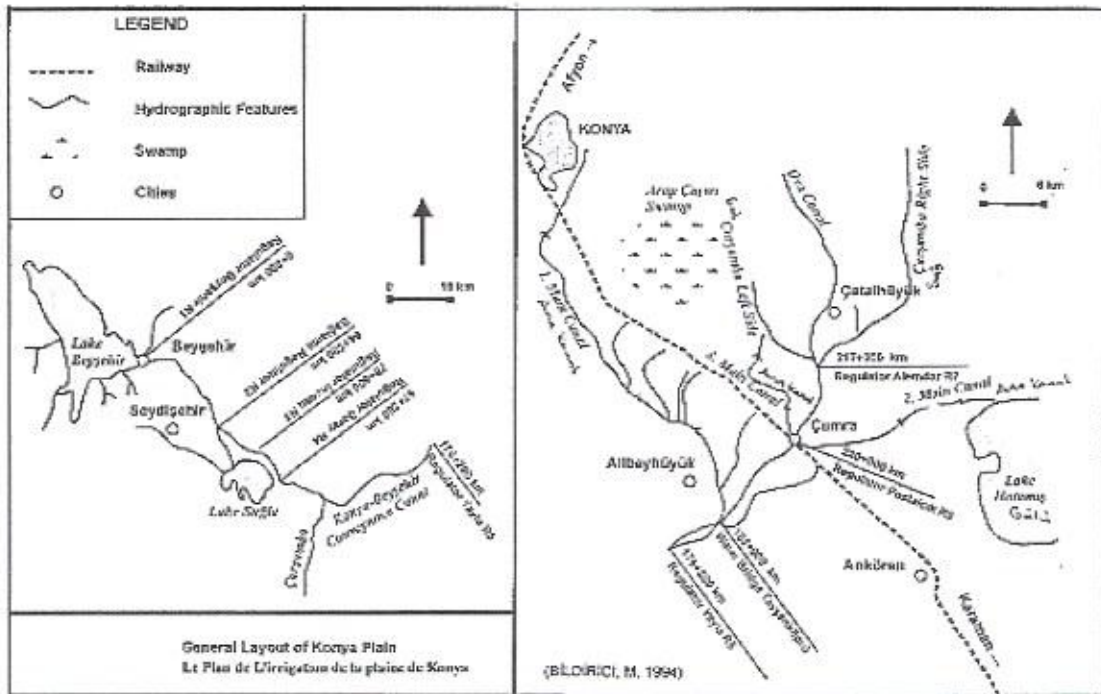
Vilayeti	Konya
Kazası	Merkez (Meram)
Sulamanın ismi	Meram Sulaması
Sulamanın tarihi	Selçuklulardan beri
Memba	Meram Çayı
Su miktarı	1000 l/s
Sulanan alan	300.000 dekar (?)
Mahsuller	Buğday (hububat) % 60 300 kg/dekar Sebze % 30 500-600 kg/dekar Şeker Pancarı % 10 6000 kg/dekar

3.3.3 M.S. 14. – 19. yüzyılları arası sulama

19. yüzyılın sonlarına doğru Malatya ilinde Sürgü sulama yapısı hizmete başlamıştır.

3.3.4 20. yüzyılın ilk yarısında sulama

20. yüzyılın başlarında Konya ilinde Beyşehir bağlaması ve Çumra sulaması Osmanlı döneminin son yüzyılından kalma ilginç sulama yapılarıdır (bkz. Şekil 3.60).



Şekil 3.60: Konya ovası sulaması (Bildirici, 1994).

3.4 Akarsu Düzenlemesi

Medeniyetler taşkın kontrolü, su kuvveti, sulama, su getirme, akarsu ulaşımı, yapıların emniyeti gibi çeşitli amaçlara hizmet veren yapılara yönelik çalışmalar yapmışlardır. Birçok önemli akarsuda yatak düzenlemesi yapılmıştır.

Antik dönemin en büyük akarsu örtme yapısı Anadolu'da yer almaktadır. Türkiye'ye bu alanda özel bir yer sağlamaktadır.

Çizelge 3.10: Tarihi dönemlere göre akarsu düzenleme listesi.

Yapıldığı Dönem	Yapının Adı	Şehir	Teknik Özellikleri		
			Uzunluğu (m)	Yüksekliği (m)	Genişliği (m)
M.Ö. 1. Bin Yılın İkinci Yarısı ve M.S. 1. Bin Yılı	Bergama	İZMİR	196 - 183	7,5	9
	Nysa (Sultanhisar)	AYDIN	25,5 - 50	5,7 - 5,9	7 - 5,7
M.S. 14.-19. Yüzyılları	Gediz	İZMİR			

Çizelge 3.10 'da, dönemi ve çağına göre özellikleri ile öne çıkmış olan akarsu düzenlemelerinin bir kısmı listelenmiştir. Mümkün olduğu ölçüde bazıları hakkında detaylı bilgi verilecektir.

3.4.1 M.Ö. 1. bin yılın ikinci yarısı ile M.S. 1. bin yılı arası akarsu düzenlemesi

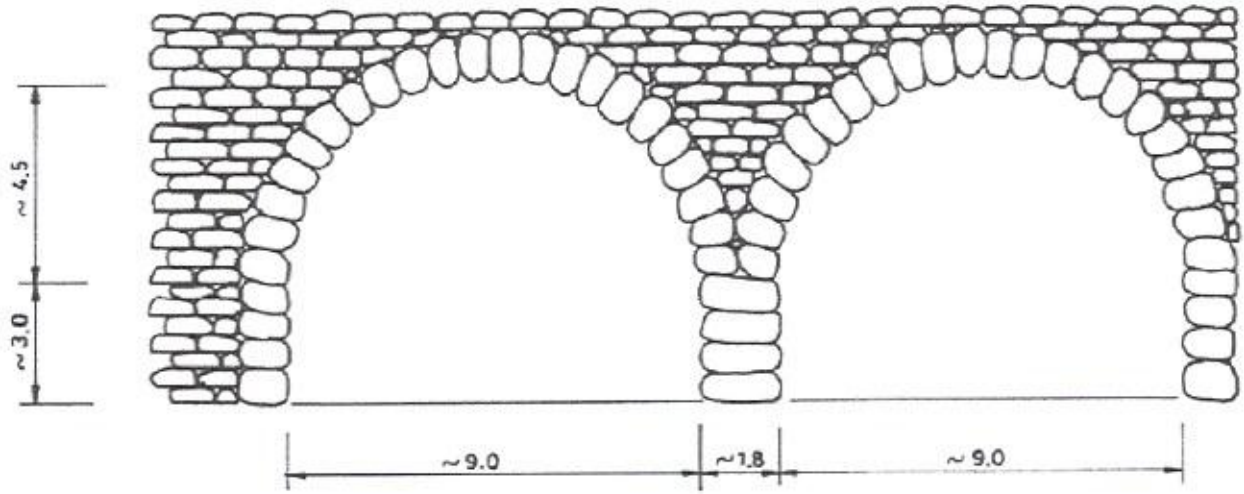
M.S. 130 yılları civarında, İzmir ili Bergama ilçesi Selinus (Kızılavlu) çayının üzerini örten, birbirine paralel ikiz yapının, her biri 9 m genişliğe ve 7,5 m yüksekliğe, basit at nalı kesite sahiptir (bkz. Şekil 3.61 - Şekil 3.62). Tonoz biçimli yapıdan biri 196 m diğeri 183 m uzunluğa ve % 0,6 eğime sahiptir.

Bergama çayını örten tünel biçimi su yapısına gelecek zirve akışları D.S.İ., Günerman, Mockus ve Snyder yöntemleriyle belirlenmiştir (bkz. Şekil 3.63).

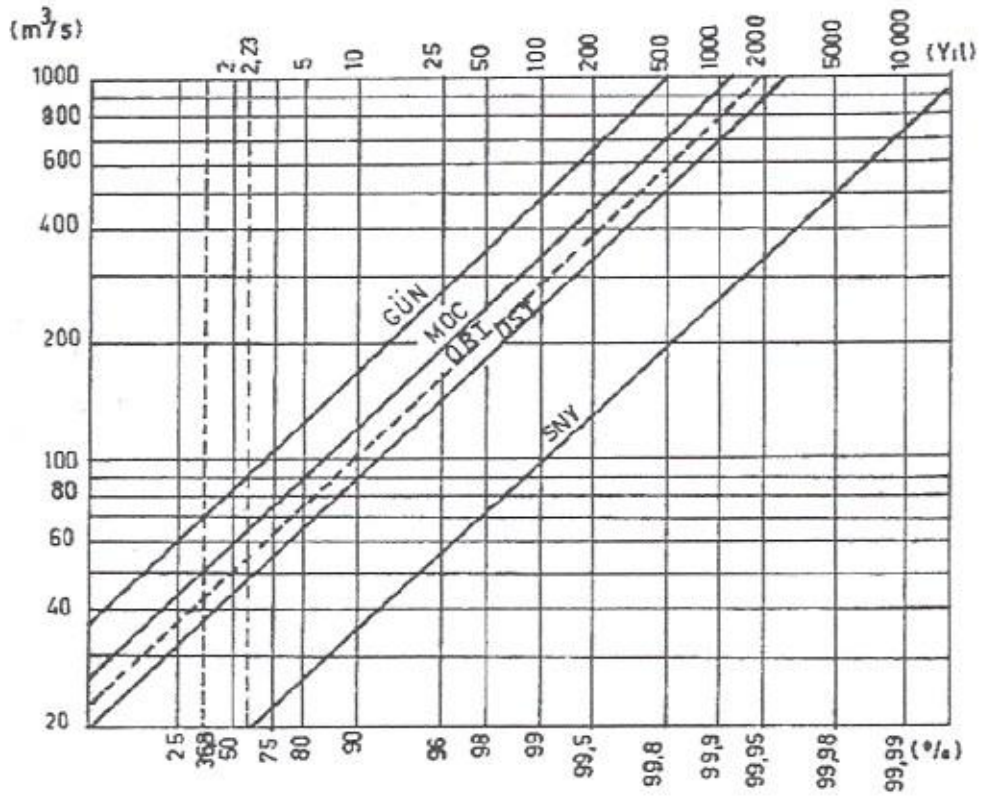
Bergama'da bulunan Selinus çayını örten yapıdan biraz daha küçük boyutlara sahip bir başka yapıda Nysa'da Tekkecik deresini örten yapıdır (bkz. Şekil 3.64). Kırık bir geçgiye sahip olan yapının; ilk kısmı (memba) 7 m genişliğe, 5,7 m yüksekliğe ve 25,5 m uzunluğa sahip iken yön değişiminden sonra ikinci kısmı (mansap) 5,7 m genişliğe, 5,9 m yüksekliğe ve 50 m uzunluğa sahip olmakla birlikte toplam 75 m uzunluğa ve %3,3 eğime sahiptir.



Şekil 3.61: Bergama çayını örten ikiz tünel biçimi yapı (Öziş, 2007).
(Roma Dönemi, M.S. 130 yılları)



Şekil 3.62: Bergama çayının örten ikiz tonoz biçimi tarihi su yapısı giriş kesiti (Yüngöl, 1957).



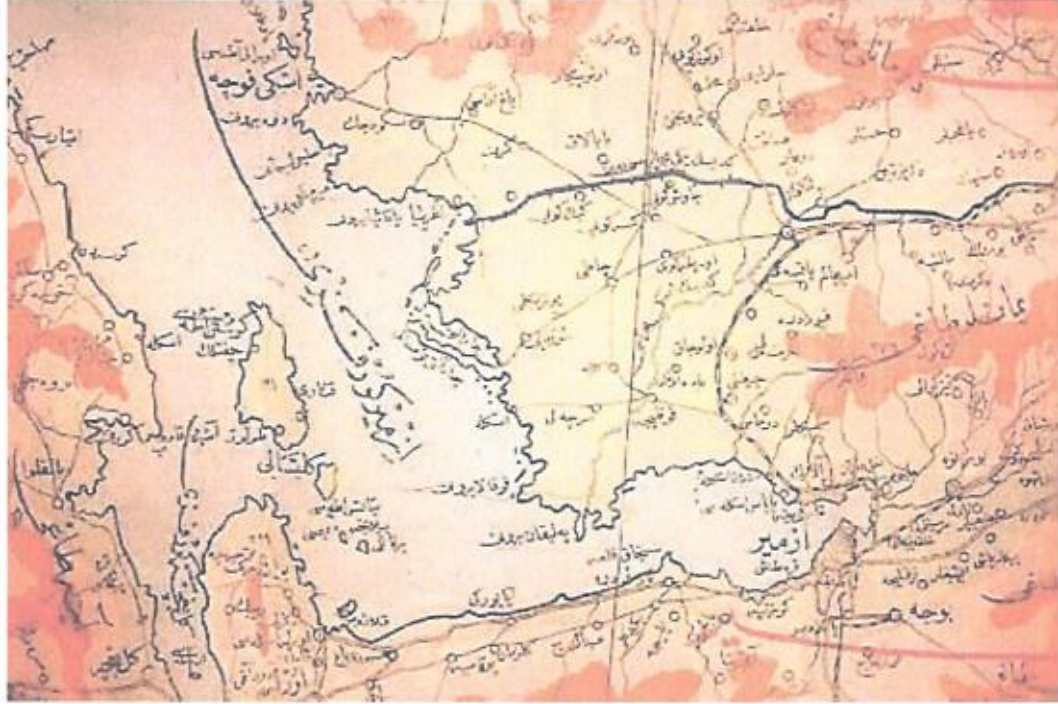
Şekil 3.63: Bergama çayını örten tünel biçimi su yapısına giriş taşkın zirve akımlarının sıklık dağılımı (Harmancıoğlu, vd., 2008).



Şekil 3.64: Nysa'da dereyi örten tünel biçiminde yapı (Öziş, 2008).

3.4.2 M.S. 14. – 19. yüzyılları arası akarsu düzenlemesi

1886 yılında Gediz Nehri taşıdığı sedimant nedeniyle İzmir Körfezi'nin ağzını doldurduğu için akılcı bir çözümle nehrin yatağı körfezin dışına akacak biçimde değiştirilmiştir (bkz. Şekil 3.65).



Şekil 3.65: Gediz yatağının değiştirilmesi (Arisoy, 2008).
(Osmanlı Dönemi, 1886 yılı)

3.5 Su Kuvveti

Medeniyetler edindikleri tecrübe ve bilgi birikimi sayesinde su kuvvetinden yararlanmıştır. Su kuvveti ile değirmenler beslenmeye başlanılmış zamanla bu değirmenlerde elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmiştir.

Anadolu'da ilk elektrik enerjisi üretimi 20. yüzyılın ilk yıllarında gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.11: Tarihi dönemlere göre su kuvveti.

Yapıldığı Dönem	Eserin Adı	Şehir	Özelliği	Uzunluğu (m)	Genişliği (m)
M.S. 10. – 13. Yüzyılları	Haburman	D.BAKIR	Üç açıklıklı, Simetrik olmayan köprü	95,5	5,5
M.S. 14. – 19. Yüzyılları	Tarsus Hidroelektrik	MERSİN	İlk Elektrik Enerjisi Üretimi		

Çizelge 3.11 'de, dönemi ve çağına göre özellikleri ile öne çıkmış olan su kuvvetlerinin bir kısmı listelenmiştir. Mümkün olduğu ölçüde bazıları hakkında detaylı bilgi verilecektir.

3.5.1 M.S. 10. – 13. yüzyılları arası su kuvveti

1179 yılında Selçuklu döneminde Çermik yakınında Fırat Nehri Haburman kolu üzerinde inşa edilmiş olan üç gözlü (açıklıklı) olan taş köprü'nün sol sahil tarafında asimetrik konumdaki yan açıklığının altından geçen su kanalı bir değirmeni beslemektedir (bkz. Şekil 3.66).

Köprüdeki açıklıkların simetrik olmamasından ötürü, köprü yapılmadan önce su kanalının var olduğu yönünde görüşler ağırlıktadır. Başka bir görüşe göre de taş köprü'nün su değirmenini besleyen su kanalı ile en az aynı yaşta olduğu yönündedir.

Bu yapı Selçuklu döneminden kalma en ilginç su yapısıdır.



Şekil 3.66: Haburman köprüsü ve yan gözünden geçen değirmen kanalı
(Arisoy, 2008).

(Artuklu Dönemi, M.S. 10. – 13. yüzyıl)

3.5.2 20. yüzyılların ilk yarısında su kuvveti

1902 yılında Türkiye’de su kuvvetinden elektrik enerjisi ilk kez Osmanlı Döneminde elde edildi. Elektrik enerjisi üretimi için Tarsus’da hidroelektrik santrali kurulmuştur (bkz. Şekil 3.67). Santralde, su değirmenine bağlanan enerji aktarım kayışının 2 Kw’lık bir dinamoyu çalıştırması ile üreten elektrik enerjisi yalnızca birkaç evin ve sokakların aydınlatılmasında kullanıldı.



Şekil 3.67: Tarsus elektrik bendi (TEK, 1986).
(Osmanlı Dönemi, 1902 yılı)

3.6 Taşkın Kontrolü

Taşkın zararlarını azaltmak veya tamamıyla önlemek amacıyla günümüzde halen birbirinden farklı yapılar yapıldığı gibi tarihi öncesi çağlardaki medeniyetler de değişik yapılar yapmıştır.

Antik dünyanın en önemli taşkın kontrolü yapısı, M.S. 1. – 2. yüzyıllarında Anadolu’da inşa edilmiştir. Bu yapının inşası için birçok farklı medeniyet katkı yapmıştır.

3.6.1 M.Ö. I. bin yılın ikinci yarısı ve M.S. I. bin yılı arası taşkın kontrolü

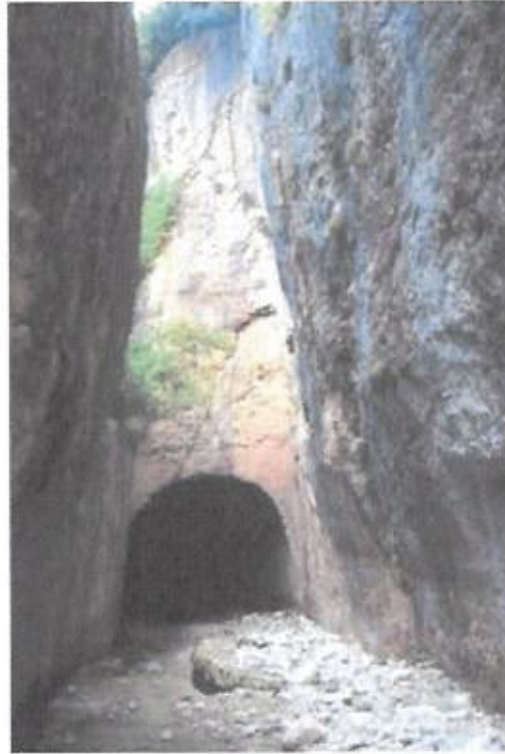
M.S. 1. – 2. yüzyıllarında, Antakya ili Samandağ ilçesi yakınında eski antik limanın çöküntü, tortu gibi malzemelerin birikmesini önlemek amacıyla yapılan Çevlik tünel sistemi, taşkın çevirme sistemi alanında dünyadaki en dikkat çekici yapıdır (bkz. Şekil 3.68).

Çevlik tünel sisteminde, dere yatağı bir bent ve iki tünel kesimini içeren bir mecrâ ile çevrilidir.

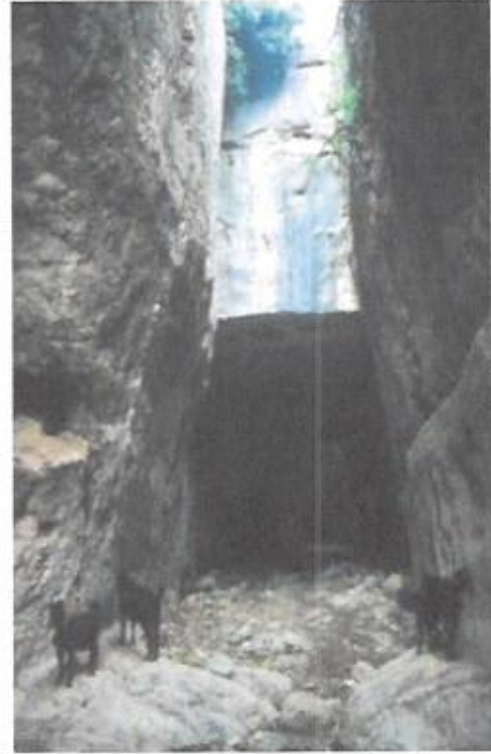
Bent; yaklaşık 16 m yüksekliğe, 49 m kret uzunluğuna sahip bir kârgir baraj ve devamında 125 m kret uzunluğuna sahip bir dolgu baraj ile toplam 175 m uzunluğundadır. İki tünelden birincisi giriş kısmında 6,3 m genişliğe ve 5,8 m yüksekliğe, basit atnalı kesitine, çıkış kısmında 6,9 m genişliğe sahip yaklaşık dikdörtgen kesitine ve 90 m uzunluğa; ikinci tünel ise tabanı 5,5 m, tepesi 4 m genişliğe, 7 m yüksekliğe, yamuk kesite ve 31 m uzunluğa sahiptir. Mecranın toplam uzunluğu 875 m'dir.

Çevlik Tünel Sistemine ait kanal ve tünellerinin geçgi planı ve belirli noktalardaki en kesitleri Şekil 3.69 'da gösterilmektedir.

Çevlik Tüneli, yüksekliği ve genişliği ile döneminde bulunan diğer yapılara göre dünyadaki en büyük kesitlerden birine sahiptir.

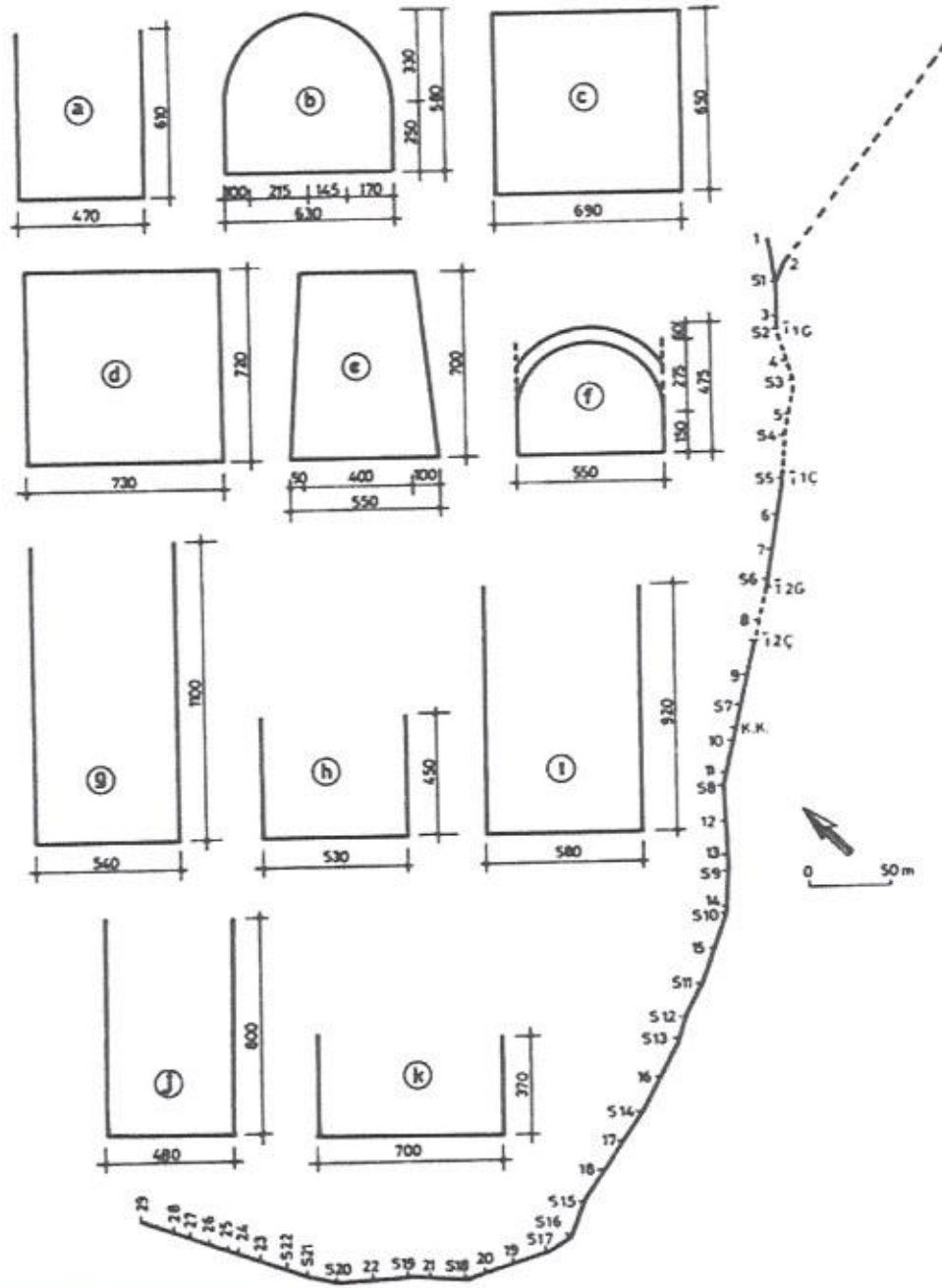


I. TÜNEL GİRİŞİ



II. TÜNEL ÇIKIŞI

Şekil 3.68: Çevlik tüneli, Samandağ (Alkan, vd., 2008).
(Roma Dönemi, M.S. 1. – 2. yüzyılları)



Şekil 3.69: Çevlik tünel sistemi geçği planı ve belirli en kesitleri
(Alkan, vd., 2008).

- (a) S1 noktası; (b) T1G noktası; (c) T1Ç noktası; (d) T2G noktası; (e) T2Ç noktası;
(f) K.K. noktası; (g) S11 noktası; (h) S14 noktası; (i) S18 noktası; (j) S21 noktası;
(k) S22 noktası; [S: seçilen kesit yeri; T: tünel; K.K.: kemer köprü]

4. KARAKUYU BARAJI'NIN HİDROLİK AÇIDAN İNCELENMESİ

M.Ö. II. Bin yılın ortalarında, Orta Anadolu'da Hititler tarafından yapılan Karakuyu Barajı, Türkiye'nin en eski baraj kalıntısıdır. Günümüzde hizmet gören dünyanın en eski su yapısı ise Gölpınar Barajı'dır.

Karakuyu Barajı, 1931 yılında tesadüf eseri keşfedilmiştir. Arkeolog Hamit Zübeyr Koşay ve H. H. Von der Osten araştırma yaparken buldukları Hitit yazıtı sonucunda, Karakuyu Barajı gün yüzüne çıkmıştır.

Tarihi öneminin yanında yapım tekniği olarak mühendislik yönünden de önemi bulunmaktadır. Osten (1933) 'e göre baraj yeri ve tekniği iyi seçilmiş, bugünkü mühendislik prensiplerine uymaktadır. Bundan dolayı, baraj, bulunduğu yer ve inşa teknik özellikleri olmak üzere iki ana başlık üzerinde incelenmiş olup barajın bilgisayar destekli çizim programından (NETCAD) yararlanarak modellenmesi yapılmıştır.

Barajın bulunduğu yeri daha iyi anlamamız için meteorolojik ve iklimsel özellikleri ile jeomorfolojisi hakkında detaylı bilgiler verilecektir. Baraja yakın yerlerde daha önce farklı amaçlarla araştırma yapmış kurum/kuruluşlara ait dokümanlar kaynak bilgisi ile yer almaktadır.

Barajın tekniğini daha iyi anlamamız için inşa teknikleriyle ilgili teknik bilgileri hakkında detaylı bilgi verilecektir.

4.1 Barajın Bulunduğu Yer

Kayseri il merkezinin kuş uçuşu yaklaşık 110 km doğusunda düzlük bir topografyada (*Uzunyayla platosu*) yer almakta olup, ortalama 1650 m yükseltide bulunmaktadır. Zamanlı nehrini oluşturan kollardan bir tanesi üzerinde bulunan baraj, Uzunyayla bölgesini sulamaktadır.



Şekil 4.1: Türkiye haritasında Karakuyu barajının yeri (URL -19).



Şekil 4.3: Karakuyu barajı genel görünümü (URL-16).
(Hitit Dönemi, M.Ö. II. Binin Ortaları)



Şekil 4.4: Karakuyu barajı gövdesi (URL -16).
(Hitit Dönemi, M.Ö. II. Binin Ortaları)

4.1.1 Meteorolojik ve iklimsel özellikler

Meteorolojik verileri elde etmek için baraj alanına en yakın merkez ilin (*Kayseri ili*) iklim özelliklerini gösteren Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait 1928 – 2016 yılları arası ölçüm verileri temel alınmıştır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde sıcaklık, yağış ve güneşlenme süresi gibi meteorolojik ve iklimsel özellikler yer almaktadır.

4.1.1.1 Sıcaklık

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde 1928 – 2016 yılları arasında kaydedilen ortalama sıcaklık (°C), ortalama en yüksek sıcaklık (°C) ve ortalama en düşük sıcaklık (°C) değerleri Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Yıllık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri (URL -22).

KAYSERİ	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-1.7	0.1	4.8	10.7	15.2	19.3	22.6	22.2	17.3	11.6	5.3	0.5	10.7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.0	6.0	11.2	17.7	22.6	26.8	30.6	30.8	26.5	20.4	13.0	6.4	18.0
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-6.9	-5.3	-1.6	3.2	6.8	9.7	11.9	11.4	7.3	3.5	-0.9	-4.5	2.9

4.1.1.2 Yağış

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde 1928 – 2016 yılları arasında kaydedilen ortalama yağışlı gün sayısı ve aylık toplam yağış miktarı ortalaması (mm) değerleri Çizelge 4.2 'de verilmiştir.

Çizelge 4.2: Aylara göre ortalama ve maksimum yağış değerleri (URL -22).

KAYSERİ	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.6	11.7	12.8	12.6	12.9	8.4	2.2	1.8	3.7	7.4	8.9	12.2	107.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	35.2	36.5	41.8	52.1	51.8	39.5	9.5	6.8	13.9	28.0	32.4	37.4	384.9

4.1.1.3 Güneşlenme süresi

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nde 1928 – 2016 yılları arasında kaydedilen ortalama güneşlenme süresi (saat) değerleri Çizelge 4.3 'de verilmiştir.

Çizelge 4.3: Aylara göre ortalama güneşlenme süresi (URL -22).

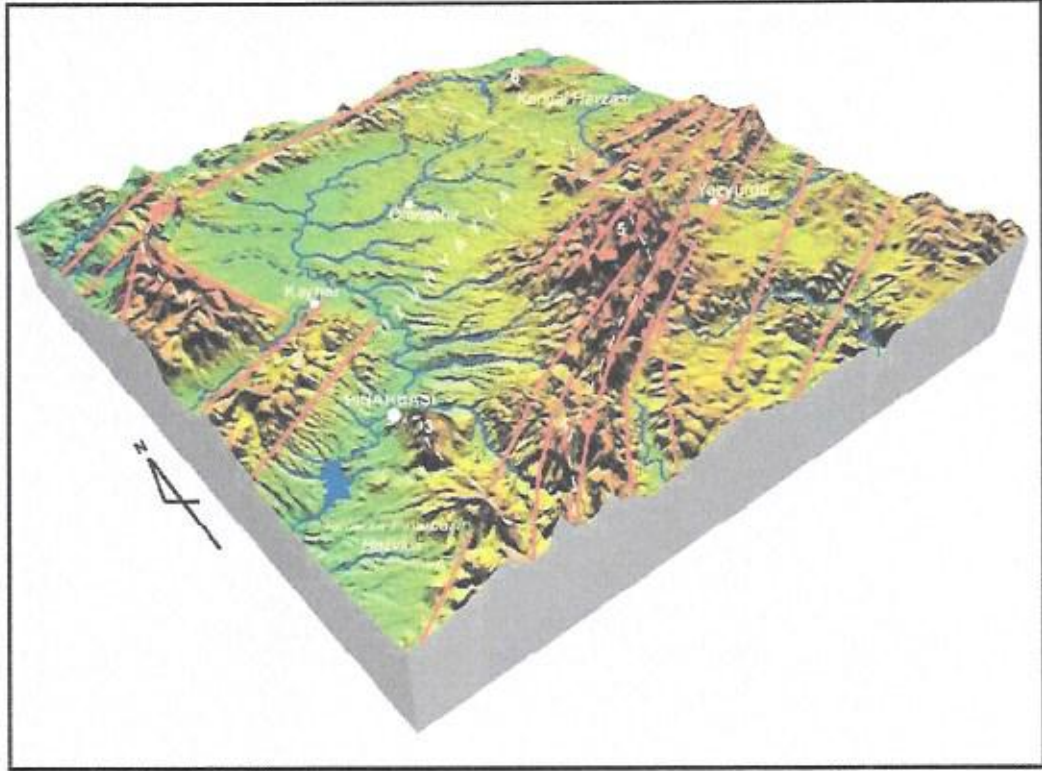
KAYSERİ	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.0	4.1	4.6	6.2	8.2	10.3	12.0	11.3	9.2	6.5	4.5	3.6	83.5

4.1.2 Uzunyayla platosu'nun jeomorfolojisi

Karakuyu Barajının bulunduğu yer olan Uzunyayla Platosu'nun önemli jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri hakkında bilgi verilecektir.

Önemli bir Neojen havzası olan Uzunyayla Platosu, dağlık alanlar ile çevrelenmiş yapısal bir platodur. Uzunyayla Platosu, 50 km eninde ve 100 km boyunda büyük bir alandır.

Plato'nun sayısal yükselti modeline göre yapılmış olan blok diyagramı Şekil 4.5 'de yer almaktadır.



Şekil 4.5: Sayısal yükselti modeline göre Uzunyayla platosunun blok diyagramı (Sunkar, 2008).

4.1.2.1 Jeomorfolojik özellikler

Jeomorfolojik özellikleri; dağlık alanlar, farklı yükseltilerde platolar, vadiler ve havza tabanı oluşturmaktadır.

Uzunyayla Platosu, kuzeyden Demir Dağı (Karaca Tepe, 2079 m), güneyden Gövdeli Dağı (Göl Tepe, 2719 m), batıda Hınzır Dağı (Boyundağ Tepe, 2641 m), Bozdağ, Kocadağ (Cin Tepe, 2055 m) ve Şirvan (2323 m) dağları ile çevrelenmiş olan Üst Miyosen-Pliyosen havzasıdır.⁴ Havza tabanı, çok fazla parçalanmamış bir yapıya ve % 1 – 3 arasında değişen eğimli bir morfolojik özelliğe sahiptir (bkz. Şekil 4.6).

⁴ Miyosen, günümüzden 23,03 milyon yıl ile 5,33 milyon yıl öncesini kapsayan döneme karşılık gelir ve Neojen dönemine ait bir bölümdür. Pliyosen, günümüzden 5 milyon yıl ile 2 milyon yıl öncesini kapsayan döneme karşılık gelir.

4.1.2.2 Jeolojik özellikler

Uzunyayla Platosu'nda Paleozoyik'ten Kuvarterner'e kadar oluşan birimler görülmektedir.⁵

Havzanın en yaşlı birimi olan Paleozoyik kireçtaşları güneybatısında kısmındaki Keçi Dağı ile Kireçlik Dağı arasında yer almaktadır. Bu alanda kalınlığı yaklaşık 1000 – 2000 m olan kireçtaşları bulunmaktadır. Havzayı; güneyinden sınırlandıran Gövdeli Dağı ile kalan alan kalınlığı 650 m olan kireçtaşlarından oluşan Üst Permian biriminden, batıdan sınırlandıran Hınzır Dağı, Kocadağ, Bozdağ, Şirvan, Kireçlik Dağı ve Gövdeli Dağı ile kalan alan kalınlığı 1000 – 2000 m arasında değişen Mesozoyik kireçtaşı biriminden oluşmaktadır (bkz. Şekil 4.7).

D.S.İ. Genel Müdürlüğü Yeraltı suları Dairesi Başkanlığı tarafından 1969 yılında Uzunyayla'da Kırkpınar Köyü ve Karakuyu Köyü arasında 122 m derinliğinde sondaj araştırması yapmıştır.

Yapılan araştırmaya göre, yüzeyden 8 m derinliğinde marn (çakıllı) tabakası bulunmaktadır. Bu tabakanın bitiminde kalker (kireçtaşı) tabakasına geçilmiştir. Kuyu tabanına kadar farklı birimlerde kireçtaşları (neojen, eosen, marn bantlı) bulunmaktadır (bkz. Şekil 4.8).⁶

Yeraltı suyu kuyusu kütüğü (kuyu loğu) EKLER kısmında Şekil A.1 'de verilmiştir.

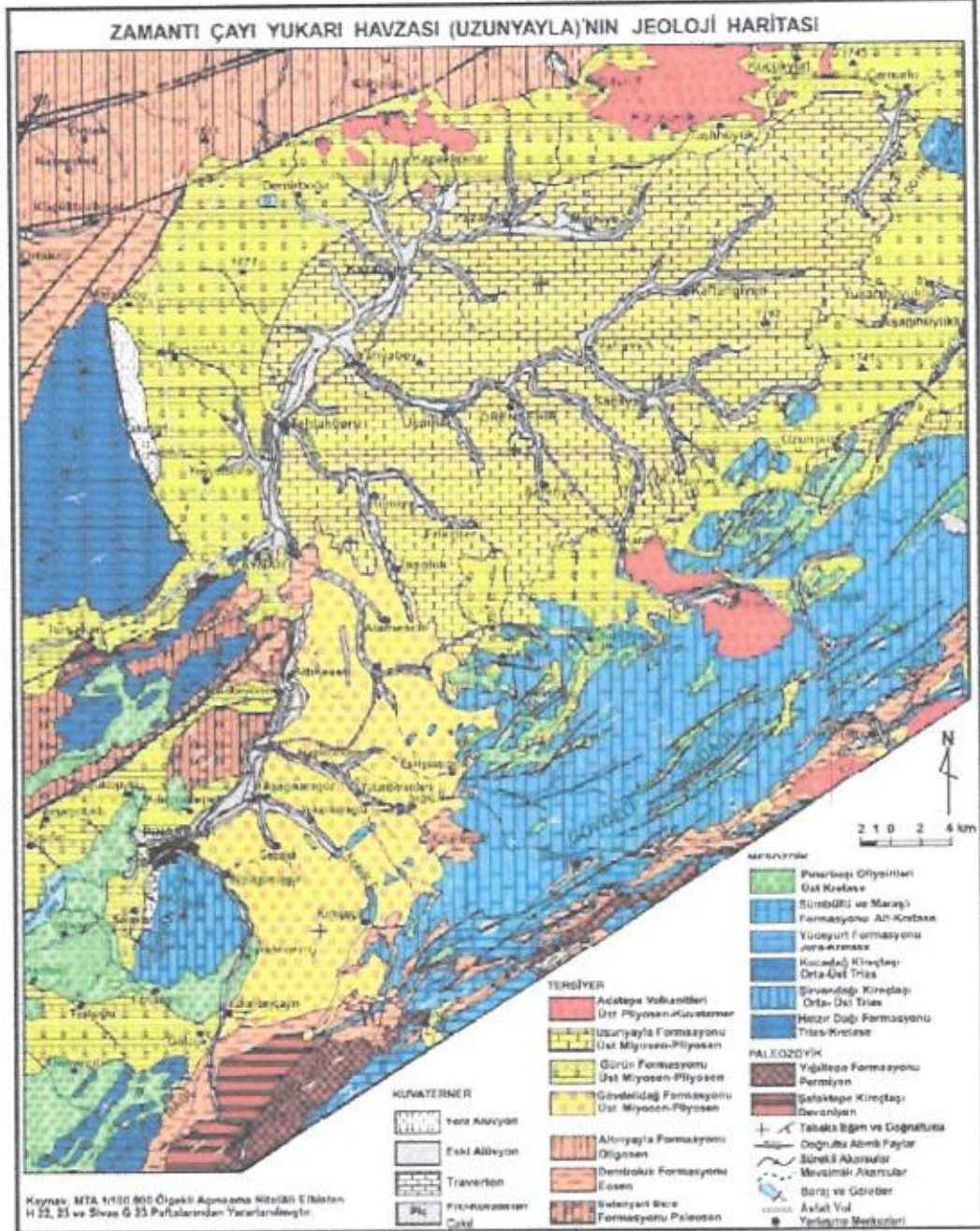
Neojen kilaşları üzerinde yapılan arazi ve laboratuvar deneylerine göre hidrolik iletkenliği (permeabilite katsayısı) 6.95 ile 7.37×10^{-10} m/s arasında değişen değerler elde edilmiştir (Şimşek ve Filiz, 2005).⁷

Uzunyayla Platosu; kuzey, güney ve batıda değişik fay zonları ile sınırlandırılmıştır. Kuzey ve batı kısmındaki faylar, Orta Anadolu Fay Zonu'na ait segmentlerden, güney kısmında bulunan Göksun-Yazyurdu Fay Zonu, 10 – 15 km genişliğinde ve 100 km uzunluğunda birden fazla faydan oluşmaktadır.

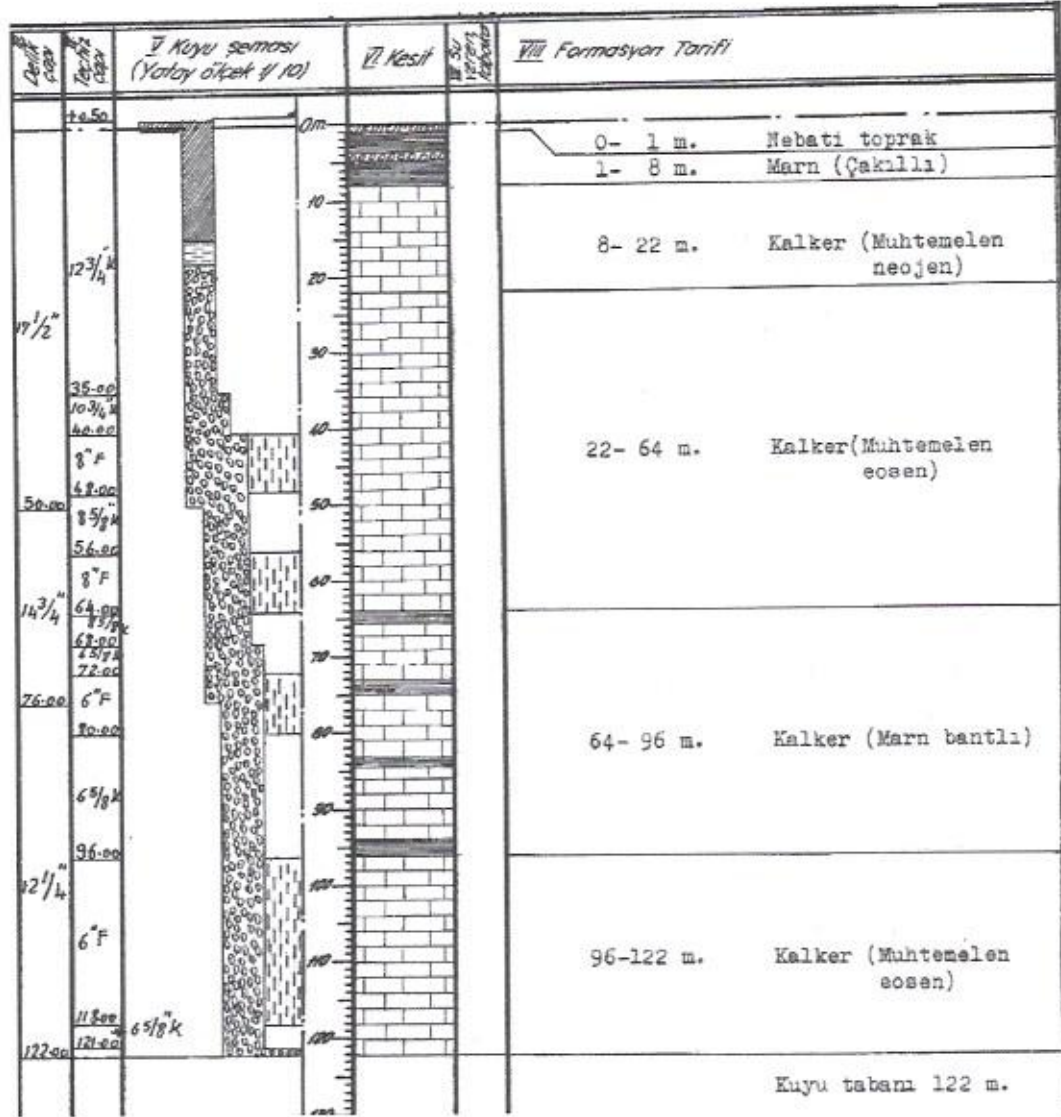
⁵ Paleozoyik (1. Zaman), günümüzden 545 milyon yıl ile 250 milyon yıl öncesini kapsayan döneme karşılık gelir. Kuvarterner, 2,58 milyon yıl öncesi ile günümüze kapsayan döneme karşılık gelir. Marn, kil ve kalsiyum karbonattan, değişik oranlarda tabii olarak meydana gelmiş karışımdır.

⁶ Neojen, günümüzden 23,03 milyon yıl ile 2,58 milyon yıl öncesini kapsayan döneme karşılık gelir.

⁷ Hidrolik iletkenliği $< 10^{-9}$ m/s değerinde olduğu takdirde 5 metrelik bir jeolojik katman tarafından sağlanan korumaya eşdeğerdir.



Şekil 4.7: Uzunyayla havzası jeoloji haritası (Sunkar, 2008).

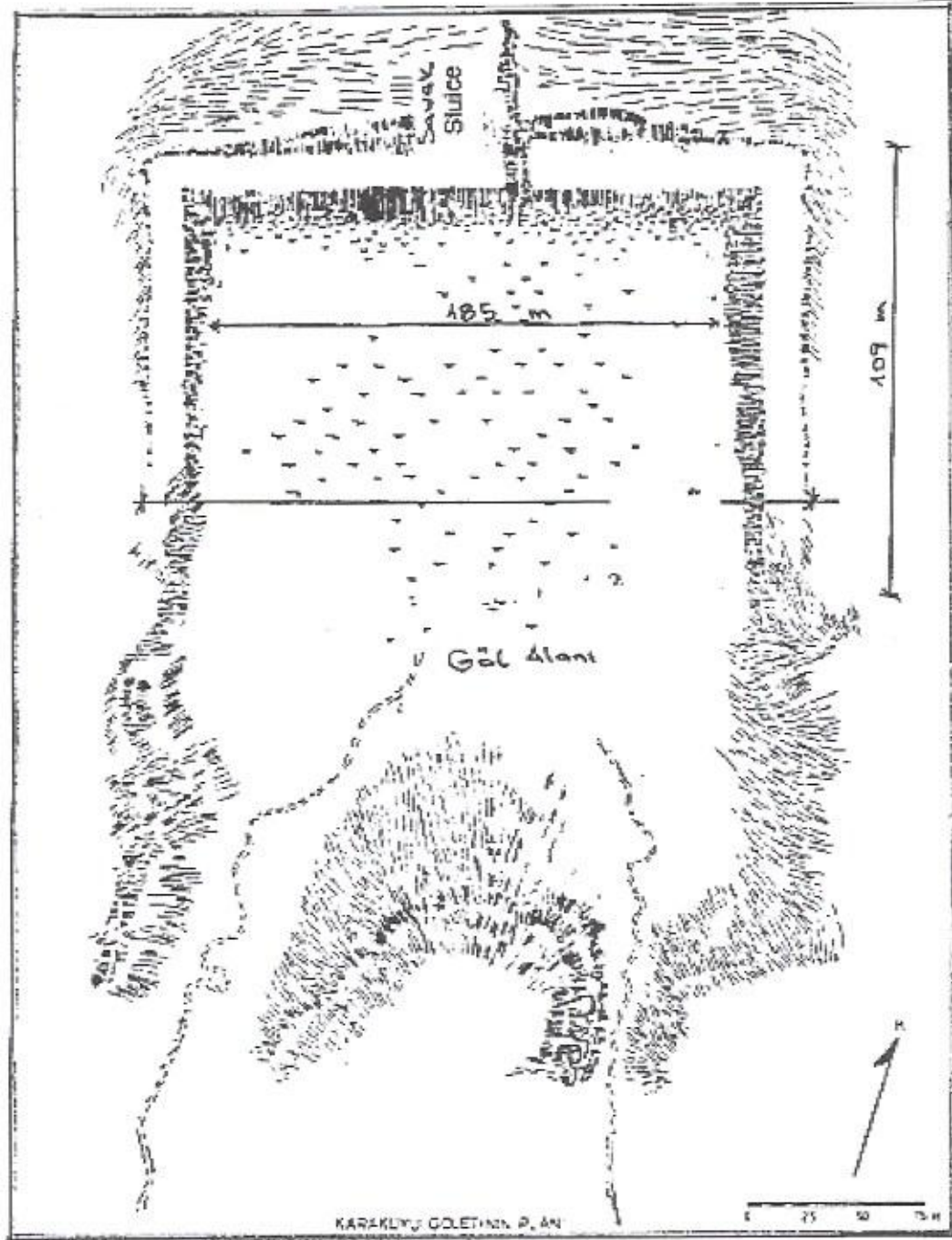


Şekil 4.8: Uzunayla sondaj kuyu logu (D.S.İ., 1969).

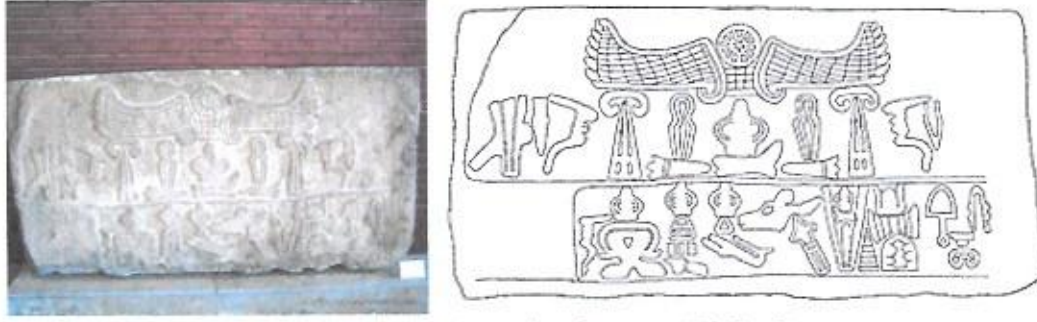
4.2 Barajın Tekniği

Anadolu'daki ilk baraj kalıntısı olmakla birlikte tarihi öneminin yanında yapım tekniği olarak mühendislik yönünden önemi bulunmaktadır. Tarihi öneminden ziyade mesleğim ve araştırmamın amacı gereği mühendislik yönündeki önemi üzerinde durulacaktır.

1933 yılında yazıt ve barajın planı Von der Osten tarafından yayınlanmıştır (bkz. Şekil 4.9 – Şekil 4.10). Yazıt incelendiği takdirde birçok figür ve şablon olduğu görülmektedir. Karakuyu Barajı'nı tasvir eden figür diğer figürlerin üzerinde olması belki de ilkel medeniyetler için suya ve baraja verdikleri önemi simgelemektedir.



Şekil 4.9: Karakuyu barajı planı (Osten, 1933).



Şekil 4.10: Karakuyu barajı yazıtı (URL -3).



Şekil 4.11: Karakuyu barajı gövde mansabı (URL -3).

(Hitit Dönemi, M.Ö. II. Binin Ortaları)

Karakuyu barajına ait figür ve resimler incelendiğinde baraj gövdesi ve burada yer alan üst savak dikkat çekmektedir. Barajın mansap kısmında taş bloklar bulunmaktadır. Baraj gövdesi topraktan yapıldığına göre bu taş blokların mansap koruma örtüsü teşkili ve/veya baraj gövdesini desteklemek (topuk) amacıyla yerleştirildiği düşünülmektedir. Figürde yer alan birbirine paralel, yatay ve dikey yöndeki çizgilerin kesişimi oluşan dikdörtgen kesitlerin mansapta bulunan taş bloklara benzemesi ilginç bir ayrıntıdır (bkz. Şekil 4.11).

4.2.1 Baraja ait teknik bilgiler

Karakuyu barajı, rezervuarının üç yanı toplamı 440 m uzunluğunda ve barajın gövdesi U kesit şeklinde açık ucu güneye bakan toprak setle çevrilidir. Göl alanı ise dikdörtgen kesit şeklinde olup iki küçük dere tarafından beslenmektedir. Savak barajın kuzeyinde yer almaktadır. Baraja ait fiziki bilgiler Çizelge 4.4 'te bulunmaktadır.

Çizelge 4.4: Karakuyu barajına ait fiziki bilgiler.

Kret uzunluğu orta (m)	Kret Uzunluğu (iki kenar) (m)	Tüm Kret Uzunluğu (m)	Kret Genişliği (m)	Baraj Yüksekliği (m)	Göl Alanı (m ²)	Göl Hacmi (m ³)
185	218 (2 x 109)	403 (185+218)	20	9,60	46 250	323 750

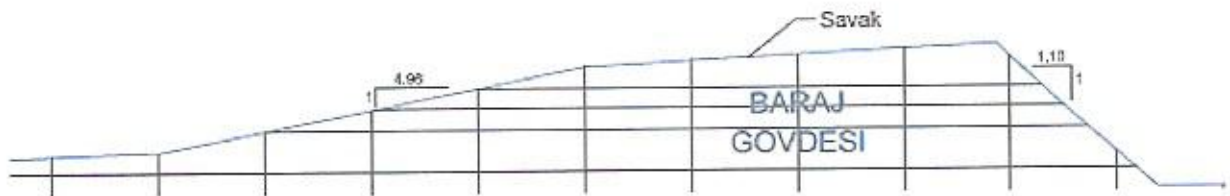
Çizelge 4.5: Atatürk barajına ait fiziki bilgiler.

Baraj Tipi	Toplam Dolgu (milyon m ³)	Kret Uzunluğu (m)	Yıllık Enerji Üretimi (kWh)	Baraj Yüksekliği (m)	Göl Alanı (km ²)	Göl Hacmi (milyar m ³)
Kil çekirdekli kaya dolgu	84,5	2 000	8,9 milyar	184	817	48,7

Günümüzdeki mühendislik ve teknolojik imkânlarla göre yapılan Türkiye'nin en büyük barajlarından biri olan Atatürk Barajı'nın teknik özellikleri Çizelge 4.5 'de yer almaktadır.

M.Ö. II. Bin yılın ortalarında yapılan Karakuyu Barajı, günümüzde yapmış olduğumuz Atatürk Barajı gibi birçok baraja örnek teşkil etmektedir.

Baraj Gövdesinin aynı kesit (B-B) görünümündeki boy kesit alanı ise 220 m^2 'dir.



Baraj modellemesine göre hesaplanan göl alanı, taban alanı ve yüzey alanı aşağıdaki Çizelge 4.6 'da yer almaktadır. Gölalanı hesaplanırken baraj gövdesinde yer alan savaklama kotu olan 7.00 m kotu, taban alanı hesaplanırken en alt kot (talveg kotu) olan 0.00 m kotu, yüzey alanı hesaplanırken baraj gövdesinin en üst kot (kret kotu) olan 9.60 m kotu temel alınmıştır. Bu alanların ayrı ayrı taranmış halleri Şekil A.2 – Şekil A.4 'de gösterilmektedir. Şekil A.2 – Şekil A.4, EKLER kısmında verilmiştir.

Karakuyu Barajı'nın M.Ö. II. Bin yılın ortalarında ve deneme-yanılma inşaat metoduna göre yapıldığı unutulmamalıdır.

Çizelge 4.6: Karakuyu barajı alan bilgileri.

ALAN İSMİ	ALAN (m ²)
Göl Alanı	46 250
Taban Alanı	39 200
Yüzey Alanı	48 480

4.2.2 Barajda savaklama

Baraj üzere birçok araştırmacı inceleme yapmıştır. Von der Osten ve B. Hrozni bu araştırmacılardan bazılarıdır. Yapılan incelemelere göre barajda su çıkışı için bir dip savak bulunmamaktadır. Su çıkışının üst savaktan yapılmış olması büyük olasıdır. Suyun çıkışı için iki tane görüş bulunmaktadır. Emre (1993), dar ve uzun bir kanalın başına bir ahşap kondivi ile yapıldığı yönünde iken Osten (1933), göre de bir ahşap vana ile yapıldığı yönündedir.

4.3 Bilgisayar Destekli Çizim Programı (NETCAD) ile Modelleme

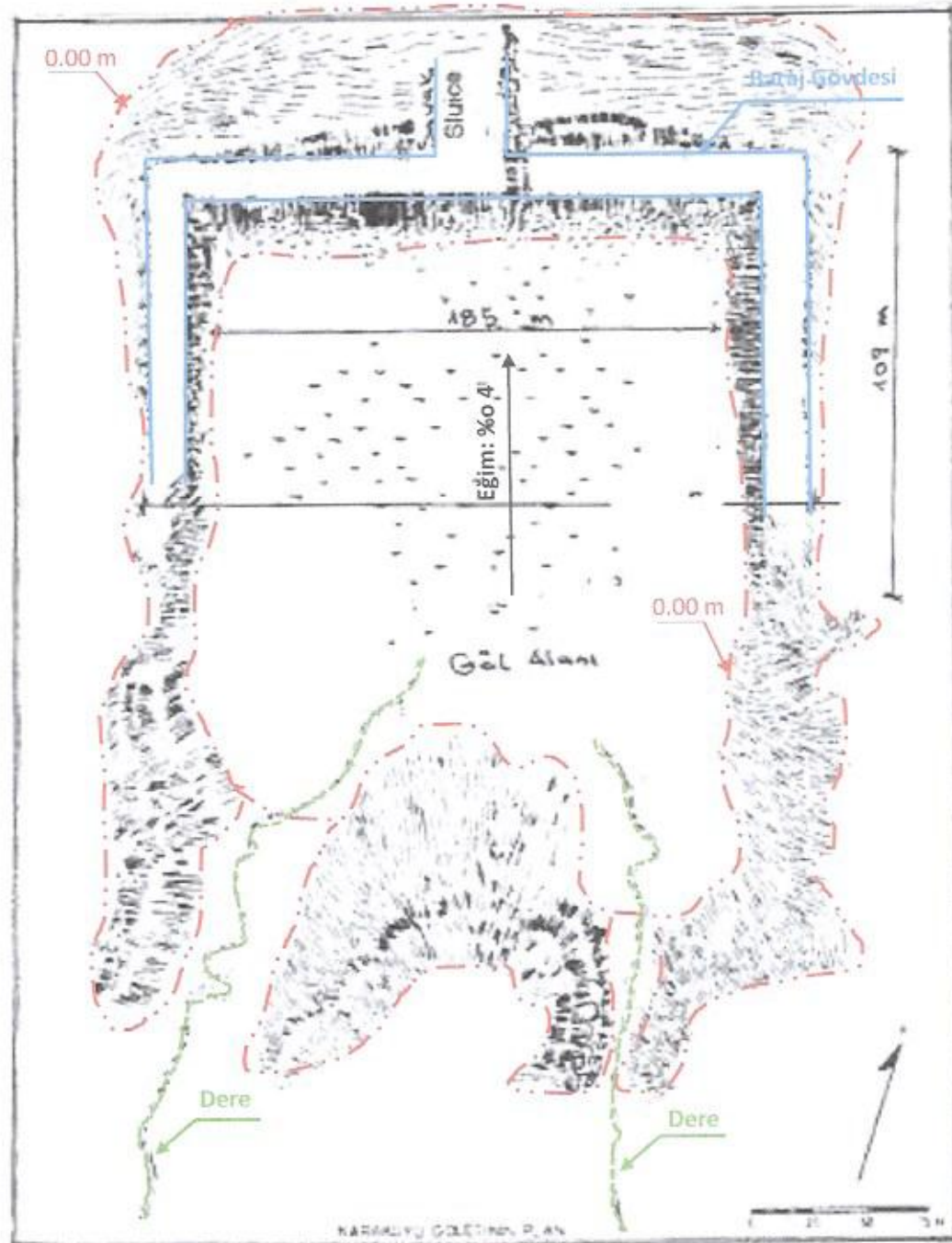
1933 yılında yayınlanan Karakuyu Barajı'na ait plan, yazıt ve resimler detaylı olarak incelenmiştir. Bu planda bulunan çizgiler ve taramalar esas kabul edilerek bilgisayar destekli çizim programı (NETCAD) ile modellenmesi yapılmıştır.

Modelleme yapılırken öncelikle çizgilerin başladıkları noktaları 0.00 m kotu kabul edilmiştir. Bu doğrultuda barajın tüm iç ve dış çevresi 0.00 m kotudur. Şekil 4.13 'de kesitli kırmızı renkli çizgiler (-.-.-) ile baraj gövdesi ise devam eden mavi renkli çizgiler (----) ile gösterilmiştir.

Karakuyu Barajı 'nın bilgisayar destekli çizim programı (NETCAD) ile modellenmiş hali Şekil 4.14 'de yer almaktadır.

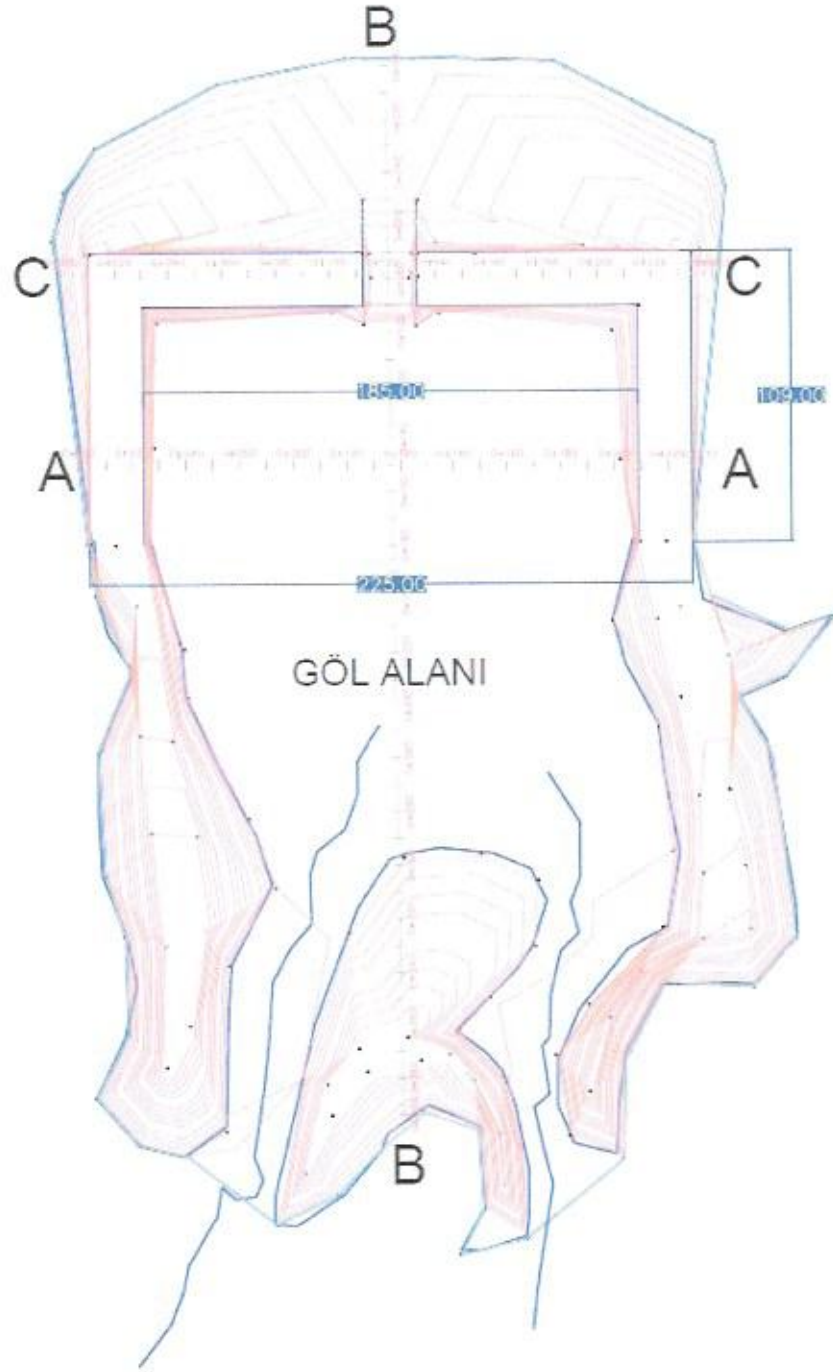
Modellemenin boy kesit (B-B kesiti) ve en kesitleri (A-A, C-C kesitleri) Şekil A.5 – Şekil A.8 'de gösterilmektedir. Şekil A.5 – Şekil 4 A.8, EKLER kısmında verilmiştir.

Modellemenin 3 Boyutlu görünümü Şekil 4.15 'te gösterilmektedir. 3 boyutlu görünümün üst, sağ, sol, ön ve arka tarafından olmak üzere beş farklı görünümü Şekil A.9 – Şekil A.13 'de gösterilmektedir. Şekil A.9 – Şekil A.13, EKLER kısmında verilmiştir.

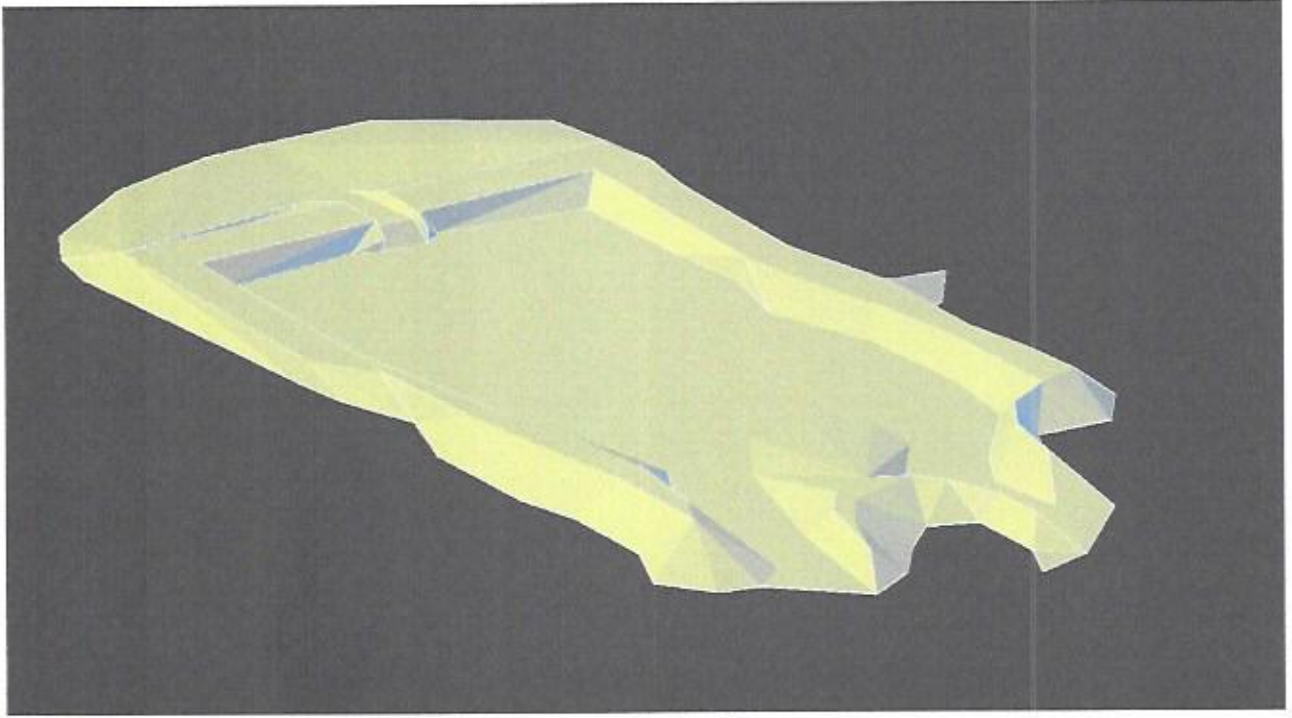


Karakuyu Barajı Planı (Von der Osten 1933)

KARAKUYU BARAJI PLANI



Şekil 4.14: Bilgisayar destekli çizim programı (NETCAD) ile modellenmiş hali.



Şekil 4.15: Modellemenin 3 boyutlu görünümü.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarihi su yapıları üzerine araştırma yapılırken her yapı birbirinden farklı değerlendirilmelidir. Yapıldığı çağ (dönem), konumu (yeri) ve teknolojik imkânları göz önünde bulundurulmalıdır.

İlk medeniyetler, bugünkü bilgilerimize göre yedi bin yıl öncesinden su mühendisliğin temellerini atmıştır. Urartuların yapmış oldukları eşsiz su yapıları önemli bilgi ve tecrübe gerektirdiği için Urartular bu alanda büyük hidrolik mühendisleri kabul edilmektedir.

Başta Karakuyu Barajı olmak üzere birçok önemli su yapısı üzerine yapılan araştırmalar yeterli olmadığı düşünülmektedir. Yer seçimi ve inşa teknikleriyle günümüze kadar varlığını koruyan bu yapılar üzerine daha fazla araştırma yapılmalıdır.

Karakuyu Barajı figürünün yazıtlarda üst taraflarda bulunmasının nedeni, belki de ilkel medeniyetlerin suya ve baraja verdikleri önemi simgelemektedir.

Karakuyu Barajı gövdesi mansap ve memba eğimleri sırasıyla 5Y:1D, 1Y:1D olduğu düşünülürse günümüz mühendislik prensiplerine uymaktadır. Aynı zamanda gövde mansap koruma örtüsü için kullanılan taş bloklar günümüzde halen uygulanan bir yöntemdir.

Karakuyu Barajı, geçirimsizliği düşük olan bir havzada bulunmaktadır. Bundan dolayı baraj yerinin iyi seçildiği söylenebilir.

Uzunyayla platosunda dağlık alanlardaki yükselti farkı kuzey ile doğuya göre güney ile batıda daha fazladır. Bundan ötürü Karakuyu Barajı'nın sulama amacının yanında taşkın kontrolü için de yapıldığı düşünülmektedir.

Hititler döneminde yapılan sulama için yapılan bu küçük bent (*Karakuyu Barajı*); günümüzde savunma, enerji ve gıda gereksinimlerini karşılamak gibi birçok amaca hizmet eden barajın yapımına imkân sağlamıştır.

Tarihi su yapıları üzerine yapılan araştırma ve kazılar arttıkça bulunan yeni kitabe ve yazıtlar ile yeni bilgilerin açığa çıkacağı ön görülmektedir.

Tarihi su yapıları üzerine yapılan konferans ve sempozyumların sayısı artırılması, her yeni organizasyonun farklı bir su yapısı yanında ve/veya çevresinde yapılması su yapılarına verilen önemi ve ilgiyi arttırabilir.

Bu önemli su yapılarının ayrıntılı çizimleri yapılarak genel bir envanteri çıkarılmalı ve su mühendisliği literatürüne kazandırılmalıdır.

Birbirinden önemli ve değerli olan bu tarihi ve kültürel miraslarımızın korunmasını sağlayarak gelecek nesillere aktarmak bizler için bir görevdir. Bu yapılar aslına uygun bir şekilde korunmalıdır.

Tarihi su yapılarının tamamı en ince ayrıntısına kadar incelenip içlerinde sakladıkları bilgi, deneyim ve tecrübe gibi insanoğlunun faydalanabileceği önemli katkılar açığa çıkarılmalıdır.

Sonuç olarak bu çalışmanın amacı zamanında önemli işlevi olan bu su yapılarının farklı bir bakış ile değerlendirip, tarih ve sanatsal öneminden ziyade teknik ve mühendislik önemi vurgulamaya yöneliktir.

KAYNAKLAR

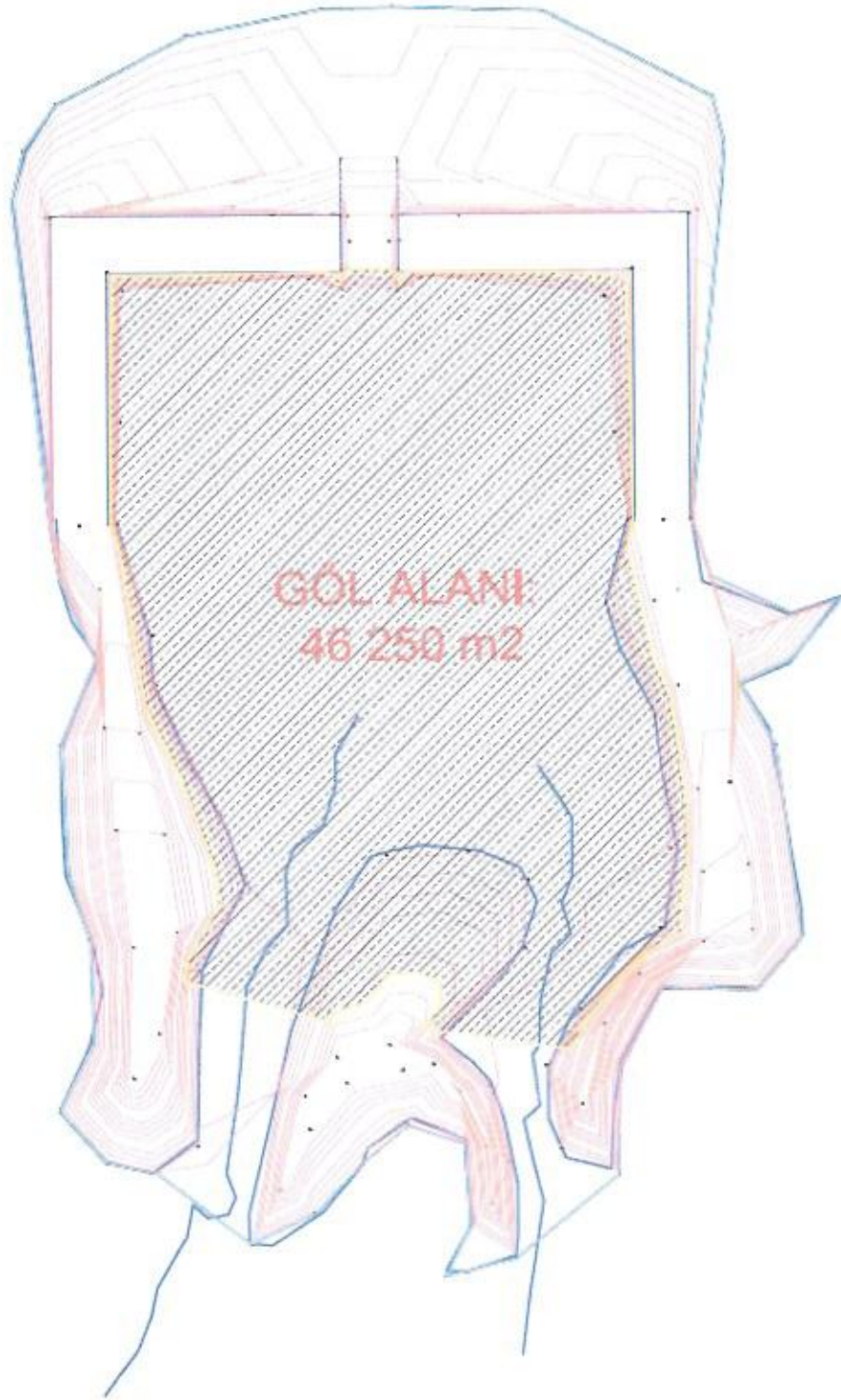
- Acar, M. Ş., 2010., Bentler ve Sinan'ın Suyolu, Bıyıl Yayınevi, İstanbul.
- Akmandor, N., 1968. Koca Sinan 'ın Plancılığı, Eserleri ve Mühendisliği, Türkiye Mühendislik Haberleri, Ankara.
- Arısoy, Y., 2008. Selçuklu ve Osmanlı Dönemleri Su Yapıları, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26-27 Haziran.
- Baykan, N. O., 2008. Helenistik, Roma ve Bizans Dönemleri Su Yapıları, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26-27 Haziran.
- Baykan, N. O. ve Baykan N., 2015. Binyıllar Boyunca Anadolu'daki Su Mühendisliği, 4. Su Yapıları Sempozyumu, İzmir, s: 144-153, 19-20 Kasım.
- Baykan, N. O., Öziş, Ü., Sarıca N. Ö., Alpak, S. Ö. ve Büket, G. Y., 2008. Foça'nın Eski Suyolu, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26-27 Haziran.
- Belli, O., 1998. Van'da 2700 yıllık gölet ve sulama kanalları, Lider Dergisi.
- Bildirici, M., 1996. Historical Irrigation in the Plain of Ereğli of Konya, International Commission on Irrigation and Drainage, 16th Congress, Cairo.
- Bildirici, M., 2008. Hitit Öncesi ve Hititler Dönemi Tarihi Su Yapıları, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26 – 27 Haziran.
- Bildirici, M., 1994. Tarihi Su Yapıları - Konya, Karaman, Niğde, Aksaray, Yalvaç, Side, Mut, Silifke, Ankara, D.S.İ. 'nin 40. Kuruluş Yılı (1954-1994), Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı, 463 s.
- Bildirici, 2004, Tarihi Sulama, Su depolama ve Taşkın Korunma, Ankara DSİ Genel Müdürlüğü.
- Bildirici, M., 2009. Tarihi Sulama, Su Depolama, Taşkın Koruma Tesisleri, Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bildirici, M., 2008. Urartular Dönemi Tarihi Su Yapıları, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26 – 27 Haziran.
- Bildirici, M. ve Bildirici, İ. Ö., 1991. Konya ve Çevresinde Çağlar Boyu Tarihi Su Yapıları.
- Büyükyıldırım, G., 2008. Erken Cumhuriyet Dönemi Su İşleri, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26 – 27 Haziran.
- Çeçen, K., 1979. İstanbul 'da Osmanlı Devrinde Su Tesisleri, İstanbul, İ.T.Ü., TBTA Su Alma Tesisleri Ünitesi, KR 17.

- Çeçen, K., 2000. Kırkçeşme Tesisleri İsale Hattı Planı, İstanbul'un Osmanlı Dönemi Suyolları, İSKİ, yay. haz. Celal Kolay.
- Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü II. Bölge Müdürlüğü, 2016. Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları.
- D.S.İ. Genel Müdürlüğü, 1969. Yeraltı suları Dairesi Başkanlığı, Yeraltı Suyu Kuyusu Kütüğü, Kuyu Logu.
- Emre, K., 1993. The Hitite Dam of Karakuyu, Essays On Anatolian Archaeology, Wiesbaden, Germany.
- Garbrecht, G., 2004. Historische Wasserbauten im Ost-Anatolien, DWhG, Siesburg.
- Harcancıoğlu, N., Öziş, Ü., Baykan, O., Atalay, A., Ünal, Ş. ve Tolkun, M., 2008. Bergama ve Nysa Çaylarını Örtün Tünel Biçimi Tarihi Su Yapıları, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26 – 27 Haziran.
- Halifeoğlu, F. M., Toprak, Z. F. ve Kavak, O., 2011. Tarihi Diyarbakır Köprülerinin Mimari, Hidrolojik ve Jeolojik Açısından Değerlendirilmesi, II. Su Yapıları Sempozyumu, Diyarbakır, 16-18 Eylül.
- Hepbostancı, G., Alkan, A. ve Özdemir, Y., Van Yöresi Tarihi Su Yapıları, 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, Erzurum.
- K.M.İ, Kayseri Meteoroloji İstasyonu, 2016. 1960-2015 yılları arasında kaydedilen Meteorolojik ve İklimsel Özellikler.
- Linguri, M., Tulgar, T. ve Şamlı F., 1974. Antik Efes Şehri Su Getirme ve Kanalizasyonu, İzmir.
- NASA, 2007. <http://www.wikiwand.com/tr/Balkanlar>, alındığı tarih: 4.8.2017.
- Ocak, S. G., 2009. Batı Anadolu Roma Dönemi Örnekleriyle Su Kemerleri Künkleri ve Sarnıçları Üzerine Bir Araştırma ve Uygulama Çalışması, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik Anasanat Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Orhan, A. H., Özdem, T. ve Eydur, E., 2006. Urartian Water Constructions and Hydraulics, Journal of Applied Science Research 2(6), 346-354.
- Özenir, S., 2002. Eflatunpınar Hitit Kutsal Anıt-Havuzu 1998 Yılı Çalışmaları, Akten des IV. Internationalen Kongresses für Hethitologie, Würzburg 4-8 Oktober 1999, StBoT 45, Wiesbaden: Harrassowitz, 532-40.
- Öziş, Ü., 1995. Çağlar Boyunca Anadolu'da Su Mühendisliği, İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul, 40.mcı Yıl Yayını, 64 s.
- Öziş, Ü., 2002. Dörtbin yıl boyunca Türkiye'de su yapıları, Türkiye Mühendislik Haberleri, J.47, N.419, s.17-28.
- Öziş, Ü., 1999. Historical dams in Turkey. Ankara, Turkish National Committee of International Commission on Large Dams (TRCOLD), 100 s.
- Öziş, Ü., 1987. Su Mühendisliği Açısından Anadolu'daki Eski Su Yapıları (genişletilmiş 2. Basım), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, N.73, 226 s.

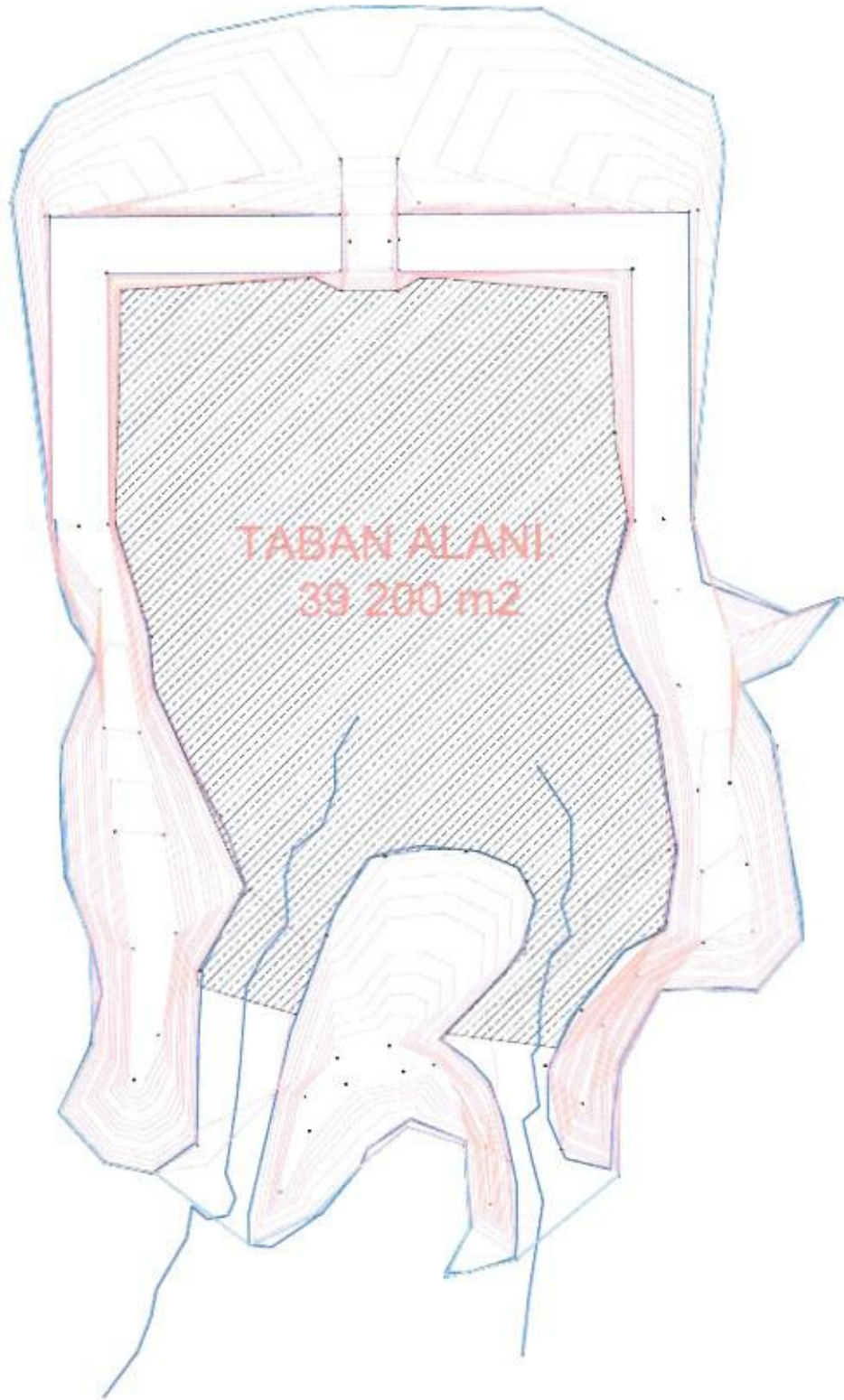
- Öziş, Ü., 1994. Su Mühendisliği Tarihi Açısından Türkiye'deki Eski Su Yapıları, D.S.İ. Yayınları, Ankara, 20 – 22 s.
- Öziş, Ü., 2015. Tarihi Su Yapıları Açısından Türkiye'nin Dünyadaki Önemi, Su Yapıları ve İTÜ'lü Süleyman Demirel, İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayını, İstanbul, Ekim – Aralık, s 70.
- Öziş, Ü., 1990. Sinan's Water Supply Systems for Istanbul. Roma, Environmental Design, v.5, n. 5-6, pp. 206-198.
- Öziş, Ü., 2007. Su Yapılarının Tarihi Gelişmesi, III. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İzmir, 10-17 Eylül.
- Öziş, Ü. ve Alkan, A., 2008. Çevlik Tarihi Su Tüneli Çevirme Sistemi, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26-27 Haziran.
- Öziş, Ü. ve Arısoy, Y., 1991. Mimar Sinan'ın Su Yapıları, Ege Mimarlık, İzmir.
- Öziş, Ü., Arısoy, Y., Atalay, A., Alkan, A. ve Özdemir, Y., 2008. Türkiye'deki Tarihi Su Yapılarının Evrensel Önemi, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Ankara, 20-22 Mart.
- Öziş, Ü., Özdemir, Y., Kosova, A. ve Çördük, A., 2008. İzmir'in Tarihi Su Yolları, Tarihi Su Yapıları Konferansı, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26-27 Haziran.
- Öziş, Ü., Utku Atalay, V., Haşal, M. ve Atalay, A., 2008. Alabanda ve Gerga'nın Tarihi Suyolu, İzmir, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26-27 Haziran.
- Saygılı, R., 2006. http://cografyaharita.com/dunya_siyasi_haritasi.html, alındığı tarih: 4.8.2017.
- Sunkar, M. 2008. Zamantı Çayı Yukarı Havzası (Uzunyayla)'nın Jeomorfolojisi, e-Jornal of New World Sciences Academy, ISSN: 1306-3111, Volume: 3, Number: 4, Article Number: c0081.
- Şimşek, C. ve Filiz, Ş. 2005. Torbalı (İzmir) Katı Atık Depolama Sahasının Jeolojik ve Hidrojeolojik Özelliklerinin İncelenmesi, DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 2, s. 39-56.
- Tuna, M. C., 2008. Barajlar ve Basamaklı Dolusavakların Tarihi, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, 26-27 Haziran.
- Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) 50. Yılı, 1973. Tarsus Ticaret ve Sanayi Odası Yıllık Rehberi, Arba Basın Yayın, 1986, İstanbul.
- Tütüncü, M., Batı Anadolu Örnekleriyle Metropolis Şehir İçi Su Sistemleri (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2005), 12 s.
- Utku, V. ve Haşal, M., 1978. Alabanda ve Gerga Tarihi Su İletim Sistemleri, İzmir.
- Ülke, A. ve Kebapcıoğlu, E., 2015. Orta Karadeniz Bölgesi İç Kısımları Tarihi Su Yapıları, 4. Su Yapıları Sempozyumu, İzmir, 19-20 Kasım.
- Yüngül, N., 1957. Taksim suyu tesisleri, İstanbul Belediyesi Sular İdaresi, İstanbul, N.3, 72 s.

- URL -1 < <http://www.sosyalcim.org/ilk-turk-beylikleri/> >, alındığı tarih: 4.8.2017.
- URL -2 < <http://aslanhasanhoca.blogcu.com/ilk-cag-uygarliklari/9395262> >, alındığı tarih: 4.8.2017.
- URL -3 < <https://www.hittitemonuments.com/karakuyu/> >, alındığı tarih: 10.12.2016.
- URL -4 < https://tr.wikipedia.org/wiki/Keban_Baraj%C4%B1_ve_Hidroelektrik_Santrali >, alındığı tarih: 14.11.2017.
- URL -5 < <https://www.hittitemonuments.com/alacahoyuk/index-t.htm> >, alındığı tarih: 12.12.2016.
- URL -6 < <https://www.hittitemonuments.com/eflatunpinar/index-t.htm> >, alındığı tarih: 14.12.2016.
- URL -7 < <http://blog.radikal.com.tr/kent-kulturu/kaya-kent-dara-antik-kenti-9148> >, alındığı tarih: 13.12.2016.
- URL -8 < http://www.mekan360.com/haberler_5063,0--haberleri-mezopotamyanin-ilk-barajinin-bulundugu-dara-harabeleri.html >, alındığı tarih: 13.08.2017.
- URL -9 < <http://www.yapidergisi.com/makaleicerik.aspx?MakaleNum=34> >, alındığı tarih: 4.8.2017.
- URL -10 < <http://www.acaba.one/turk-tarihinde-kurulan-ilk-baraj.html> >, alındığı tarih: 14.12.2017.
- URL -11 < <http://www.dsi.gov.tr/projeler/cubuk-baraj%C4%B1> >, alındığı tarih: 20.9.2017.
- URL -12 < <http://van-rehberi.blogspot.com.tr/p/mimari.html> >, alındığı tarih: 13.11.2017.
- URL -13 < www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/tarim-sulama.pdf?sfvrsn=2 >, alındığı tarih: 12.10.2017.
- URL -14 < http://www.focusdergisi.com.tr/arkeoloji/00573/imperiaflex_0_0_0.jpg.php >, alındığı tarih: 25.10.2017.
- URL -15 < <http://www.gezi-yorum.net/edremit-samran-kanali-2/> >, alındığı tarih: 25.10.2017.
- URL -16 < <http://www.taliyol.com/2017/06/27/karakuyu-hitit-baraji/> >, alındığı tarih: 12.02.2018.
- URL -17 < <http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=91550> >, alındığı tarih: 15.09.2017.
- URL -18 < <http://cevre.beun.edu.tr/zeydan/> >, alındığı tarih: 12.02.2018.
- URL -19 < <http://cografya.sitesi.web.tr/haritalar/bos-haritalar/bos-turkiye-haritasi-5/> >, alındığı tarih: 13.02.2018.
- URL -20 < <https://www.mimarsinan.gen.tr/> >, alındığı tarih: 13.02.2018.
- URL -21 < <http://mapio.net/pic/p-65585923/> >, alındığı tarih: 13.02.2018.
- URL -22 < <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?k=A&m=KAYSERI> >, alındığı tarih: 04.04.2018.

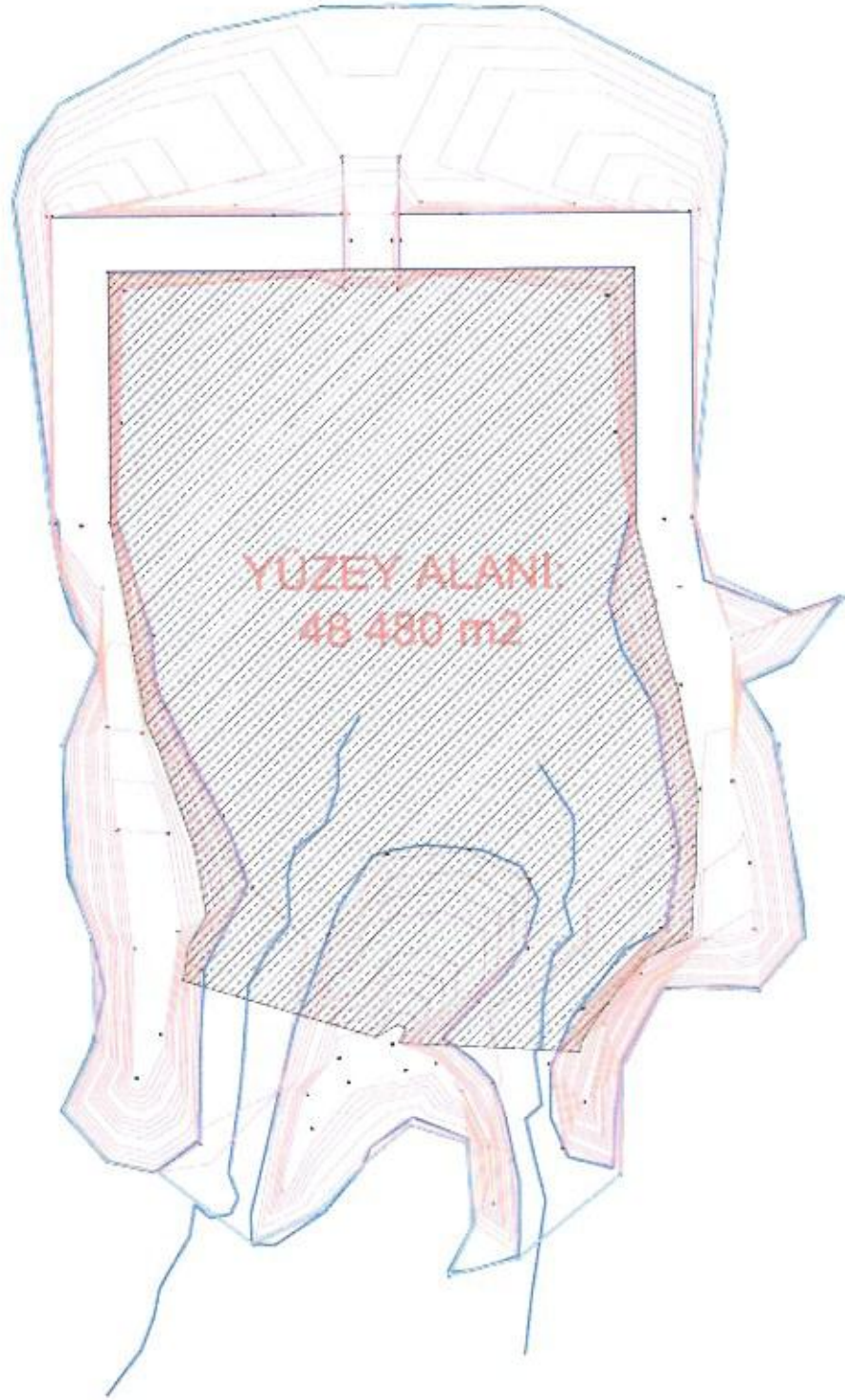
EKLER



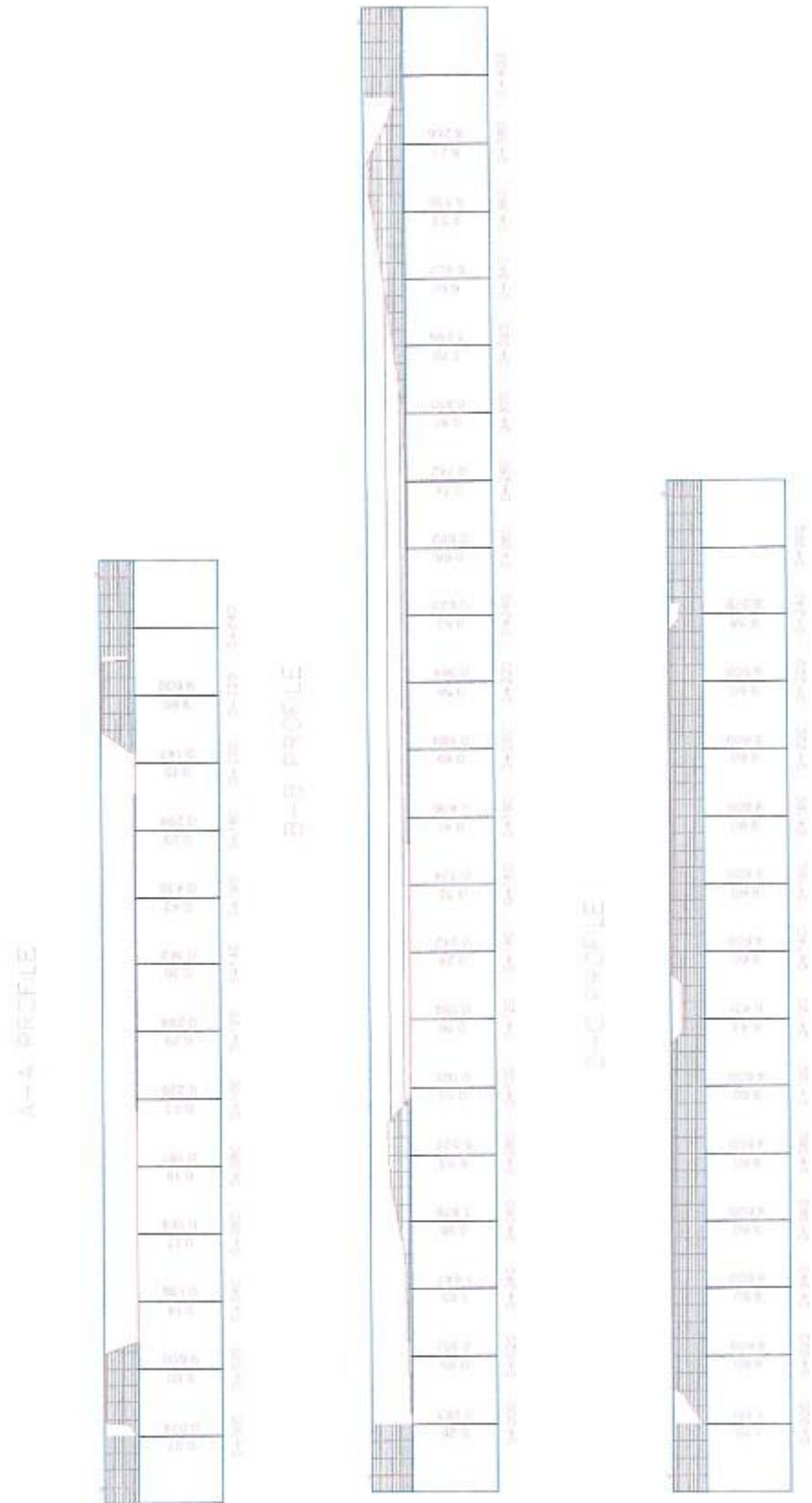
Şekil A.2: Karakuyu barajı göl alanı



Şekil A.3: Karakuyu barajı taban alanı

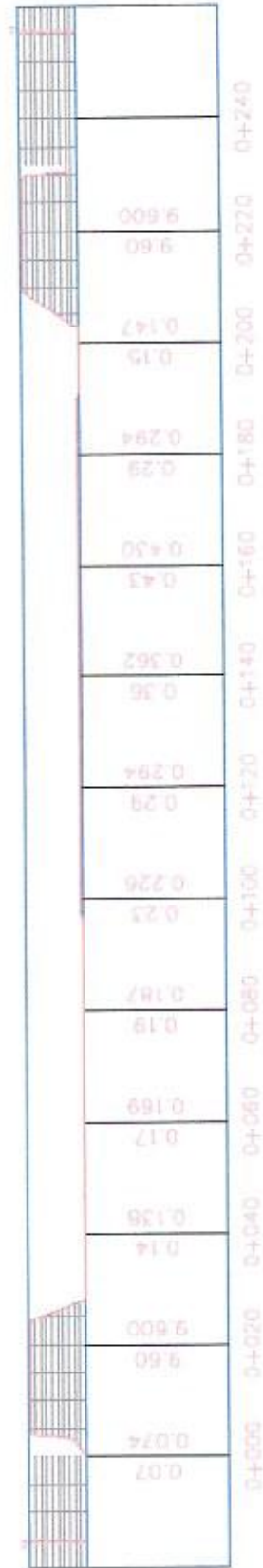


Şekil A.4: Karakuyu barajı yüzey alanı



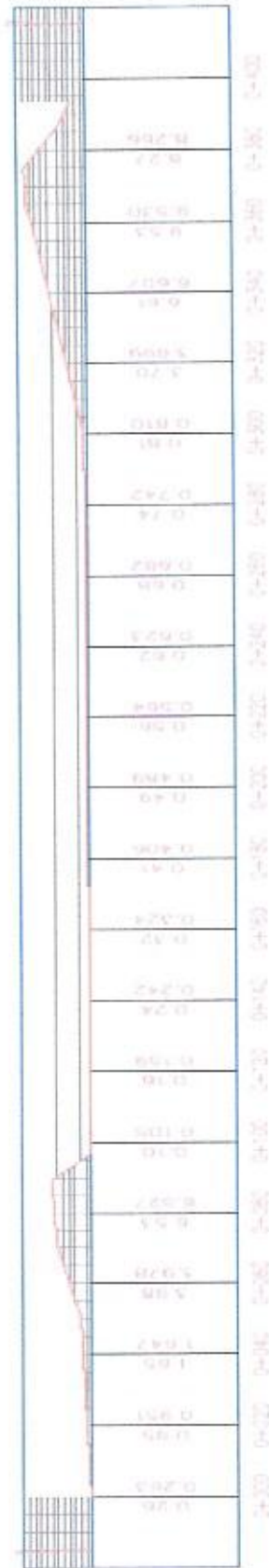
Şekil A.5: En ve boy kesitlerin görünümü

A-A PROFILE



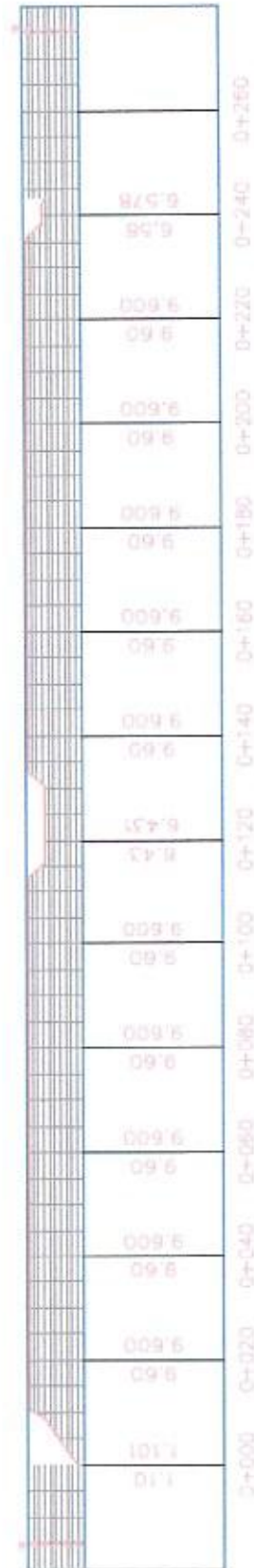
Şekil A.6: En kesit görünümü (A – A Kesiti)

B-B KESİTİ

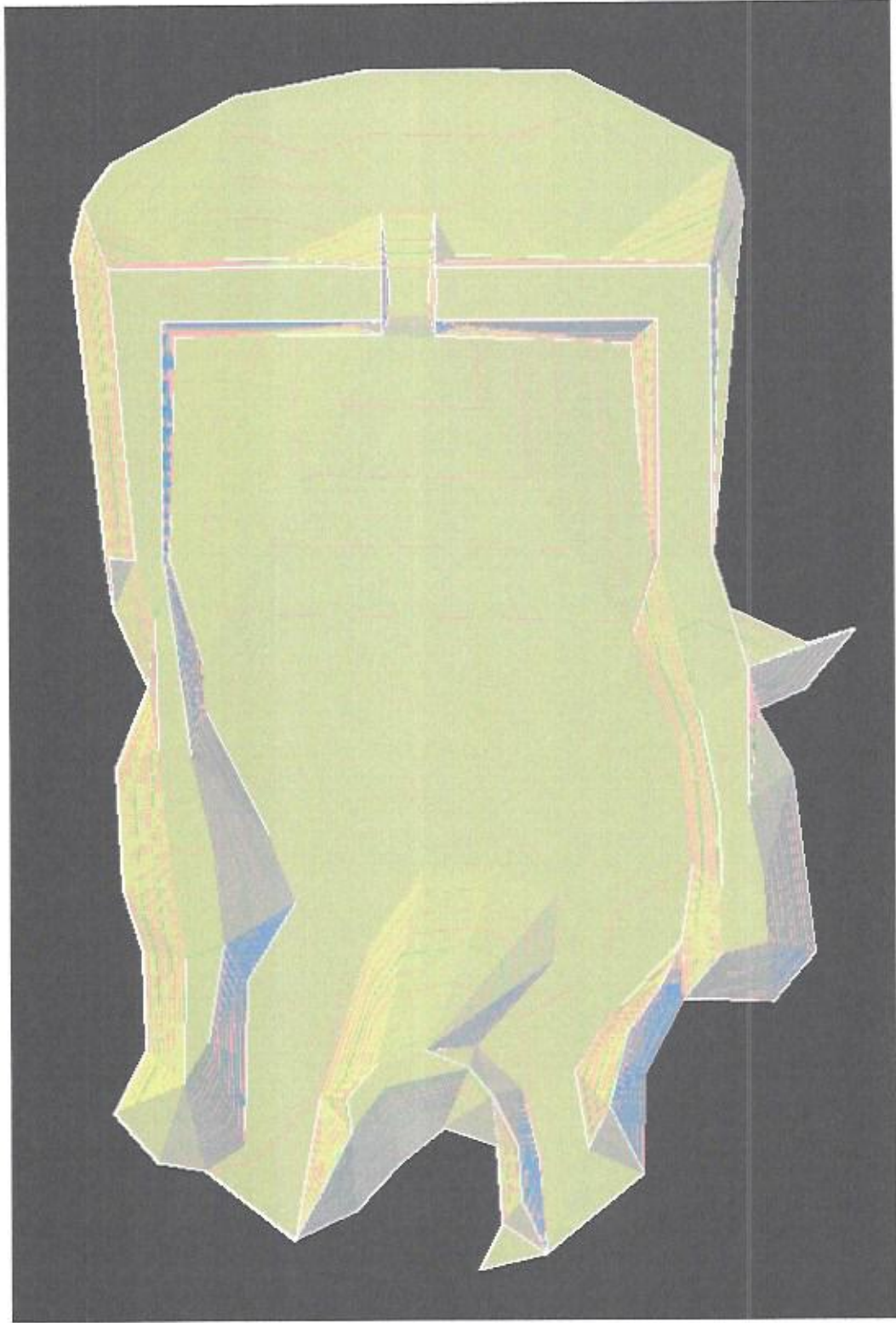


Şekil A.7: Boy kesiti görünümü (B – B Kesiti)

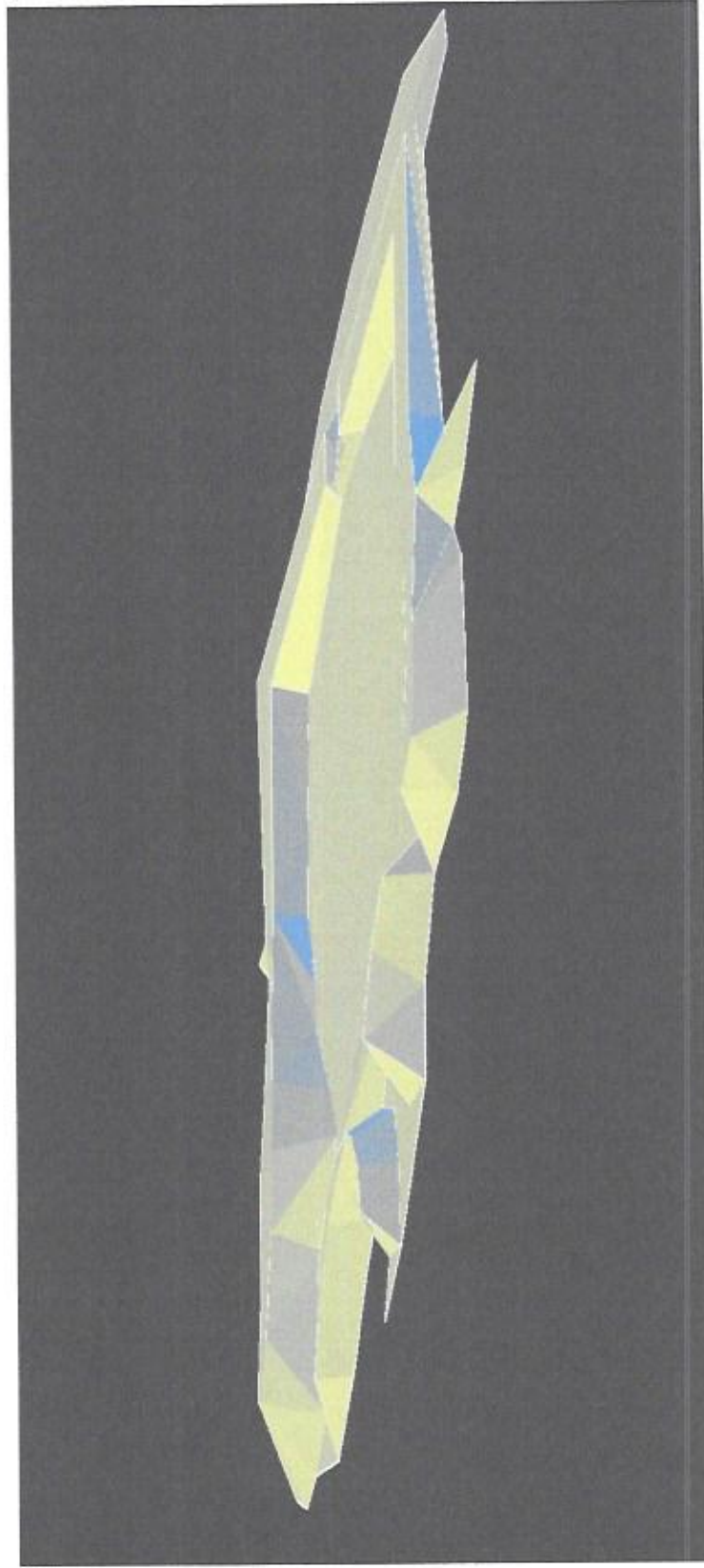
C-C PROFILE



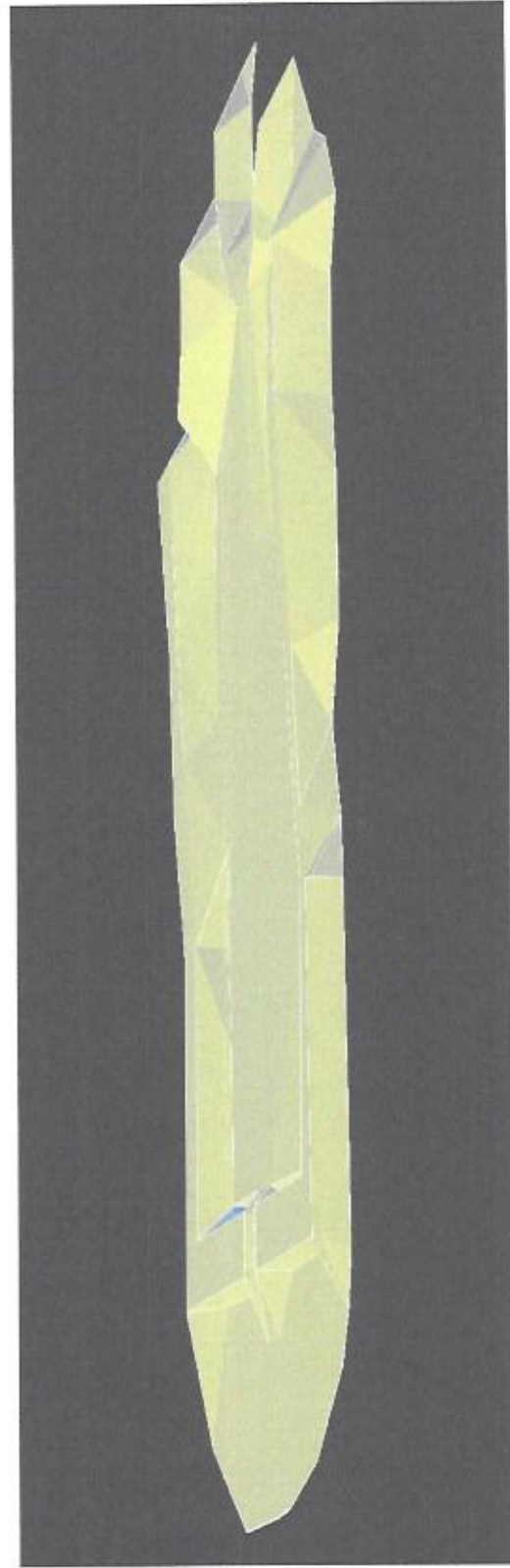
Şekil A.8: En kesit görünümü (C – C Kesiti)



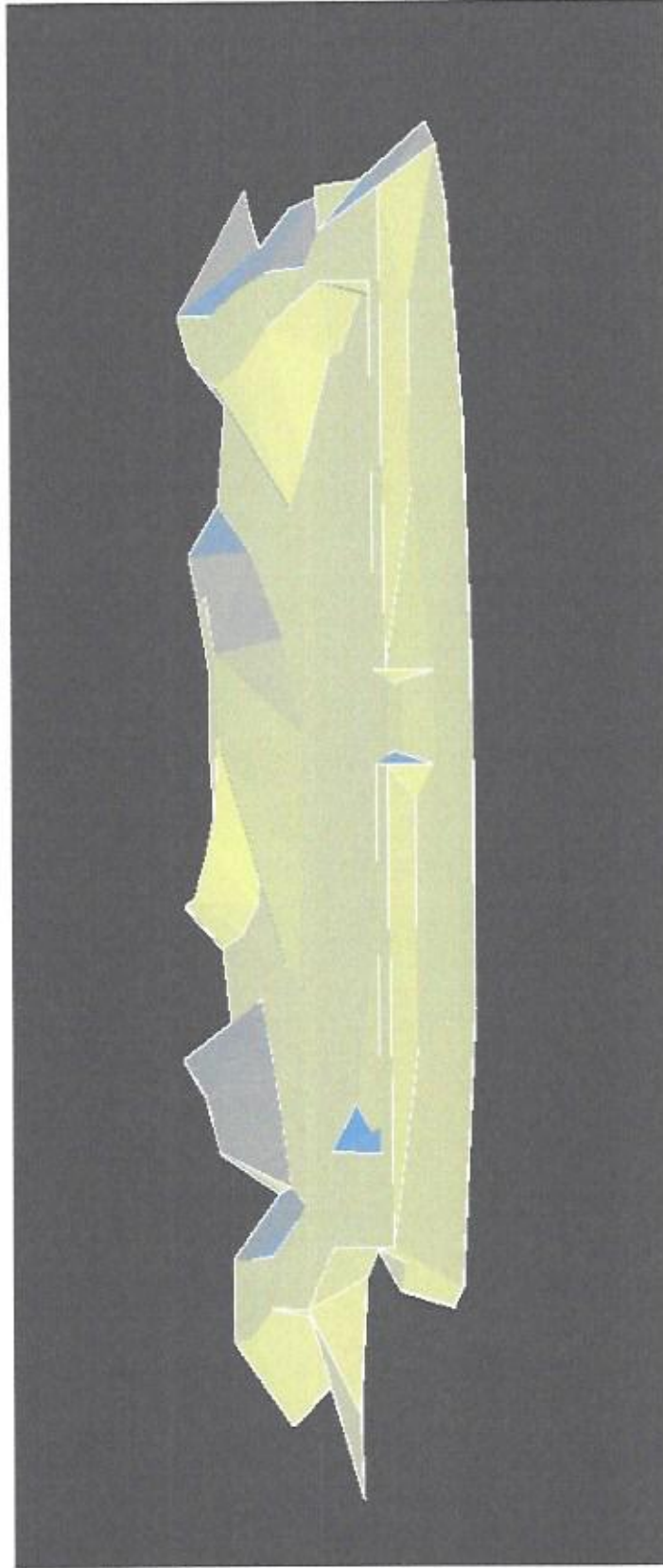
Şekil A.9: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Üst)



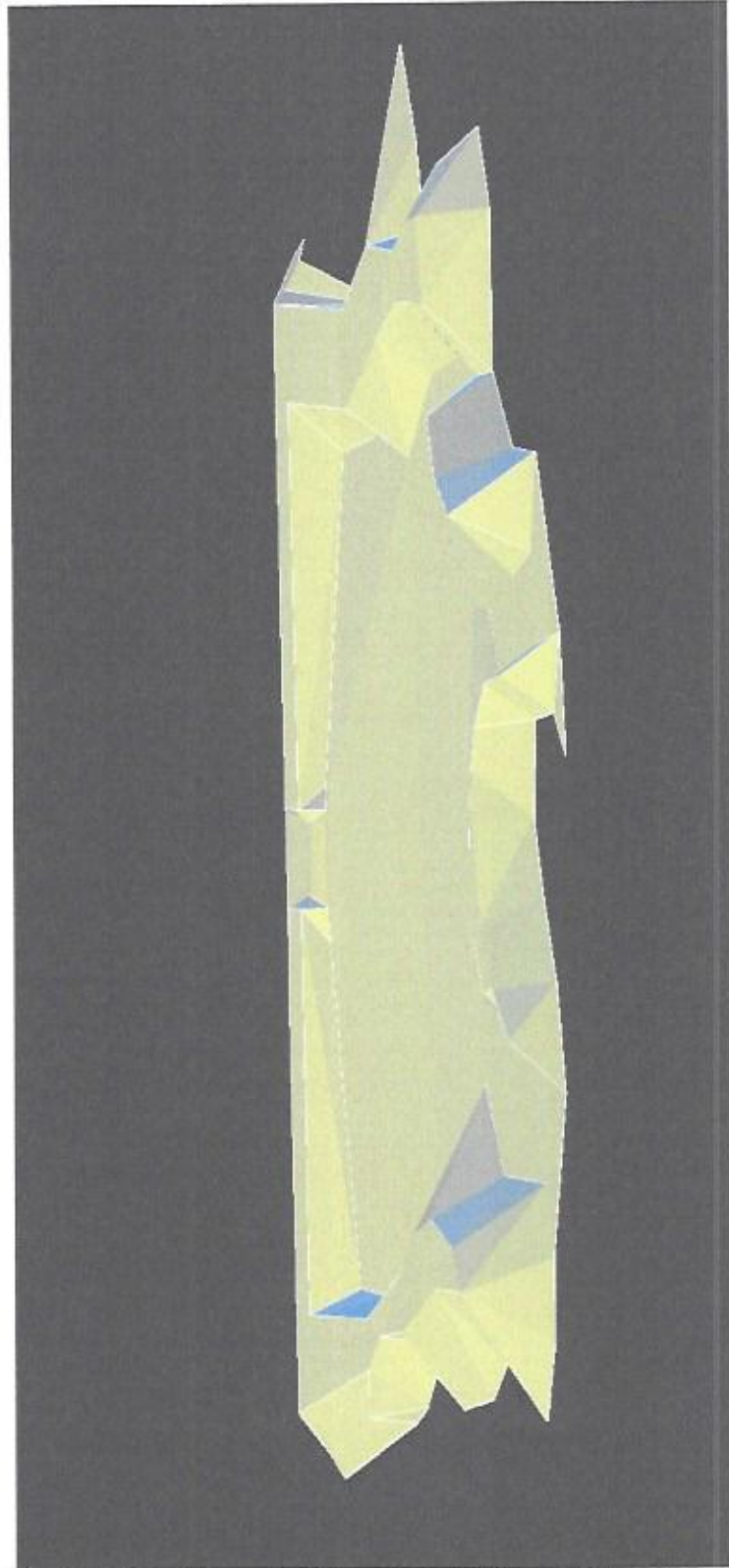
Şekil A.10: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Sağ)



Şekil A.11: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Sol)



Şekil A.12: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Ön)



Şekil A.13: Modellemenin 3 boyutlu görünümü (Bakış yönü: Arka)

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Celalettin OZAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 10.05.1990 – ANKARA
E-posta adresi : ozan.celalettin@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Kocaeli Üniversitesi (Mez. Tar.:26.06.2013)
Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi
Doktora : -

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

Eylül 2013 tarihinden itibaren Hidrogrup Su Yapıları Denetim ve Müh. Hiz. Ltd. Şti.'de Kontrol Mühendisi (İnşaat Mühendisi) olarak çalışmaya başladım. Bu firmadaki 2,5 yıllık çalışmam sürecinde özellikle Maden sektöründe birbirinden farklı, büyük ve önemli projelerde (Atık Depolama Tesisleri, Pasa Alanları, Yığın Liçler) çalışma fırsatı yakaladım. Şuan Çöpler Sülfid Proje Atık Depolama Tesisi (ADT) inşaatında Karses Su Yapıları Denetim Hiz. Ltd. Şti.'de Kontrol Şefi (Kıdemli İnşaat Mühendisi) olarak çalışmaktayım.

Kişisel Ödüller: Onur Öğrencisi (Kocaeli Üniversitesi, 2010-2011-2012-2013)
Tübitak 2238 Üniversite Düzeyi Girişimcilik ve Yenilikçilik Yarışması - 1. Aşama Değerlendirmesi (2013)
Ekip Ödülleri : Ekim 2014 Ayının En Güvenli Firması (TÜPRAG, 2014)

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER