

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİYARBAKIR ULU CAMİ'DE YERALTINDA GÖMÜLÜ
OLDUĞU DÜŞÜNÜLEN ARKEOLOJİK YAPILARIN
ELEKTRİK YÖNTEMLE ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeofizik Müh. Nihan FETTAHOĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Can KARAVUL

Haziran 2012

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİYARBAKIR ULU CAMİ'DE YERALTINDA GÖMÜLÜ
OLDUĞU DÜŞÜNÜLEN ARKEOLOJİK YAPILARIN
ELEKTRİK YÖNTEMLE ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeofizik Müh. Nihan FETTAHOĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 05/ 06 /2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Can KARAVUL
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Levent GÜLEN
Üye



Doç. Dr. Aşkın DEMİRKOL
Üye

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada arazi aşamasından veri işlem aşamasına kadar her zaman yanımda olan bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, çok değerli danışman hocam, Jeofizik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Can KARAVUL'a

Tez aşamam sırasında bana değerli katkılarda bulunan dostum Serap KARAVUL'a

Lisans ve yüksek lisans eğitimim sırasında bilgilerinden faydalandığım tüm Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Hocalarıma

Akademik hayatımda ve tez aşamam sırasında her zaman bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, bana desteğini hiç esirgemeyen mesai arkadaşım Emrah BUDAKOĞLU'na

Tez aşamam sırasında gösterdikleri destek için, günün büyük bir kısmını yan yana geçirdiğim oda arkadaşım Arş. Gör. Hilal YALÇIN başta olmak üzere, Arş. Gör. Hatice DURMUŞ, Arş. Gör. Eray YILDIRIM ve Arş. Gör. Hüseyin KALKAN'a

Yıllarca bana maddi ve manevi destek olan, her zaman beni cesaretlendirip destekleyen dünyadaki en kıymetli varlığım AİLEME sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvi
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
ARKEOJEOFİZİĞİN TANIMI VE KULLANILAN YÖNTEMLER	5
2.1. Arkeojeofizik Araştırmaların Geçmişi	5
2.2. Arkeojeofizik Yöntemler	6
2.2.1. Elektrik özdirenç (resistivite) yöntemi	7
2.2.2. Manyetik yöntem	9
2.2.3. Elektromanyetik yöntem	9
2.2.4. Yer radarı (georadar) yöntemi	10
2.2.5. Gravite yöntemi.....	10
BÖLÜM 3.	
ÖZDİRENÇ YÖNTEMİ	11
3.1. Toprağın Elektriksel Özellikleri.....	11

3.1.1. Toprağın nem içeriği	11
3.1.2. Geçirgenlik (Permeability)	12
3.1.3. İyon içeriği	12
3.1.4. Isı	12
3.2. Ölçümleri Etkileyen Faktörler	12
3.2.1. Değme gerilimleri	13
3.2.2. Değme direnci	13
3.2.3. Elektrot uğlaşması	13
3.2.4. Doğal akımlar	13
3.2.5. Yapay akımlar	14
3.3. Dizilim Çeşitleri	14
3.3.1. Wenner elektrot dizilimi	15
3.3.2. Schlumberger elektrot dizilimi	16
3.3.3. Dipol dizilimler	18
3.3.4. Yarım wenner elektrot dizilimi	19
3.3.5. Yarım schlumberger elektrot dizilimi	20
3.4. Düşey Elektrik Sondajı	21
3.5. Özdirenç Profil Ölçüsü (Yanal Kaydırma)	21
3.6. Sığ Amaçlı Özdirenç Araştırmalarının Planlanması	22

BÖLÜM 4.

ÇALIŞMADA KULLANILAN TERS ÇÖZÜM VE MODELLEME TEKNİKLERİ	23
4.1. Elektrik Özdirenç Verileri İçin Ters Çözüm Metodu Ve Kullanılan Ters Çözüm Programı	23
4.2. RockWorks Programı ve RockPlot 3D	28
4.2.1. Katı modelleme ve görüntüleme araçları	28
4.2.1.1. ASCII verisi kullanma	29
4.2.1.2. Excel verisini kullanma	29
4.2.2. Proje boyutları	31

4.2.2.1. Proje boyutları tanımı.....	31
4.2.2.2. Project manager'in kullanımı.....	33
4.2.3.3 boyutlu yüzey haritaları hazırlama.....	33
4.2.3.1. Harita/Grid bazlı RockWorks uygulamaları.....	34
4.2.4. Katı modelleme.....	36
4.2.4.1. Katı model üç boyutlu diyagram opsiyonları.....	38
BÖLÜM 5.	
JEOLOJİ.....	41
5.1. Diyarbakır'ın Jeolojisi.....	41
5.2. Çalışma Alanının Jeolojisi.....	43
5.2.1. Şelmo formasyonu.....	43
5.2.1.1. Tanım.....	43
5.2.1.2. Fosil ve yaş.....	43
5.2.2. Karacadağ Bazaltları.....	43
5.2.2.1. Tanım.....	43
5.2.2.2. Yaş.....	44
5.2.3. Alüvyon(Qe ve Qy).....	44
5.3. Diyarbakır'ın Tektoniği.....	44
5.4. Bölgenin Depremselliği.....	47
5.4. Bölgenin Hidrojeolojisi.....	48
5.4.1. Bazalt akiferi.....	49
BÖLÜM 6.	
BÖLGENİN TARİHİ.....	51
6.1. Diyarbakır'ın Coğrafyası ve Tarihçesi.....	51
6.2. Çalışma Alanımız Olan Ulu Cami Tarihi.....	53

BÖLÜM 7.

ARAZİ ÇALIŞMALARI	58
7.1.Ana kapı avlu içi bölgesi	61
7.2.Ana kapı girişi dışı bölgesi	68
7.3.Batı kapı sütun kenarı bölgesi	72
7.4.Ana kapı şadırvan arası bölgesi	79
7.5.Ulu Cami arkası bölgesi	82
7.6.Şafiler sütun kenarı bölgesi	90
7.7.Zinciriye bölgesi	93

BÖLÜM 8.

TARİHTE SUYUN ÖNEMİ	97
8.1.Tarihte Su Yapıları	97
8.1.1.Su terazileri	98
8.1.2.Su kemerleri	101
8.1.3.Kanallar	108
8.1.4.Sarnıçlar ve büyük su toplama havuzları	111
8.1.5.Maksemler(Taksimiyeler)	114
8.1.6.Çeşmeler	116
8.2.Roma ve Bizans Dönemi Su Yapıları	117
8.3.Diyarbakır'da Suyun Tarihçesi	120
8.3.1.Cumhuriyet öncesi	120
8.3.1.1.Sur içi kaynaklar	121
8.3.1.2.Dışardan getirilen kaynaklar	125
8.3.1.2.4.Hamravat suyu	126
8.3.2.Cumhuriyet sonrası	126
8.4.Diyarbakır Tarihi Su Yolları	129
8.5.Jeofizik Verilerle Tarihi Verilerin Karşılaştırılması	135

BÖLÜM 9.

SONUÇ VE ÖNERİLER 137

KAYNAKLAR 147

ÖZGEÇMİŞ 158

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

cm	: Santimetre
ERM	: Elektrik tomografisi
2D	: 2 boyutlu
3D	: 3 boyutlu
m	: Metre
%	: Yüzde
m ²	: Metre kare
Ohm.m	: Jeofizik öz direnç birimi
°C	: Santigrad derece
I	: Akım
V	: Elektrik potansiyeli
M.Ö.	: Milattan önce
M.S.	: Milattan sonra
∞	: Sonsuz
RMS	: (Root Mean Squared) Bir seri ölçümün karelerinin karekökü
vb	: Ve benzeri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Yerbulduru haritası ve çalışma alanı.....	1
Şekil 2.1.	Arkeojeofizik Yöntemler	7
Şekil 3.1.	Wenner (α) elektrot dizilimi.....	16
Şekil 3.2.	Schlumberger elektrot dizilimi.....	17
Şekil 3.3.	Dipol – Dipol elektrot dizilimi.....	19
Şekil 3.4.	Yarım wenner elektrot dizilimi	20
Şekil 3.5.	Yarım schlumberger elektrot dizilimi	21
Şekil 4.1.	Aralıksız ölçümlerle bir yapma kesit oluşturmak için bir bilgisayarın kontrol ettiği çok elektrotlu araştırma için kurulum	25
Şekil 4.2.	Yapma kesitte data noktalarıyla birlikte bir modelde kullanılan blokların düzeni.....	25
Şekil 4.3.	Örnek bir RockPlot3D penceresi	28
Şekil 4.4.	İnteraktif düzenleyici	29
Şekil 4.5.	Borehole manager	30
Şekil 4.6.	Borehole Manager’da proje boyutları	32
Şekil 4.7.	RockWorks uygulamaları için proje boyutları paneli	32
Şekil 4.8.	Temsili project manager görünümü	33
Şekil 4.9.	Temsili 3 boyutlu yüzey haritası	34
Şekil 4.10.	Üç boyutlu yüzey harita katmanları	35
Şekil 4.11.	Katı modelleme	37
Şekil 4.12.	Eş yüzey diyagram tipi.....	38
Şekil 4.13.	Tüm voxellar diyagram tipi.....	39
Şekil 5.1.	Diyarbakır jeolojisi haritası.....	42
Şekil 5.2.	Doğu Akdeniz’in aktif tektonik haritası.....	45
Şekil 5.3.	Doğu Anadolu fay sistemi.....	46
Şekil 5.4.	Diyarbakır ili deprem bölgesi haritası.....	47

Şekil 6.1.	Diyarbakır il haritası	51
Şekil 7.1.	Elektrik ölçü bölgeleri ve profilleri.....	60
Şekil 7.2.	Ana kapı girişi avlu içi bölgesi profilleri için RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları	65
Şekil 7.3.	Ana kapı girişi avlu içi bölgesi profilleri için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler	66
Şekil 7.4.	Ana kapı girişi profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 1. profilden 3. profile doğru olan üç boyutlu görüntü	67
Şekil 7.5.	Ana kapı girişi profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 3. profilden 1. profile doğru olan üç boyutlu görüntü	67
Şekil 7.6.	Ana kapı girişi dışı bölgesi profili için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit	71
Şekil 7.7.	Batı kapısı sütun kenarı bölgesi profilleri için RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları	76
Şekil 7.8.	Batı kapısı sütun kenarı bölgesi profilleri için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler	77
Şekil 7.9.	Batı kapı sütun kenarı profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 1. profilden 5. profile doğru olan üç boyutlu görüntü	78
Şekil 7.10.	Batı kapı sütun kenarı profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 5. profilden 1. profile doğru olan üç boyutlu görüntü	78
Şekil 7.11.	Ana kapı şadırvan arası bölgesi profili için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit	81
Şekil 7.12.	Ulu Cami arkası bölgesi profilleri için RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları	87
Şekil 7.13.	Ulu Cami arkası bölgesi profilleri için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler	88
Şekil 7.14.	Ulu Cami arkası profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 1. profilden 6. profile doğru olan üç boyutlu görüntü	89
Şekil 7.15.	Ulu Cami arkası profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 6. profilden 1. profile doğru olan üç boyutlu görüntü	89
Şekil 7.16.	Şafiler sütun kenarı bölgesi profili için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit	92

Şekil 7.17.	Zinciriye bölgesi profilleri için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler.....	96
Şekil 8.1.	Matrakçı Nasuh'un Diyarbakır minyatürü	122
Şekil 8.2.	Diyarbakır ili Roma-Bizans ve Osmanlı Dönemi su yolları	131
Şekil 8.3.	Ulu Cami avlu içi, batı kapı sütun kenarı ve Ulu cami arkası bölgelerinden elde edilen üç boyutlu görüntülerin konumlarına uygun olarak yerleştirilmesi	136

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Foto 1.1.	Diyarbakır Ulu Cami.....	1
Foto 6.1.	Diyarbakır Ulu Cami mihrab ve minberi	55
Foto 6.2.	Diyarbakır Ulu Cami minaresi	56
Foto 6.3.	Caminin giriş bölümündeki aslan-boğa mücadelesinin anlatıldığı figür	57
Foto 6.4.	Caminin dış duvarlardaki bazalt ve yer yer kalkan şeritler	57
Foto 7.1.	Ulu Cami avlusu.....	59
Foto 7.2.	Ana kapı avlu içi profilleri	64
Foto 7.3.	Ana kapı girişi dışı profili	70
Foto 7.4.	Batı kapı sütun kenarı profilleri	75
Foto 7.5.	Ana kapı şadırvan arası profili	80
Foto 7.6.	Ulu Cami arkası profilleri	86
Foto 7.7.	Şafiler sütun kenarı profili	91
Foto 7.8.	Zinciriye bölgesi profilleri	95
Foto 8.1.	Manyas su terazisi	100
Foto 8.2.	Yerebatan Sarayı (Basilica cistern) yanında su terazisi	100
Foto 8.3.	Grosse su terazisi.....	101
Foto 8.4.	Aqua Appia su kemeri.....	103
Foto 8.5.	Aqua Marcia su kemeri	103
Foto 8.6.	Gard Köprüsü	104
Foto 8.7.	Efes su kemeri	105
Foto 8.8.	Valens (Bozdoğan) su kemeri	106
Foto 8.9.	Diyarbakır su kemeri.....	107
Foto 8.10.	Aspendos kentinde kullanılan taş su borus	108

Foto 8.11.	Menua (Şamran) Kanalı	109
Foto 8.12.	Karız kanalı	110
Foto 8.13.	Karız kanalı	111
Foto 8.14.	Modern su sarnıcı	112
Foto 8.15.	Yerebatan sarnıcı	113
Foto 8.16.	Roma havuzu	113
Foto 8.17.	Eğrikapı Maksemi	114
Foto 8.18.	Şeref Abad Kasrı Maksemi	115
Foto 7.19.	Taksim maksemi	115
Foto 8.20.	Roma dönemine ait çeşme	116
Foto 8.21.	Bizans çeşmesi yerine yapılan III.Ahmet Çeşmesi	117

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Arkeojeofizik çalışmalara örnekler ve kullanılan yöntemler.....	10
Tablo 5.1.	Formasyonların hidrojeolojik özellikleri.....	48
Tablo 8.1.	Şekil 8.18’de işaretlenen tarihi yapıların açıklaması	132

ÖZET

Anahtar kelimeler: Diyarbakır, Ulu Cami, Hamravat, Elektrik yöntem, Arkeojeofizik, RESDIN2V, RESDIN3V, RockWorks

Çalışma alanı olan Ulu Cami birçok medeniyeti içinde barındırması sebebiyle tarihte oldukça önemli bir yere sahiptir. Çalışmanın amacı ise, Ulu Cami avlusunda yeraltında gömülü bir arkeolojik yapı olup olmadığının araştırılması ve cami duvarlarının temel derinliklerinin bulunmasıdır.

Elektrik yöntemin bazalt zemin üzerinde uygulanması ve ölçü sonuçlarının başarılı olması bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

Ulu Cami ve etrafında yapılan elektrik ölçüleri sonucunda yeraltında gömülü içi su ile dolu bir yapı bulunmuştur. Tarihi araştırmalar sonucunda çizilen su yolları haritasıyla Ulu cami 'de yapılan jeofizik araştırmalar sonucunda elde edilen veriler birbirleriyle örtüşmektedir.

DETERMINING THE LOCATION OF ARCHEOLOGICAL STRUCTURES IN DİYARBAKIR GREAT MOSQUE BY USING ELECTRIC METHOD

SUMMARY

Keywords: Diyarbakır, Great Mosque, Hamravat, Electrical method, Archaeogeophysics, RESDIN2V, RESDIN3V, Rockworks

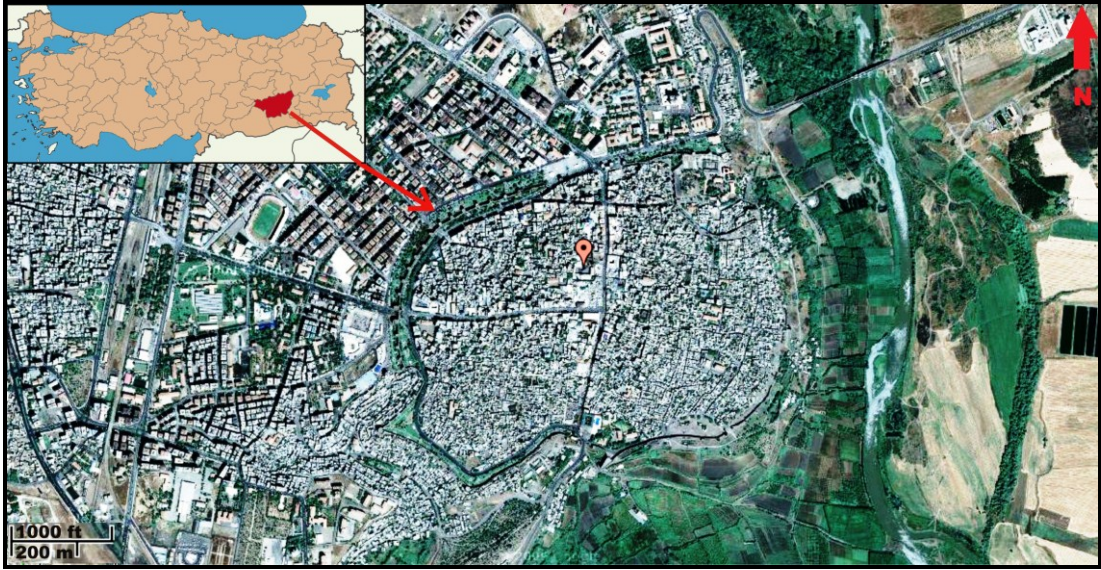
Research site Great Mosque, has a very important reputation in the history because of it's precious value which came from the heritages of different civilizations. Main target of the research is to; explore the existence of the archeological structure which is buried under Great Mosque yard and to determine the base-depth information of structure walls.

Usage of electrical method in a basalt based geology and the accuracy of the data's make the research important in archeogeophysical studies area.

After the electrical studies which have been hold around the Great Mosque yard, a water-filled structure has been detected. The irrigation network maps which are collected from historical studies and the maps which are gathered after the geophysical research are meshing with each other clearly after the correlation.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Çalışma alanı olan Ulu Cami birçok medeniyeti içinde barındırması sebebiyle tarihte oldukça önemli bir yere sahiptir. Diyarbakır Ulu Cami Mahallesi'nde bulunan bu cami, Anadolu'nun en eski camisidir. İslam orduları 639 tarihinde Diyarbakır'ı ele geçirdiği zaman buradaki Mar Thoma Kilisesi'nin ilk olarak üçte birini daha sonra tamamını camiye çevirerek kullanmıştır [1]. Şekil 1.1'de çalışma alanının yer bulduru haritası verilmiştir.



Şekil 1.1. Yer bulduru haritası ve çalışma alanı

Ulu Cami'nin büyük dikdörtgen bir avlusu vardır. Bu avlu üç yandan çeşitli yapılarla çevrilmiştir. Avlunun batısındaki iki katlı cepheyi Ebu Mansur İlaldı'nın yaptırdığı üzerindeki kitabeden anlaşılmaktadır [2]. Bu bölüm antik çağın tiyatro cephelerini andırmaktadır. Ancak bu cepheye eklenen kitabeler ve silmeler ile değişik bir cephe görünümü elde edilmiştir. Bu arada ikinci katta birbirlerinden farklı kemerler kullanılmıştır. Bu cephe doğu bölümünde 1163–1164 yıllarında İnaloğlu Mahmut ve veziri Nisanoğlu Ali zamanında tekrarlanmıştır [1]. Bu bölüm de iki katlı olup, üst

katı kütüphane olarak kullanılmıştır. Burada, sütunların üzerine ve girişte karşılaşılan aslan ile boğa mücadeleleri kabartma olarak işlenmiştir. Avlunun güneyinde ise, doğu cephesine bitişik olan Mesudiye Medresesi önüne de bugün tek katlı olarak görülen sütunlu, sivri kemerli bir revak sırası yerleştirilmiştir. Böylece camiye bir bütünlük kazandırılmış, Mesudiye medresesine de cami ile bağlantılı bir giriş mekânı oluşturulmuştur.



Foto 1.1. Diyarbakır Ulu Cami

Jeolojik olarak volkanik kayaların oldukça yaygın olduğu bölgede, Ulu Cami'nin yapı taşları olarak bazalt kullanılmıştır. Çalışmanın amacı ise, Ulu Cami avlusunda yeraltında bir yapı olup olmadığının araştırılması ve cami duvarlarının temel derinliklerini bulmak amaçlanmıştır.

Arkeolojik araştırmalarda, jeofiziğin kullanımının yaygınlaşmasında en önemli özellik, genellikle bilgilere mümkün olan en kısa sürede ulaşması ve söz konusu arkeolojik kalıntılara herhangi bir zarar vermiyor olmasıdır. Arkeolojik çalışmaların

başlangıcında, saha seçimi ve kazı planının yapılması aşamasında uygulanan jeofizik çalışmalar, yeraltında gömülü olarak bulunan yapının, geometrisi ve derinliği hakkında kesin yanıtlar verebilmektedir. Bu sayede kazılarda zaman kaybı önlenerek, kazı masrafları önemli ölçüde düşürülmektedir. Arkeolojik çalışmalarda, jeofizik araştırmaların kullanımı, son yirmi yıldan beri yaygın hale gelmiştir [4-7].

Rezistivite yöntemi tahmin edilen tarihsel gömülü yapı ve çevresindeki toprak arasında belirgin bir öz direnç farkı var ise kullanılır [8,9]. Elektrik (rezistivite) tomografisi (ERM), arkeolojik çalışmalarda en çok kullanılan yöntemdir. Çünkü bu uygulama duvarların, yapı temellerinin ve mağaraların tespit edilmesinde oldukça başarılı bir yöntemdir. Güncel olarak rezistivite görüntüleme tekniği sığ arkeolojik yapıların tespitinde çokça kullanılan metot olarak yerini almıştır. Bu teknikteki amaç, seçilen elektrot dizilimi (wenner, schlumberger, dipol-dipol, pole-pole vb.) sayesinde çalışma alanında devamlı olarak yeraltını görüntülemektir [10-14]. Ters çözüm teknikleri kullanarak elde edilen elektrik öz direnç verilerinin yorumlanması son yıllarda oldukça kullanılan bir yöntem haline almıştır. Görüntüleme çalışmalarında 2D ve 3D ters çözüm teknikleri kullanılır [14-17].

BÖLÜM 2. ARKEOJEOFİZİĞİN TANIMI VE KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. Arkeojeofizik Araştırmaların Geçmişi

Geçmişten günümüze arkeoloji bilimi doğası gereği birçok bilimle ilişkiye girer ve bu ilişkiler sonucu, yeni bilimsel disiplinlerin doğuşuna sebep olur. Bu tarihsel gelişim zamanla, değişik birçok bilim dallarını içerisinde barındıran “arkeometri” disiplininin oluşmasını sağlamıştır. Bilimsel ve teknolojik gelişimin etkisi altında zamanla bağımsızlaşan bilim dalları, yeni disiplinlerin doğuşuna neden olmaktadır. Bu dalların en önemlilerinde biride, kuşkusuz arkeojeofiziktir. Jeofizik; İkinci Dünya Savaşının bitimindeki yıllarda arkeolojiye girmesine karşın, teknolojik ve bilimsel gelişimin etkisiyle, kazı öncesi araştırma yöntemleri içerisinde birinci sırayı almıştır.

Arkeolojik araştırmalarda, jeofiziğin kullanımının yaygınlaşmasında temel etmenlerin başında jeofiziğin çözüm gücünün artmasını sayabiliriz. Bununla birlikte arkeolojik çalışmalar için jeofizik bilimini vazgeçilmez kılan en önemli özellik, gerekli bilgiye mümkün olan en kısa sürede ulaşırken, söz konusu arkeolojik kalıntılara her hangi bir biçimde zarar vermiyor olmasıdır. Arkeolojik çalışmaların başlangıcında, saha seçimi ve kazı planının yapılması aşamasında uygulanan jeofizik çalışmalar, yer altında gömülü durumda bulunan yapının, geometrisi ve derinliği hakkında kesin yanıtlar verebilmektedir. Bu sayede kazılarda zaman kaybı önlenerek, kazı masrafları önemli ölçüde düşürülmektedir. Boyut olarak jeofiziğin geleneksel hedeflerine göre oldukça sığ ve küçük olan arkeolojik yapıların aranması, yeni teknolojilerin getirdiği olanaklarla kolaylaşmış ve güvenilirliği artmıştır. Bu alanda yapılan çalışmaların yaygınlaşmasıyla bilgi birikimi artmış ve arkeolojik amaçlar için özel ölçüm aygıtları ve sayısal analiz teknikleri geliştirilmiştir. Bunların sonucunda da, “Arkeojeofizik” olarak adlandırılan yeni bir alt bilim dalı doğmuştur.

İlk arkeojeofizik çalışmalar, 1940'lı yılların sonlarında Kuzey Amerika ve İngiltere'de başlamıştır. Özdirenç yöntemini kullanarak yapılan ilk çalışmanın İngiltere'de 1946 yılında Atkinson tarafından yapıldığı, bunun ardından manyetik yöntem üzerine ilk araştırmanın ise, 1957 yılında Belshe tarafından uygulandığı biliniyor. Bu çalışmaları Aitken, Webster, ve Rees (1958) tarafından Oxford Üniversitesinden bir grubun yaptığı çalışma izledi. Bundan sonra birçok araştırmacının farklı yöntemler deneyerek ilginç ve etkili sonuçlar elde etmişlerdir. 1970'li yılların başlarında kullanılmaya başlanan Radar yöntemi; hızlı, kolay kullanım olanağı ve başarılı sonuçları nedeniyle özdirenç yöntemi ve manyetik yönteminle beraber en çok kullanılan yöntemler arasında yerini aldı.

Ülkemizde bu çalışmaların 1968 yılında Ali Yaramancı'nın başkanlığında Keban Projesinde kullanıldığı bilinmektedir [18]. Türkiye'nin arkeolojik açıdan büyük potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Geçmişten bu güne ülkemizde, gerek yerli gerekse yabancı araştırmacılarca yürütülen pek çok projede, arkeojeofizik yöntemi pek çok defa başarıyla uygulanmış, ekonomik açıdan ve iş gücü açısından büyük ölçekte fayda sağladığı görülmüştür.

2.2. Arkeojeofizik Yöntemler

Arkeolojik araştırmalarda jeofizik yöntemlerin tercih edilmesindeki ana etkenlerin başında, kullanılan cihazların hiçbir biçimde gömülü yapıya zarar vermeyecek biçimde hafif ve yöntemin yüzeyden uygulanabilir olması, hızlı ve ayrıntılı sonuç vermesi ve bu sayede ucuz olması gelmektedir.

Arkeoloji jeofiziği derinliği ve büyüklüğü birkaç cm'den birkaç m'ye kadar olan yapılarla ilgilenir. Bu yapılar genellikle; depolama çukurları, ev temelleri, duvarlar, ocaklar, fırınlar ve diğer yanmış nesnelere oluşan "prehistorik" temeller ya da kale duvarları, tiyatro, stadyum, tapınak, büyük bina temelleri, cadde, sokak ve ev kalıntıları gibi "tarihsel" temellerden oluşur [19].

Jeofizik çalışmalara başlamadan evvel, bölgenin arkeolojik geçmişinin araştırılması, varsa daha evvel yapılmış kazıların buluntularının incelenmesi gerekmektedir. Alanla

ilgili jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin belirlenmesi, hava fotoğraflarının ve uydu görüntülerinin incelenmesi ve yöre halkıyla konuyla ilgili görüşülmesinin de büyük önemi vardır. Araştırma sahasında hangi yöntemlerin kullanılacağına karar vermek için, önce olası gömülü yapıların özellikleri (kesilmiş taşlarla örülmüş duvarlar, temeller, pişmiş toprak yapılar vb.) öğrenilmeli ve bu doğrultuda bazı test amaçlı, çeşitli yöntemlerle pilot ölçümler alınmalıdır. Bu ön çalışmalar tamamlandıktan sonra hazırlanan jeofizik araştırma planıyla, doğru yöntem ve en uygun araştırma sahasının belirlenmesi gerekmektedir.

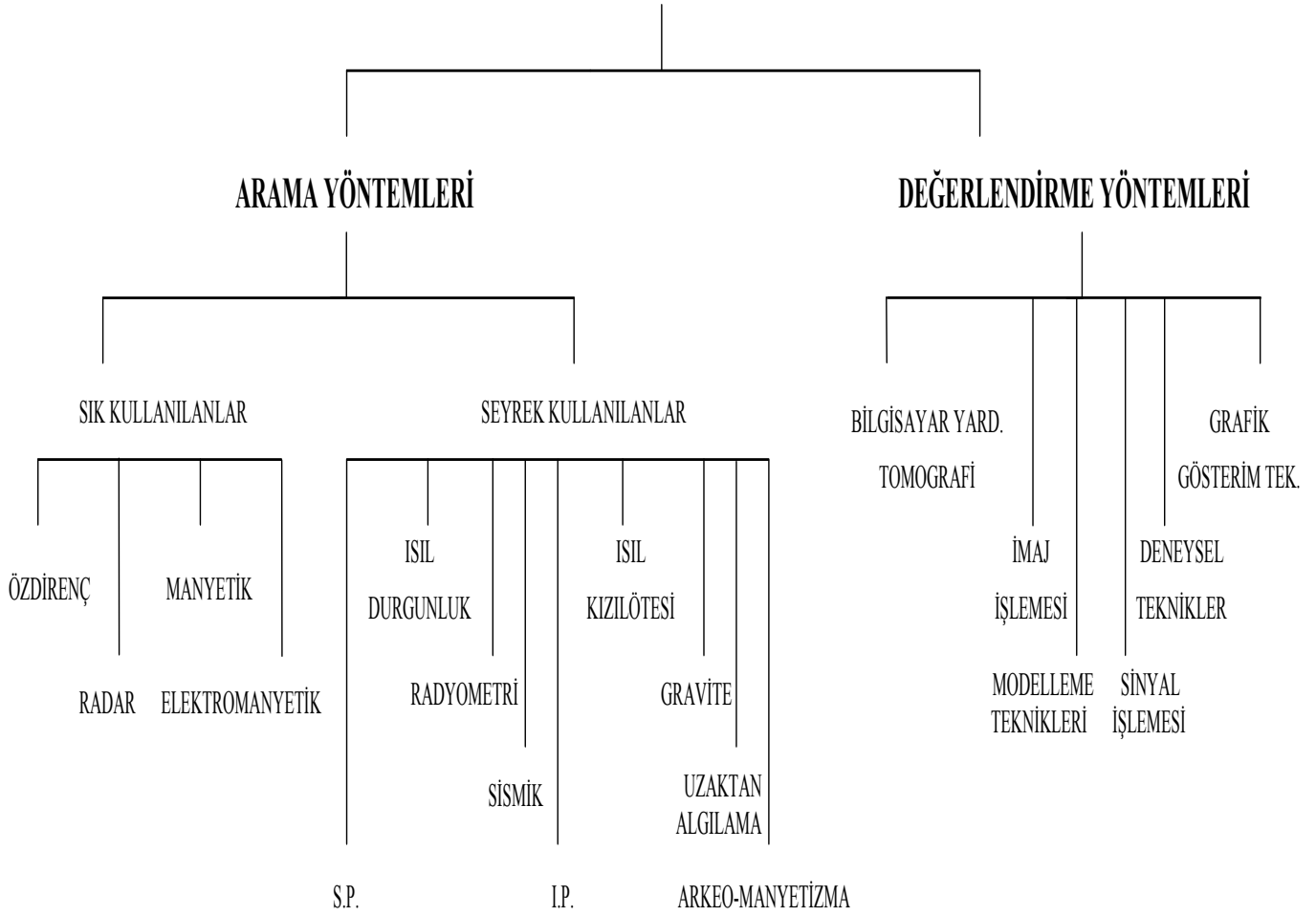
Arkeolojik alanlarda kullanılan başlıca jeofizik yöntemler şematik olarak gösterilmektedir (Şekil 2.1). Bu yöntemlerin genel özellikleri ise şöyle özetlenebilir;

2.2.1. Elektrik özdirenç (resistivity) yöntemi

Elektrik özdirenç yöntemi, jeofizik araştırmalarda 1915’de ilk kez Wenner tarafından kullanılmıştır. Daha sonraki gelişimler ise 1920 yılında Schlumberger tarafından ortaya konmuştur. Bu yöntem arkeolojik alanda ilk kez Atkinson tarafından 1946 yılında kullanılmıştır.

Bu yöntem, yeryüzüne iki noktadan akım verilip, yer altında oluşturduğu gerilimin farklı iki noktadan ölçülmesi prensibine dayanır. Yerin elektrik özdirenci, büyük bir oranda ortamdaki sıcaklık, basınç, gözeneklilik, geçirgenlik, ortamın su doygunluğu ve suyun yer içindeki dağılımı gibi özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Arkeolojik alanlarda en çok kullanılan yöntemlerdendir. Yapı temelleri, duvarlar vb. gibi yapısal özelliklerin çevresindeki birimlerden daha farklı özdirenç değerleri vermesi bu yapıların belirlenmelerini sağlar. Bu yöntemle ilgili gerekli ayrıntılar Bölüm 3. de verilmektedir.

ARKEOJEOFİZİK YÖNTEMLER



Şekil 2.1. Arkeojeofizik yöntemler [19]

2.2.2. Manyetik yöntem

Manyetik yöntem üzerine yapılan ilk araştırma, 1957 yılında Belshe tarafından uygulanmıştır. Arkeolojik alanda manyetik duyarlık üzerine ilk çalışmalar E. Leborgne (1955) tarafından Britanya’da yapıldığı bilinmektedir.

Bu yöntemde, yeraltındaki birimlerin farklı mıknatıslanma duyarlılığına sahip olmaları özelliğinden yararlanarak, yüksek mıknatıslanma duyarlıklı cisimleri belirleyebilmektedir. Yüksek manyetik süseptibilite, ortamın daha az olan manyetizmasında kendini belli eder. Manyetometreler, toprağın içerdiği manyetik değişimleri %0,1’den daha az duyarlılıkla meydana çıkmaktadır [20]. Çömlek, tuğla ve kiremit yığışmaları ile yanma çukurlarının içerdiği ısı kalıcı (thermoremanent) mıknatıslanma, manyetik özellikli kayalardan yapılmış yapı temelleri, demirli metallerin yığışımı ve depolama çukurları gibi organik çevrede oluşan demir oksitlerin bulunduğu ortamlar mıknatıslanmayı oluşturan temel birimlerdir. Yerleşim birimleri üzerindeki manyetik duyarlılığın (susceptibility) varlığı ve bu duyarlılığın ölçümüyle yerleşim birimindeki duvarlar, gömülü yollar, girişler ve anıtlar gibi temeller belirlenebilir [19].

2.2.3. Elektromanyetik yöntem

Elektrik yöntemler içinde yer alan ve hem yapay hem de doğal kaynaklı olan bir diğer yöntem de elektromanyetik yöntemlerdir. Özellikle iletken yapıların araştırılmasında kullanılan yöntem, ilke olarak bir kablodan dalgalı akım (AC) geçirilmesi ile bu kabloya dik doğrultuda oluşan manyetik alan (Hp) ve bunun yer altında bir iletkeni etkilemesine dayanmaktadır. Oluşum ilkesi gereği, Elektromanyetik yöntemler, yeraltındaki her türlü iletken yapıya karşı duyarlı olduğu için son 35 yıldır arkeojeofizikte yaygın olarak kullanılmaktadır.

Arkeolojik alanlarda elektromanyetik; genellikle yüzey toprağının kuru, sert ya da ortamın kayalık ve makilik olduğu yerler için kullanışlı bir yöntemdir. Elektromanyetik aramalar, özellikle yeniden dolan alanlarla (mezarlar gibi) tepecik kalıntılarının bulunmasında

olağanüstü sonuçlar vermektedir. Bu yöntem, ana kaya üzerindeki toprak kalınlığını belirlemek için de kullanılabilir. Bu ölçümlerde çoğu kez yeryüzündeki materyallerin görünür iletkenlikleri (conductivity) ölçülür. Elektromanyetik yöntemin arkeolojik alanlara uyarlanmasında ilk yıllarda iki teknik denenmiştir. Bunlardan biri sürekli iletim sağlayan Slingram, diğeri de geçici elektromanyetik yöntemdir. Her iki teknikte metalik nesnelere etkin olarak saptamaktadır [19].

2.2.4. Yer radarı (georadar) yöntemi

Georadar, yüksek frekanstaki Elektromanyetik dalgaların yeraltında yansımalarının kaydedilmesi ilkesine dayanmaktadır. Bu yöntem, yeryüzündeki dielektrik özelliklerin değişimini haritalar. Bu ise, genellikle volumetrik (gaz ya da sıvı hacminin ölçülmesi) su içeriğindeki değişimlerle oluşur. Böylece radar metalik olan ve olmayan tüm materyallere karşı duyarlıdır [21]. Radar aleti yeryüzü üzerinde elektromanyetik sinyaller üreterek ve alıcı antenin sahip olduğu bant genişliğine bağlı olarak, değişik jeoelektrik özellikli katman sınırlarından yansıyan sinyalleri kaydeder. Yansıma profilinin kaydı tek kanal sismik profillemeye benzer. Elde edilen profil, yüzey altındaki katmanlardan yansıyan dalgalar ve gönderici sinyalleri içerir. Bu yöntem yüksek yarımllığa sahiptir ve sürekli profillemeye olanak verir.

2.2.5. Gravite yöntemi

Bu yöntemin geleneksel uygulamalarında, yeraltında bulunan kayaçların yoğunluk farklılığından yararlanarak yer altı yapısını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Eğer kayaçlar arasından bir yoğunluk ve şekil farklılığı var ise bunların yeryüzünde oluşturacağı anomali gravite ölçümlerinde bir belirti şeklinde ortaya çıkacaktır. Arkeolojik eserlerin boyut olarak çok küçük ve çok sığ olmaları, yoğunluk farkı olsa bile, yeryüzünde oluşturacakları gravite alanının, normal alan dağılımından çok az sapmasına neden olur. Bu nedenle gravite yönteminin arkeolojik alanlar uygulanması sınırlıdır [22]. Bazı araştırmacılar gravite yönteminin; sit alanı sınırları, yer altı boşlukları, gömülü odaların ve tümülüslerin yer, boyut ve derinliklerinin araştırılmasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir [23].

2.3. Arkeojeofizik Çalışmalara Örnekler

Bu konuda yayınlanmış pek çok çalışmaya ulaşmak mümkündür. Dijital ortamda 2000'den fazla uluslararası dergiye ev sahipliği yapan science-direct isimli portalda, bu konuyla ilgili yapılan makale taramalarında, genellikle birkaç yöntemin bir arada kullanıldığı dikkati çekmekle birlikte özellikle birkaç yöntem üzerinde durulduğu açıkça görülmektedir. Bu yöntemler elektrik öz direnç yöntemi, manyetik yöntem, georadar yöntemi ve sismik yöntemdir. Örnek olarak seçilen 14 adet makale ve kullandıkları yöntemler Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1. Arkeojeofizik çalışmalara örnekler ve kullanılan yöntemler

Yazarlar	Rezistivite	Manyetik	GPR	Sismik	IP
A.T. Batayneh (2011) [24]	✓			✓	
R. Lasaponara ve diğ. (2011) [25]		✓	✓		
L. V. Eppelbaum ve diğ. (2010) [26]	✓	✓			
C. Karavul ve diğ. (2010) [27]	✓	✓			
B. Di Fiore ve diğ. (2008) [28]	✓	✓			
M.G. Drahor ve diğ. (2008) [29]	✓	✓			
G. Leucci ve diğ. (2007)[30]	✓			✓	
D. De Domenico ve diğ. (2006)[31]	✓			✓	✓
M.G. Drahor (2006)[32]	✓	✓		✓	
S. Negri ve diğ. (2006)[33]	✓		✓		
A. Vafidis ve diğ. (2005) [34]	✓		✓		
M.E. Candansayar ve diğ. (2001)[35]	✓				
H.L. Loera ve diğ. (2000)[36]		✓			
G.R. Olhoeft (2000)[37]	✓	✓	✓		

BÖLÜM 3. ÖZDİRENÇ YÖNTEMİ

Elektrik özdirenç yöntemi en sık kullanılan jeofizik yöntemlerden biridir. Elektriksellik, elektroliz işlemiyle yeryüzü boyunca oluşan iletimdir ve toprak ile kayalarda bulunan gözeneklilik ile gözeneklerin içerdiği su oranına bağımlı olarak değişim gösterir. Bu yöntemde amaç, yer içindeki yapıların yatay ve düşey yönde elektriğin iletim biçimlerini araştırmaktır. Kayaçlar; elektriği iletme yeteneğinin yanı sıra elektriğin iletimine karşı direnç gösterme özelliğine de sahiptir ve bu özeliğe de dirençlilik (resistive) adı verilir. Kayaç birimleri içerisinde gözenekliliği az ve sıkı olanlar oldukça zayıf ileticidirler ve yüksek dirence sahiptirler [38]. Buna karşılık gözeneklilik miktarı arttıkça gözeneklerdeki sıvı oranına bağlı olarak iletkenlik artar ve direnç azalır.

Arkeolojik çalışmalarda aranılan yapı içeriği ve yoğunluğu bakımından örtü biriminden farklı olduğundan bulunması kolaylaşır. Toprak ve kille karışmış yüksek özdirence sahip taş ve kayaçların ayrımı önemlidir. İklimsel değişikliklerinde etkisiyle kayaç ya da sedimentin su içeriğindeki değişimler arkeolojik yapıların etkilerini örtebilir. Bu sebeple toprak özdirencindeki değişimlere neden oluşturabilecek koşulların bilinmesi ve göz önünde tutulması gerekmektedir.

3.1. Toprağın Elektriksel Özellikleri

Toprağın akım iletimi elektrolitik bir olaydır ve içerikteki nem bu olayı etkiler. Toprak çeşitlerindeki direnci etkileyen faktörler şöyle açıklanabilir:

3.1.1. Toprağın nem içeriği

Arkeolojik çalışmalarda yeraltının sığ derinlikleri araştırıldığı için toprağın nem içeriği önemlidir. Genellikle arkeolojik yerleşim alanları akarsu yakınlarına

kurulduklarından araştırma alanlarının yeraltı su seviyesi yüksektir. Bu konuda bölgenin yağış durumu da önemli faktördür. Uzun süre yağış almayan yerlerde yeraltı su seviyesi düşeceğinden özdirenç yüksek olacaktır. Ayrıca, uzun süre yağış almayan bir bölge yakın zaman içerisinde güçlü bir yağış almışsa, nem yüzeyde kalacağından elektrotlara kısa devre yaptıracağından ölçüm sonuçlarını etkileyip yanlış sonuçlara varılmasına neden olabilir.

3.1.2. Geçirgenlik (Permeability)

Bir toprağın yüksek oranda nem içeriğine sahip olması, akımın çok iyi akması için yeterli değildir. Toprağın su tutabilmesi gözenekliliği ile doğru orantılıdır. Böylece, gözeneklilik ile geçirgenlik arasındaki ilişki yardımıyla akımın iletimindeki geçirgenliğin de önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bununla beraber toprağın içindeki bitki kökleri ve toprak türü de geçirgenlik üzerinde etkilidir.

3.1.3. İyon içeriği

Toprakta çözülmüş durumda bulunan çeşitli tuzların elektrik iletimine etkisi büyüktür. Topraktaki iyon durumunu, jeolojik yapı, yağmur suyu, modern tarımsal gübreleme ve çeşitli kültürel işlemler etkiler.

3.1.4. Isı

Özdirenci etkileyen bir başka olay da, toprağın ısısındaki değişimlerdir. Bu konuda Hesse (1966) tarafından yapılan ayrıntılı bir çalışma özdirencin topraktaki ısı değişikliklerinden etkilendiğini ortaya koymuştur. Hesse, bu çalışmasında her 1°C'deki artışın özdirenç üzerinde yaklaşık % 2'lik bir azalmaya neden olduğunu göstermiştir [39].

3.2. Ölçümleri Etkileyen Faktörler

En sade anlatımıyla özdirenç yöntemi; iki farklı noktadan yere çakılan iki metal çubuk yoluyla yeraltına gönderilen elektrik akımının yeraltında oluşturduğu

gerilimin diğeri iki farklı noktaya çakılan iki metal çubuk yoluyla ölçme işlemidir. Bu ölçme işlemi etkileyen bazı faktörler vardır:

3.2.1. Değme gerilimleri

Ölçme esnasında elektrotlarla yer arasında, kimyasal özelliklere bağı olarak, küçük oranlarda doğru akım gerilimleri ölçülür. Elektrot değişimleri sırasında değme gerilimleri arasında farklılıklar olacaktır. Tuzluluğun ve nemin yüksek değerlerde olduğu yerlerde bu farklar yapının etkisini örtebilir. Bu etkiyi ortadan kaldırmak için dalgalı bir akım kaynağı kullanılmasında fayda vardır.

3.2.2. Değme direnci

Arkeolojik alanların toprak örtüleri çoğunlukla bozulmuş yapıdadır. Taşlar, bitki kökleri, tarımsal uygulamalar gibi etkenler bir noktadaki toprakla elektrot arasındaki direncin diğeri bir noktadakinin farklı olmasına neden olabilir. Bu etkiyi gidermek için toprak sulanabilir ancak bu durumda da suyun dercesine bağı olarak direnç değerlerinde farklılıklar olabilir.

3.2.3. Elektrot uğlaşması

Ölçümlerde doğru akım kullanılması durumunda elektrotlar arasında elektrokimyasal uğlaşma olabilir ve bu da elektroliz benzeri bir olay yaratır. Bu durumda elektrotlar üzerinde zamanla yük birikmesi olur ve ölçülen direnç zamanla artar. Bu etkiden kurtulmak için alternatif akım kaynağı tercih edilmelidir.

3.2.4. Doğal akımlar

Yer manyetik alanının geçici değişimlerine bağı olarak indüklenmiş veya tellürik akımlar gibi doğal kaynaklı akımlar vardır. Bu tür akımlar çok geniş uzanıma sahip olabilirler ve dünyanın hemen her yerinde görünürler. Nadiren de olsa bunlar ölçümlerde aranan yapının etkisini örtecek büyüklükte olabilir. Bu tür gürültülerin büyüklüğü, akım yoğunluğuna, yerin öz direncine, elektrotlar arası mesafeye ve

elektrotların doğrultularına bağlıdır. Arkeolojik araştırmalarda, sığ derinlikler incelendiğinden elektrot aralıkları kısa tutulur ve bu sayede gürültüler de küçülür. Ancak tamamen yok edilmek istenirse yine dalgalı akım kullanmak yeterli olacaktır.

3.2.5. Yapay akımlar

Araştırma sahasına yakın yerlerdeki elektrikli demiryolları, elektrik hatları, madenler ve insan yapısı çeşitli elektrik kaynakları yeryüzünde bir akıma neden olur ve kendiliğinden uçlaşmalar meydana gelir. Profil seçiminde bunlara dikkat etmek gerekmektedir. Ancak alternatif profil olasılığı yoksa dalgalı akım kullanmak faydalı olur.

3.3. Dizilim Çeşitleri

Özdirenç araştırmalarında araştırma alanı, hedeflenen araştırma derinliği, araştırmanın konusu gibi çeşitli değişkenler göz önünde tutularak, kullanılan elektrotlar birçok farklı biçimde dizilebilirler. Uzun süredir araştırmacılar yöntemin başarısını artırabilmek için değişik elektrot dizilimleri geliştirmişlerdir. Ölçülen alanın, homojen ve izotrop olduğu varsayılırsa, ortamın özdirenci;

$$\rho = k (\Delta V/I) \quad (3.1)$$

olarak gösterilir. Burada, ρ (ohm.m) ortamın özdirenci, k (m) geometrik faktör, ΔV (volt) potansiyel farkı, I (amper) akımı göstermektedir. Ancak yeryüzü homojen ve izotrop olmadığından yani yanal yönde ve düşey yönde düzensizlikler içerdikinden potansiyel farkı karmaşık bir ortamın akıma karşı tepkisidir ve ölçülen özdirenç değeri de gerçek özdirenç olmaktan çıkar (ΔV_a) ve görünür özdirenç (ρ_a) olarak adlandırılır. Bu durumda bağıntı;

$$\rho_a = k (\Delta V_a/I) \quad (3.2)$$

olarak yazılır. Bu bağıntı tüm dizilimler için geçerlidir. Elektrotların birbirlerine göre farklı yerleştirilmesinden kaynaklanacak fark, k sabitinin dizilime göre farklılık

göstermesiyle aşılır. Özdirenç yönteminde sıklıkla kullanılan elektrot dizilimleri şunlardır:

- Wenner Dizilimi
- Schlumberger Dizilimi
- Dipol Dizilimler
- Yarım Wenner Dizilimi
- Yarım Schlumberger Dizilimi

3.3.1. Wenner elektrot dizilimi

Wenner elektrot dizilimine göre; iki akım elektrodu (C_1 ve C_2) ve iki potansiyel elektrodundan (P_1 ve P_2) oluşan dört elektrot bir doğru boyunca eşit aralıklarla dizilir (Şekil 3.1). Bu dizilim çeşidinde k geometrik faktörü;

$$k = \frac{2 \pi}{\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_2 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2}}$$

şeklinde yazılır. Elektrodlar arası uzaklık a olursa;

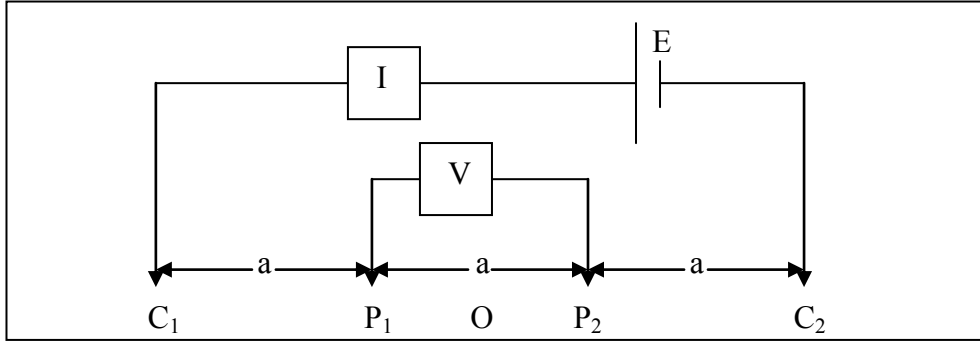
$$k = \frac{2 \pi}{\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{a}} \quad \Rightarrow \quad k = 2 \pi a$$

olarak yazılabilir. Bu durumda Wenner elektrot dizilimine göre görünür özdirenç bağıntısı;

$$\rho_{aw} = 2 \pi a (\Delta V_a / I) \quad (3.3)$$

biçiminde yazılabilir.

Wenner diziliminde elektrotlar $C_1P_1P_2C_2$ veya $P_1C_1C_2P_2$ düzeninde sıralanırsa, Alfa (α) Dizilimi, $C_1C_2P_1P_2$ düzeninde sıralanırsa, Beta (β) Dizilimi, $C_1P_1C_2P_2$ veya $P_1C_1P_2C_2$ düzeninde sıralanırsa, Gama (γ) Dizilimi olarak adlandırılır.



Şekil 3.1. Wenner (α) elektrot dizilimi

Wenner elektrot dizilimi yanal süreksizliklerden etkilendiği için daha ziyade sığ araştırmalarda tercih edilir (Arkeojeofizik gibi).

3.3.2. Schlumberger elektrot dizilimi

Schlumberger elektrot dizilimine göre; elektrotlar iki akım elektrodu (C_1 ve C_2) ve iki potansiyel elektrodu (P_1 ve P_2) olarak adlandırılırsa, elektrotlar bir doğru üzerinde $C_1 P_1 P_2 C_2$ olmak üzere dizilir. $C_1 P_1$ uzaklığı (a) ve $P_1 P_2$ uzaklığı (b) olarak düşünülürse; elektrotlar arası açıklık $a \gg b$ ($a = 5 b$ gibi) şeklinde olmalıdır (Şekil 3.2). Bu dizilim çeşidinde k geometrik faktörü;

$$k = \frac{2\pi}{\frac{1}{a - \frac{b}{2}} + \frac{1}{a + \frac{b}{2}} + \frac{1}{a + \frac{b}{2}} + \frac{1}{a - \frac{b}{2}}} = \pi \left(\frac{a^2}{b} - \frac{b}{4} \right)$$

bu durumda Schlumberger elektrot diziliminde görünür öz direnç;

$$\rho_{as} = \pi \left(\frac{a^2}{b} - \frac{b}{4} \right) \frac{V}{I} \quad (3.4)$$

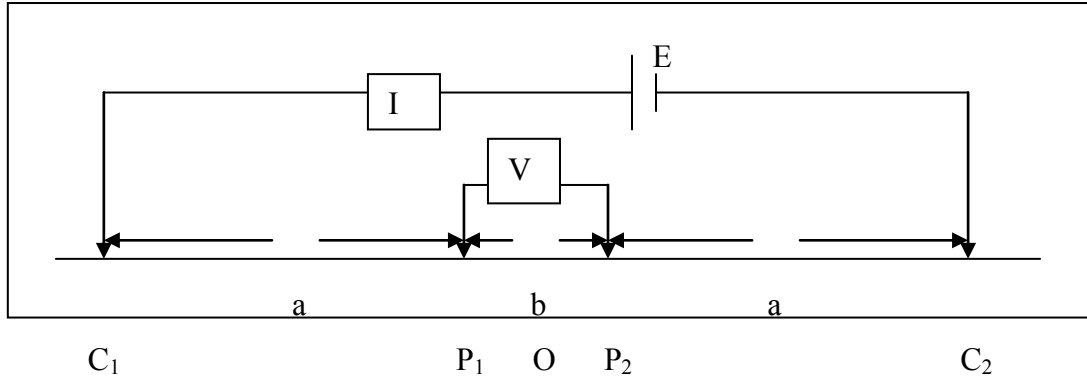
olarak elde edilir. Pratikte $a \gg b$ olduğunda $\frac{b}{2a} \rightarrow 0$ olarak kabul edilir.

$$E = \frac{\partial r}{\partial V} = \frac{\rho l}{2 \pi r^2} \quad (3.5)$$

olur ve bu durumda görünür öz direnç;

$$\rho_{as} = 2 \pi r^2 \frac{E}{I} \implies \rho_{as} = \frac{b I}{\pi a^2 V} = \pi a^2 \frac{I}{E} \quad (3.6)$$

şeklinde yazılabilir.



Şekil 3.2. Schlumberger elektrot dizilimi

Schlumberger elektrot dizilimi derin araştırmalara imkân verdiği ve uygulaması daha hızlı ve kolay olduğu için bu tür çalışmalarda en çok tercih edilen dizilimdir.

3.3.3. Dipol dizilimler

Dipol dizilimlerde birden fazla çeşit vardır. Burada uygulamalarda en çok kullanılan yöntem olan Dipol-Dipol Elektrot Dizilimi'nden bahsedilecektir.

Derin elektrik sondajları için kullanılan bu tip açılımlarda; elektrotlar iki akım elektrodu (C_1 ve C_2) ve iki potansiyel elektrodu (P_1 ve P_2) olarak adlandırılırsa, elektrotlar aynı doğrultu üzerinde $C_1 C_2 P_1 P_2$ olmak üzere dizilir (Şekil 3.3). $C_1 C_2$ uzaklığı (a), $C_2 P_1$ uzaklığı (na) ve $P_1 P_2$ uzaklığı (a) şeklinde olmalıdır. Bu dizilim çeşidinde potansiyel ifadesi;

$$V_{dd} = \frac{\rho I}{2\pi} \left\{ \left[\frac{1}{na} - \frac{1}{(n+1)a} \right] - \left[\frac{1}{(n+1)a} - \frac{1}{(n+2)a} \right] \right\} \quad (3.7)$$

şeklindedir. Bu durumda k geometrik faktörü;

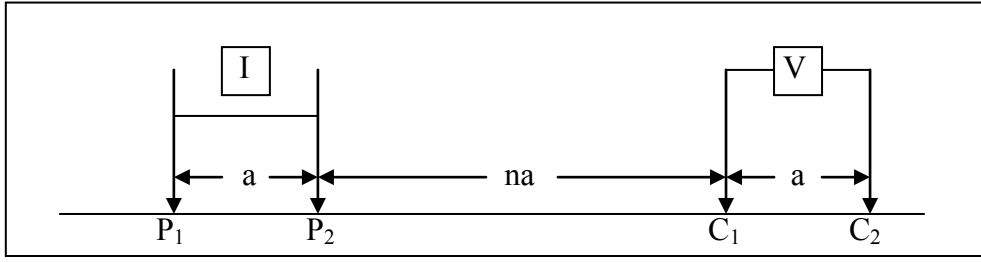
$$k = \frac{2}{\frac{1}{n} - \frac{2}{2\pi a} + \frac{1}{n+1}} = a\pi n(n+1)(n+2) = 2\pi a G \quad (3.8)$$

olur. Burada $G = \frac{1}{2} n(n+1)(n+2)$ olup

- $n = 1$ için, $G = 3$
- $n = 2$ için, $G = 12$
- $n = 3$ için, $G = 30$
- $n = 4$ için, $G = 60$

olarak hesaplanır. G sabit olduğundan geometrik faktör a elektrot aralığıyla değişir. Bu durumda görünür rezistivite,

$$\rho a_{dd} = 2\pi a G \frac{V}{I} \quad (3.9)$$



Şekil 3.3. Dipol – Dipol elektrot dizilimi

3.3.4. Yarım wenner elektrot dizilimi

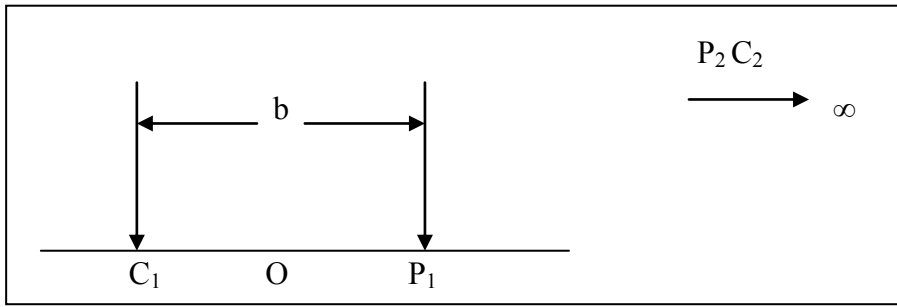
Yarım wenner elektrot dizilimine göre; (C_1 ve C_2) akım elektrotları ve (P_1 ve P_2) potansiyel elektrotları olmak üzere akım ve potansiyel elektrotlarından birer tanesi (C_2 ve P_2), diğer ikiliden (C_1 ve P_1) çok uzak noktalara yerleştirilir ve sabittir (Şekil 3.4). Pratik olarak sonsuzda oldukları kabul edilir. Bu durumda C_1 ve P_1 elektrotlarının orta noktası merkez olmak üzere bu iki elektrot simetrik olarak bir hat boyunca açılarak ölçüm alınır. C_2 ve P_2 elektrot çifti sonsuzda olduklarından ΔV potansiyel farkı P_1 noktasındaki potansiyele eşittir. C_1 P_1 aralığına a denirse;

$$\Delta V = \frac{\rho_a I}{2 \pi a} \quad (3.10)$$

olur ve bu durumda;

$$\rho_a = 2 \pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (3.11)$$

şeklinde hesaplanır.



Şekil 3.4. Yarım wenner elektrot dizilimi

3.3.5. Yarım schlumberger elektrot dizilimi

Yarım schlumberger elektrot dizilimine göre; (C_1 ve C_2) akım elektrotları ve (P_1 ve P_2) potansiyel elektrotları olmak üzere, akım elektrotlarından biri diğerlerinde oldukça uzak bir noktaya yerleştirilir, sabittir ve sonsuzda kabul edilir (Şekil 3.5). Diğer 2–3 elektrodun aralıkları farklı olabilir. $C_1 P_1$ elektrot aralığı a , $C_1 P_2$ elektrot aralığı b , $C_2 P_1$ ve $C_2 P_2$ elektrot aralıkları sonsuz (∞) olarak alınır;

$$\rho_a = \frac{2 \pi a b}{b - a} \frac{\Delta V}{I} \quad (3.12)$$

$b = 2 a$ olursa;

$$\rho_a = 4 \pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (3.13)$$

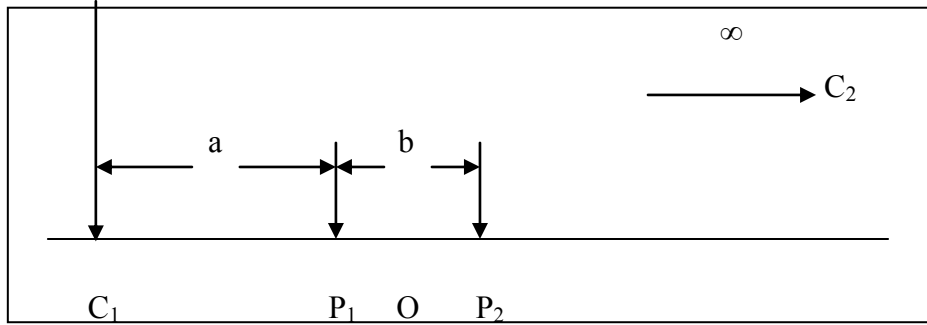
olur ki bu da yarım wenner elektrot diziliminin iki katıdır. İki potansiyel elektrodunun arasındaki mesafe ($P_1 P_2$), P_1 'den akım elektrotlarına olan mesafeden çok küçük olduğunda ihmal edilebilir ve

$$C_1 P_1 = a - \partial \frac{a}{2} \quad \text{ve} \quad C_1 P_2 = a - \partial \frac{a}{2} \quad (3.14)$$

yazılabilir. Bu durumda görünür özdirenç;

$$\rho_a = \frac{2 \pi a}{I} \left(\frac{\partial V}{\partial a} \right) \quad (3.15)$$

olur ki bu diziliş Yarım Schlumberger Açılımı olarak adlandırılır. Burada, $\frac{\partial V}{\partial a}$ V'nin yüzey gradyanı yani potansiyel elektrotlarının orta noktasındaki elektrik alan şiddetidir.



Şekil 3.5. Yarım schlumberger elektrot dizilimi

3.4. Düşey Elektrik Sondajı

Düzgün bir doğrultu boyunca serilen dört elektrodun, potansiyel elektrotlarının orta noktası simetri merkezi olmak üzere, iki tarafa doğru her ölçümden sonra belirli oranlarda açılmasıyla gerçekleştirilir. Bu şekilde, elektrotlar arası mesafe açıldıkça akımın yer içerisinde yayılacağı derinlik artar. Elektrotların her açılımında akım geçişine derinlikteki ek bir direnç katılımı ile karşı durulacağından, yüzeyde ölçülen gerilim öz direncin derinlikle değişimini yansıtacaktır. Bu yöntem öz direncin derinliğe bağlı değişimini incelemek için yapılır. Bu öz direnç ölçü yöntemi, özellikle düşey süreksizliklerin yeri, derinliği ve kalınlıklarını saptamak için kullanılır.

3.5. Öz direnç Profil Ölçüsü (Yanal Kaydırma)

Belirli bir derinlik için öz direncin bir doğrultu boyunca değişimini inceleyen uygulama tekniğine Yatay Tarama, Yatay Öz direnç Çalışması ya da Yanal Dizilim Kaydırma Yöntemi denir. Yüzeyden verilen akımın indiği derinlik; dizilim türüne, verilen akımın genliğine, akım uçlarının aralanmasına, yapıdaki öz direnç aralanmasına bağlı olduğundan, çalışma alanında ölçü alınan tüm doğrultular boyunca; dizilim türü, verilen akımın genliği, akım uçları aralığı sabit olmalıdır [40].

Bu ölçü tekniğinde aranılan yapının muhtemel uzanımına dik biçimde seçilen bir profil boyunca, belirlenen bir elektrot açıklığı için alınan her bir ölçüden sonra tüm elektrot seti Δx kadar kaydırılır. Alınan ölçü potansiyel elektrotlarının orta noktasına atanır. Bu yöntem; özdirencin yanal yönde değişimini incelemek amacıyla uygulanır. Özellikle yanal süreksizliklerin incelenmesinde, yerinin, derinliğinin ve genişliğinin saptanması için kullanılır.

3.6. Sığ Amaçlı Özdirenç Araştırmalarının Planlanması

Özdirenç çalışmaları, sığ jeofiziksel aramalarda en çok kullanılan fiziksel özelliklerden biridir. Arkeolojik aramacılıkta, tortul nemindeki değişiklikler özdirenci doğrudan ilgilendirir. Bu yüzden arkeolojik amaçlı özdirenç araştırmalarının planlanmasında birçok önemli etkeni göz önüne almak gereklidir.

Arkeolojik amaçlı bir özdirenç çalışmasına başlamadan önce alanın jeolojik, jeomorfolojik ve arkeolojik özelliklerinin tanımlanması gereklidir. Ölçülecek alanın toprak dağılımının fiziksel ve kimyasal özellikleri önceden belirlenmelidir. Bu amaçla; alanın toprak dağılımının fiziksel özelliklerini belirlemek için, alanın değişik yerlerden seçilecek hatlar üzerinde ölçümler yapmak gerekir. Buradaki amaç toprak direncindeki değişimlerin saptanması olduğundan, 1 m uzaylanmasına sahip ve görünür anizotropiyi azaltıcı bir dizilimin seçilmesi önemlidir. Alandaki toprak özdirencinin saptanmasından sonra ölçülecek alanlar belirlenebilir. Belirlenen bu alanlar üzerinde öncelikle alanın dıştan görünüşü ile ilgili tüm özellikler not edilir ve bu özelliklere uygun bir başlangıç profili seçilerek uygulanması düşünülen dizilimler saptanır. Başlangıç profili üzerinde uygulanan değişik dizilimlerin sonuçları karşılaştırılarak, alanda uygulanacak ana dizilimler ortaya çıkarılır [40].

BÖLÜM 4. ÇALIŞMADA KULLANILAN TERS ÇÖZÜM VE MODELLEME TEKNİKLERİ

4.1. Elektrik Özdirenç Verileri İçin Ters Çözüm Metodu Ve Kullanılan Ters Çözüm Programı

Son yıllarda, 2B özdirenç görüntüleme yöntemleri, geleneksel özdirenç sondaj veya profil araştırmalarının yetersiz kaldığı karmaşık yer altı jeolojisine sahip bölgeleri haritalamak için kullanılmaktadır. 2B özdirenç veri toplama, hidrojeolojik, çevre ve mühendislik amaçları için oldukça faydalıdır [41].

Yeraltının gerçek özdirenç değişimini elde etmek için bu görünür özdirenç verilerinin bir ters çözümü yapılmalıdır. Görünür özdirenç verisinin 2B ters çözümü için iki yaklaşım kullanılmaktadır. Birinci yaklaşımda, basit geometrik şekilli yapılar kullanılarak veri modellenir. Bu yöntem, yer altı özdirenç dağılımının ilk tahminini yapmada faydalıdır. Fakat bunların başarıyla uygulanabildiği jeolojik yapıların sayısı sınırlıdır. İkinci yaklaşımda ise bir başlangıç modeli geliştirmek için yeraltı çok sayıda dörtgen bloğa bölünür ve doğrusal olmayan bir ters çözüm yöntemi kullanılır [41, 42].

Uygun bir sönüm katsayısı ve yuvarlatma süzgeci kullanılarak, en küçük kareler yöntemi kararlı olur ve hızlı yakınsar. En küçük kareler yöntemi 2B özdirenç ters çözümde başarıyla kullanılırken, ters çözüm sonuçlarının seçilen sönüm katsayısının değerinden ve başlangıç modelinden büyük oranda etkilenmesi önemli bir sorundur [43–45].

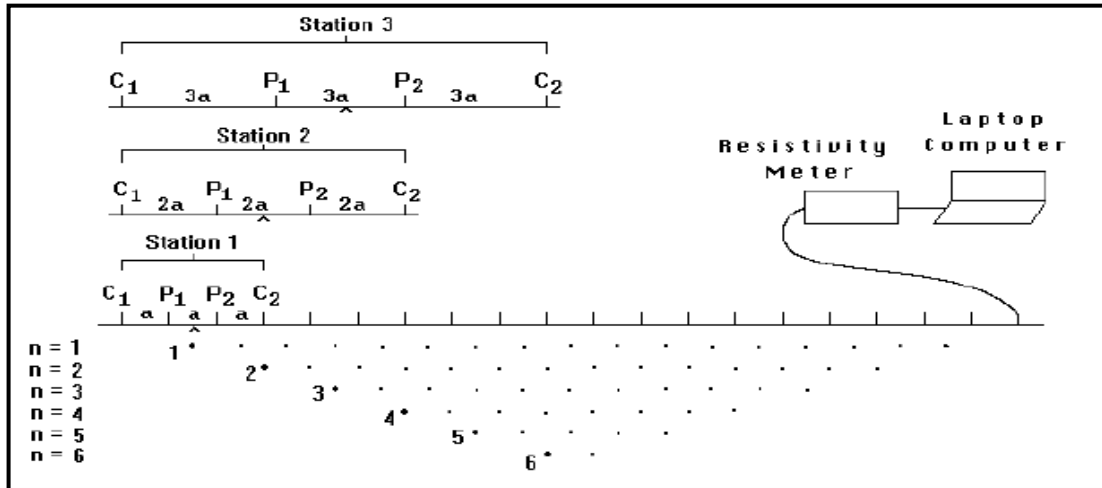
Ters çözüm işleminde sabit sönüm yerine değişken sönümün kullanılması yakınsamaya olumlu etki etmektedir. İşlem boyunca değişken sönüm için en uygun

yaklaşım, sönüm katsayısının her yinelemede belli oranda kademeli olarak azaltılmasıdır. Andıran kesitteki özdirenç değişim aralığı küçükse, başlangıç modelindeki bloklar için verinin aritmetik ortalamasının birkaç katı değerinde özdirenç başlangıç kestirimi yapılmalıdır.

Kuramsal verilerin ve gerçek saha verisinin ters çözümünden iyi sonuçların elde edilmesi, kademeli yaklaşımı ve dörtgen bloklardan oluşan homojen başlangıç modelini kapsayan ters çözüm yaklaşımının güvenilir olduğunu doğrulamaktadır. Sonuç olarak, bu yaklaşım ile pek çok durumda jeolojik ön bilgiye ihtiyaç olmadan herhangi bir saha verisinin ters çözümünden gerçek yer altı özdirenç dağılımına ait oldukça güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Yine de özdirenç yönteminin doğasında var olan çok çözümlülük gibi sorunların denetlenmesi için elde edilen çözümün yorumlanması aşamasında, diğer disiplinlerden (jeoloji, sondaj vb.) gelen bilgiler çözümün güvenilirliğini denetlemek bakımından yararlı olacaktır.

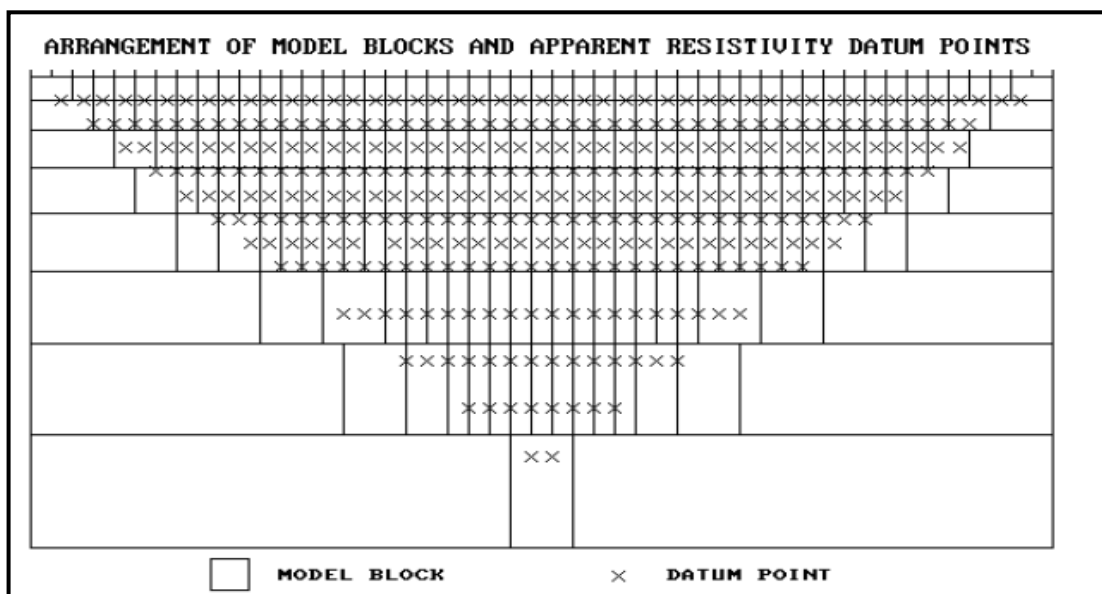
Bu çalışmada ise ters çözüm RESDIN2V ve RESDIN3V programları ile yapılarak yer altı kesitleri oluşturulmuştur. RESDIN2V; 2 boyutlu bir elektriksel görüntüleme incelemesinden elde edilen veriyi yer altı kullanımı için 3 boyutlu bir özdirenç modelini otomatik olarak saptayacak bir bilgisayar programıdır [41].

2 boyutlu elektriksel görüntüleme çalışması için kullanılabilen, sıralı ölçüm ve elektrot düzenine bir örnek Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Bu program elektrotların geniş bir sayısı (yaklaşık 25’ten 1600’e kadar elektrot) ile bir sistemle toplanmış geniş data setlerinin (yaklaşık 200’den 21000’e kadar data noktası ile) ters çözümünü tasarlar.



Şekil 4.1. Aralıksız ölçümlerle bir yapma kesit oluşturmak için bir bilgisayarın kontrol ettiği çok elektrotlu araştırma için kurulum

Ters çözüm programı tarafından kullanılan 2 boyutlu model blokların sayısından meydana gelen 2 boyutlu model, Şekil 4.2'de gösterilir. Blokların düzeni dağınık biçimde, yapma kesitte data noktalarının dağılımı için birleştirilmiştir. Dağılım ve blokların büyüklüğü kaba bir kılavuz gibi data noktalarının dağılımı kullanılarak program tarafından otomatik olarak üretilmiştir. Blokların alt sırasının derinliği yaklaşık olarak eşit olacak, en geniş elektrot aralığı ile data noktalarının ters çözümünün eş değer derinliği için ayarlanır [46].



Şekil 4.2. Yapma kesitte data noktalarıyla birlikte bir modelde kullanılan blokların düzeni

RES2DIN2V programı; görünür öz direnç değerlerini hesaplamak ve rutin ters çözüm için kullanılan doğrusal olmayan bir en küçük kareler optimizasyon tekniğini kullanılır. Program sonlu farklar ve sonlu elemanlar ileri modelleme tekniklerinin her ikisini de destekler. Bu program araştırmalar için kullanılan Wenner, pole-pole, dipole-dipole, pole-dipole, Wenner-Schlumberger ve ekvatorial dipole-dipole (dikdörtgen) dizilimleri kullanılır. Ek olarak bu ortak dizilimler için program mümkün olan elektrot konfigürasyonlarının hemen hemen sınırsız sayısı ile geleneksel olmayan dizilimleri de desteklemektedir. Program tarafından kullanılan rutin ters çözüm, smoothness constrained (yapay düzgünlük) en küçük kareler metoduna dayanmaktadır [43, 45, 47].

Smoothness constrained en küçük kareler metodu aşağıdaki eşitliğe dayanmaktadır.

$$(J^T J + uF) d = J^T g \quad (4.1)$$

$$F = f_x f_x^T + f_z f_z^T \quad (4.2)$$

Formülde;

f_x = yatay düzgünlük filtresi,

f_z = düşey düzgünlük filtresi,

J = kısmi türev matrisi,

J^T = J 'nin transpozu,

u = sönüm faktörü,

d = model salınım vektörü,

g = uyumsuzluk vektörü şeklinde tanımlanmaktadır.

Bu metodun bir avantajı da sönüm faktörü ve düzgünlük filtresi farklı veri tiplerine uygun olarak ayarlanabilir olmasıdır. Smoothness constrained en küçük kareler metodunun farklı değişimlerinin detaylandırılmış bir tanımı ücretsiz eğitimsel notlarında bulunmaktadır [48].

Program quassi-Newton optimizasyon tekniğine dayandırılan en küçük kareler metodunun yeni bir uyarlanmasını destekler. Bu teknik geniş data setleri ve daha az

hafıza gerektirdiği için geleneksel en küçük kareler metodundan önemli şekilde hızlıdır [49].

Programın bir diğer optimasyonu ise, ilk iki veya üç iterasyon için Gauss-Newton metodunu daha sonra ki iterasyonlar için quassi-Newton metodunu kullanmaktadır bu da en iyi uzlaşmayı sağlayacaktır [50].

Bu program tarafından kullanılan 2 boyutlu model dikdörtgen blokların sayısını da yer altında kısımlara ayırır (Şekil 4.2). Bu programın amacı dikdörtgen blokların öz direncini belirleyebilmek ve gerçek ölçümlerle uyumlu bir görünür öz direnç yapma kesiti üretebilmektir. Wenner ve Schlumberger dizilimleri için ilk katmanın kalınlığı, elektrot aralığının 0.5 katı olacak şekilde ayarlanmıştır. Pole-pole, dipole-dipole ve pole-dipole dizilimleri için ise, ilk katmanın kalınlığı sırasıyla yaklaşık 0.9, 0.3 ve 0.6 katı olarak ayarlanır. Sonraki daha derin her tabakanın kalınlığı normal olarak % 10 (veya % 25) artacaktır. Tabakaların kalınlıkları kullanıcılar tarafından elle de değiştirilebilir.

Optimizasyon metodu basitçe hesaplanan ile ölçülen görünür öz direnç değerleri arasındaki farkı azaltmaya çalışmaktadır. Bu farkın ölçümü Root Mean Squared (RMS) hatasıyla verilir.

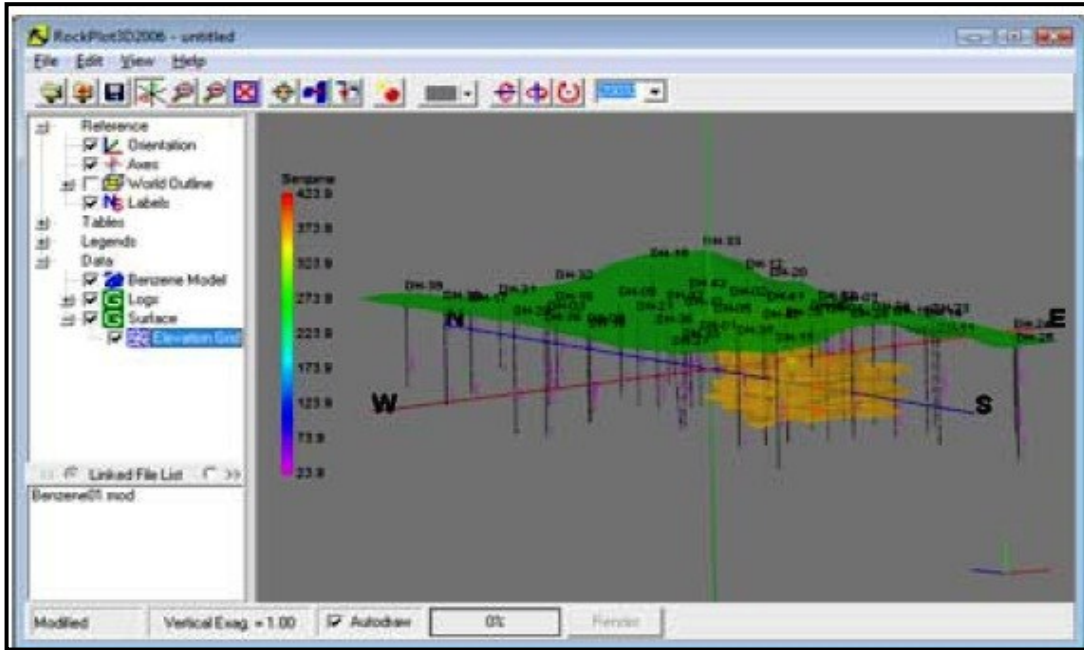
Ancak mümkün olan en az RMS (bir seri ölçümün karelerinin ortalamasının karekökü) hatasıyla model bazen model öz direnç değişimlerinde olağan dışı ve büyük değişimler gösterir ve jeofiziksel bir perspektiften “en iyi” model daima olamayabilir. Genelde son derece dikkatli yaklaşımla iterasyonda model seçiminden sonra RMS hatası önemli ölçüde değişir. Bu genellikle 3. ve 5. iterasyonlar arasında meydana gelir [48].

RES3DIN3V, çalışma alanında oluşturulan bütün profillerden elde edilen verilerin ters çözümünü yaparak üstten görünüş haritalarının ve düşey kesitlerinin elde edilmesini sağlayan programdır.

Bu programda sahada oluşturulan bütün profillerden elde edilen datalar RockWorks formatına getirilir. Aynı zamanda bu program yardımıyla 3 boyutlu çizim yapabilen diğer programların da alt yapıları hazırlanabilir.

4.2. RockWorks Programı ve RockPlot 3D

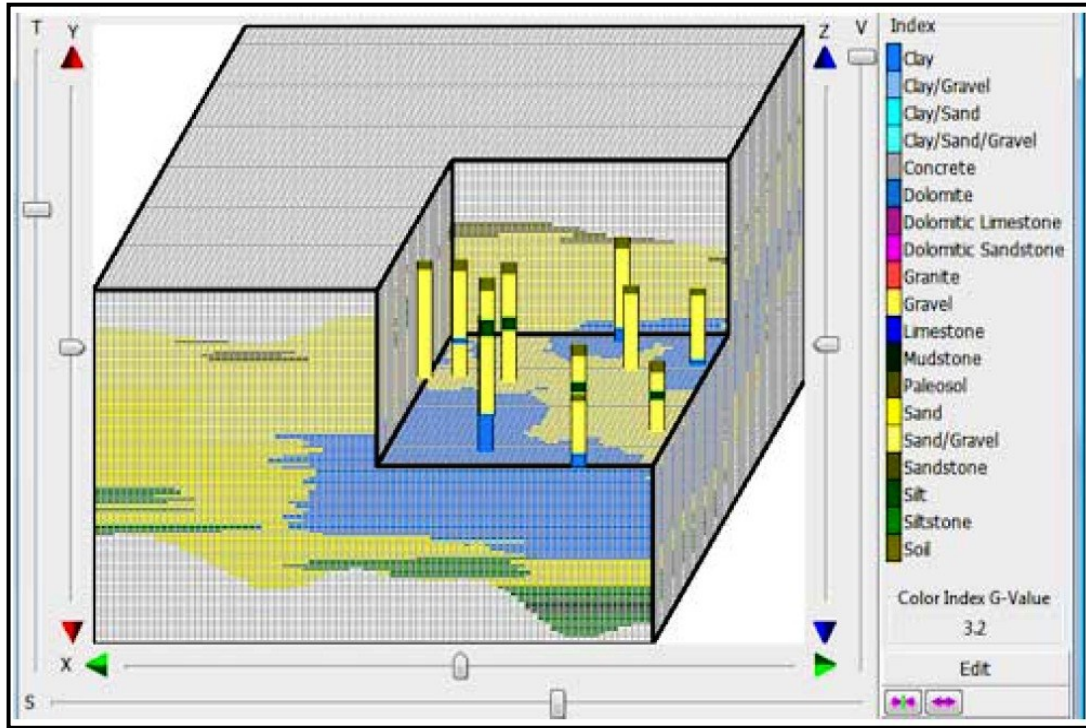
Üç boyutlu imajların gösterildiği interaktif bir penceredir (yüzeyler, katı modeller, üç boyutlu loglar, fens diyagramları, vb.). 3 boyutlu bir grafik üretildiğinde bu pencere otomatik olarak görüntülenir. Bu pencere program opsiyon penceresinden eklenebileceği gibi tek olarak da görüntülenebilir. Window/RockPlot3D menu opsiyonunu kullanarak boş bir RockPlot3D penceresi açılabilir. Project Manager'ı kullanarak daha önceden kaydedilmiş RockPlot3D dosyalarını açılabilir [50].



Şekil 4.3. Örnek bir RockPlot3D penceresi

4.2.1. Katı modelleme ve görüntüleme araçları

İnteraktif düzenleyici: 3D katı modelleme editörü, bireysel kübik hücreleri (voxel) düzenlemeye veya polihedra olarak çizilenleri bloklamaya yarar [50].



Şekil 4.4. İnteraktif düzenleyici

4.2.1.1. ASCII verisi kullanma

Borehole Manager'in File/Import/ASCII opsiyonu kullanılarak dışarıdan ASCII formatlı dosyaların Borehole Manager'a aktarılması sağlanır. Bu program bir veya daha çok ASCII dosyasını sondaj veritabanına aktaracaktır. Sondaj verisine ek olarak proje boyutları, litoloji, stratigrafi gibi tabloları, kolon adlarını da aktarır. Temel amaç, diğer uygulamalardan elde edilen verilerin hepsini bu yazılımın içerisine aktarmaktır [50].

4.2.1.2. Excel verisini kullanma

1) Çoklu veri tipleri;

Borehole Manager'in File/Import/XLS (Excel) opsiyonu kullanılarak, Excel formatında kayıtlı verilerin Borehole Manager'a aktarılması sağlanır. Excel'de

kayıtlı her bir sayfa lokasyon veya stratigrafi gibi belli bir spesifik veri içermelidir [50].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Bore	File	Easting	Northing	Elevation	TD	Symbol	Color	Comments	Enabled	Meridian	AP
2	DH-01	DH-01	652967	5535293	1478	132	5	0		TRUE		
3	DH-02	DH-02	653238	5535554	1480	188	35	255		TRUE		
4	DH-03	DH-03	652899	5535620	1484	171	5	16711680		TRUE		
5	DH-04	DH-04	653238	5535293	1480	229	60	0		TRUE		
6	DH-05	DH-05	653103	5535424	1480	142	22	32512		TRUE		
7	DH-06	DH-06	653103	5535162	1515	216	15	16711680		TRUE		
8	DH-07	DH-07	-----	-----	-----	-----	213	41	8323199	TRUE		
9	DH-08	DH-08	Data for multiple boreholes				178	5	8355711	TRUE		
10	DH-09	DH-09	652831	5535424	1490	176	11	8355584		TRUE		
11	DH-10	DH-10	652831	5535162	1492	159	41	32639		TRUE		
12	DH-11	DH-11	653374	5535162	1443	205	22	16711680		TRUE		
13	DH-12	DH-12	653374	5535685	1503	121	25	255		TRUE		
14	DH-13	DH-13	652964	5535078	1479	226	14	0		TRUE		
15	DH-14	DH-14	653263	5535052	1495	207	14	0		TRUE		
16	DH-15	DH-15	653410	5535329	1452	216	14	0		TRUE		
17	DH-16	DH-16	652749	5535314	1504	166	14	0		TRUE		
18	DH-17	DH-17	652833	5535748	1492	161	14	0		TRUE		

Multiple worksheets with different data types

Şekil 4.5. Borehole manager

2) Haritalar ve genel diyagramlar için veri;

a. XYZ verisi,

“XYZ” verisi, X ve Y lokasyonunu göstermek için RockWorks uygulamalarına girilebilir ve Z değeri de topoğrafik yükselti ya da jeokimyasal analiz değeri olabilir. Bu temel veri düzeni Map/EZ Map ile çalıştırılıp, basit bir noktalama haritası ya da çizgi/reng dolgulu kontur haritasına dönüştürülebilir. Veya 2 boyutlu kontur haritası ya da 3 boyutlu yüzey oluşturmak amacıyla XYZ'nin bir grid modelini oluşturulabilir [50].

3) Katı modeller için veri;

a. XYZG verisi,

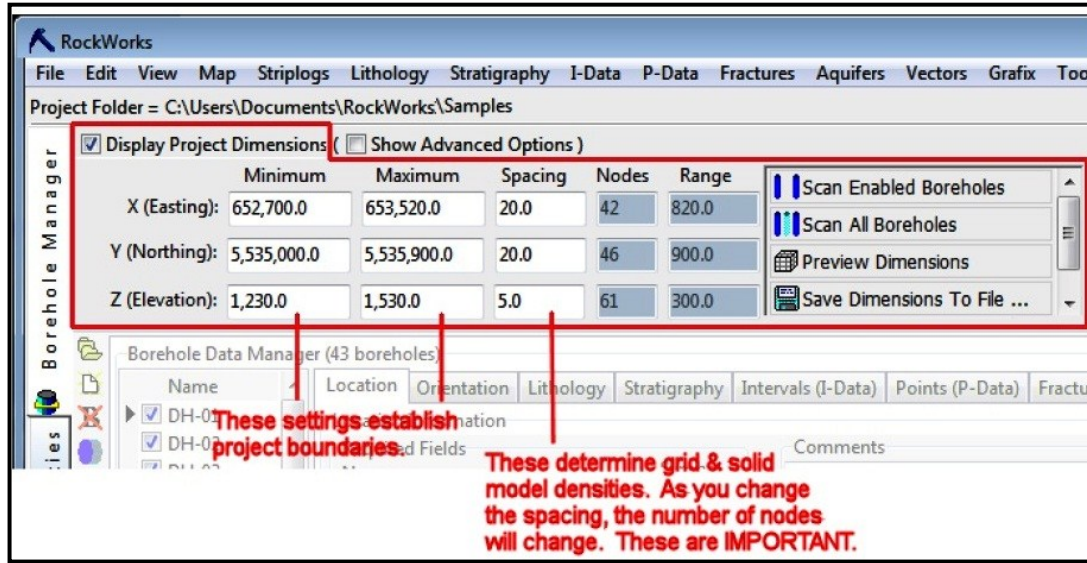
“XYZG” verisi X, Y ve Z lokasyonunu (X koordinatı, Y koordinatı ve Z topoğrafik yüksekliği) göstermek için RockWorks uygulamalarına girilebilir ve ölçülmüş olan herhangi bir G değeri de jeokimyasal analiz ya da jeofiziksel ölçüm değeri olabilir. Bu temel veri düzeni Solid/Model kullanılarak, 3 boyutlu eşit yüzey veya blok diyagram oluşturmakta kullanılabilir [50].

4.2.2. Proje boyutları

4.2.2.1. Proje boyutları tanımı

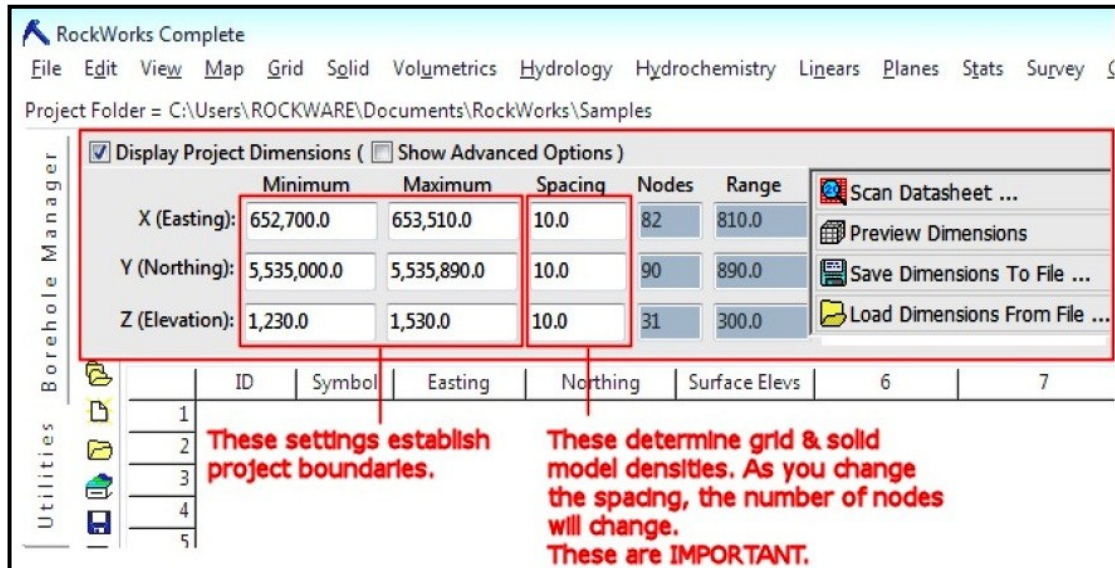
Proje boyutları, projenin sınır koordinatlarını tanımlar, gridler ve katı modeller için gerekli noktalama aralığını belirtir. Boyutlar ayrıca, diyagramları ölçeklendirmede, diyagramlar içerisindeki simgeleri ölçeklendirmede ve diyagram dolgularını ölçeklendirmede kullanılır.

Mevcut proje boyutları, RockWorks yazılım penceresinin üstünden Display Project Dimensions kutusu tıklanarak görüntülenebilir. Eğer Borehole Manager ile çalışıyor iseniz, proje boyutları şekil 4.6'daki gibi görüntülenir [50].



Şekil 4.6. Borehole Manager'da proje boyutları

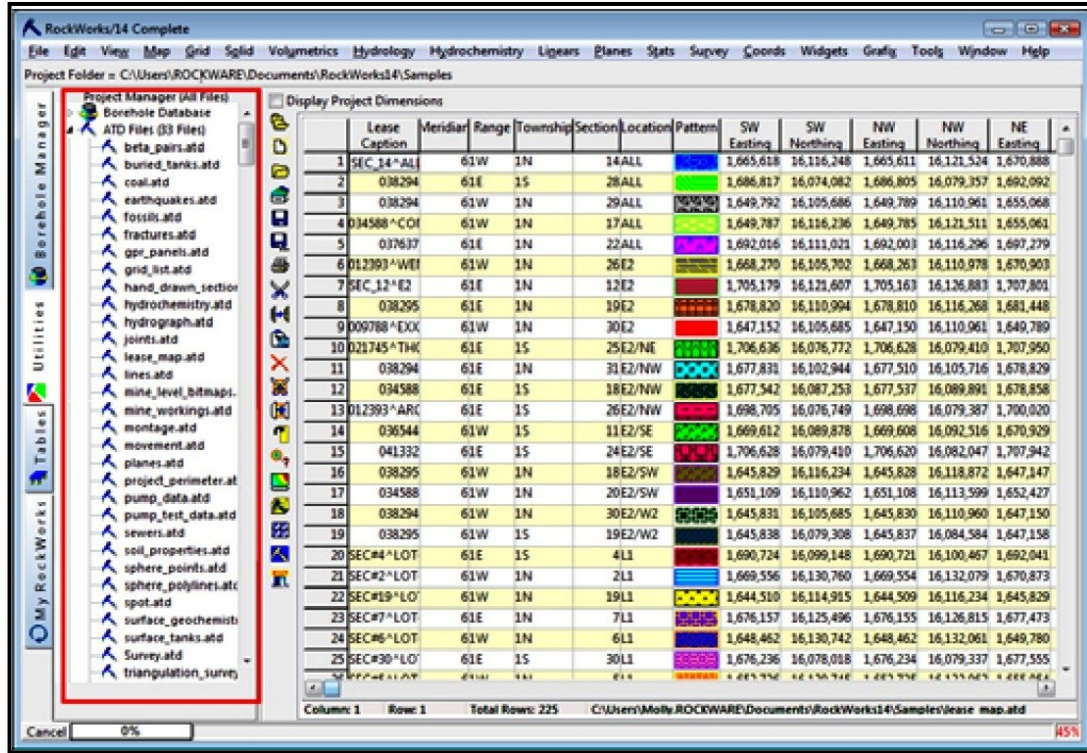
Proje boyutları paneli, RockWorks uygulamaları ile çalışırken Şekil 4.7'deki gibi görüntülenir.



Şekil 4.7. RockWorks uygulamaları için proje boyutları paneli

4.2.2.2. Project manager' in kullanımı

Project Manager, mevcut proje klasöründeki çeşitli RockWorks program dosyalarının görüntülediği ve pencerenin sol kısmında konumlanan bir paneldir [50].

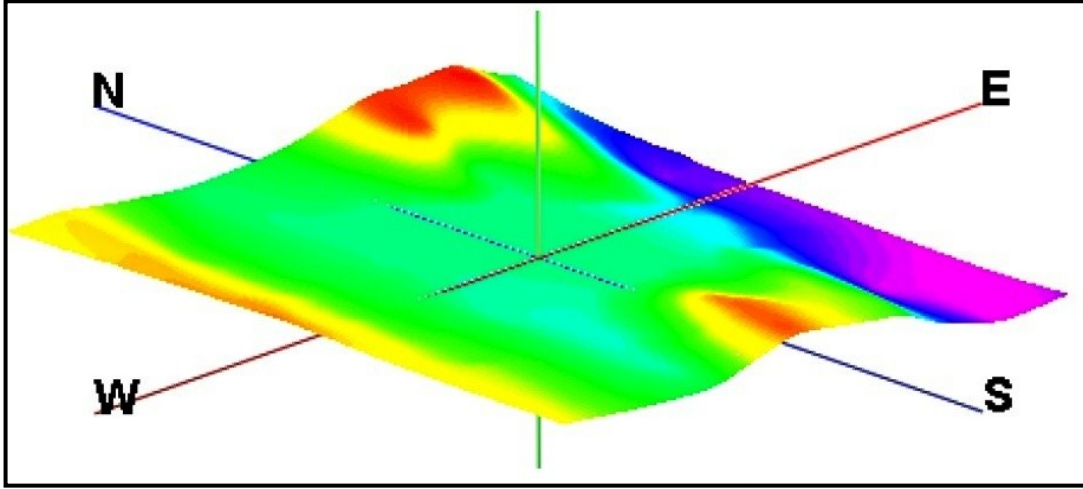


Şekil 4.8. Temsili project manager görünümü

4.2.3. 3 boyutlu yüzey haritaları hazırlama

Üç boyutlu yüzey haritaları iki boyutlu kontur haritalarının sadece üç boyutlu görünümüdür. İki boyutlu haritalar gibi, uzayda ölçülmüş olan değerleri gösterirler. İki boyutlu haritalarda olduğu gibi jeolojik öğelerin gösteriminde kullanılabilirler (yüzey topografyası, formasyon kalınlıkları, ortalama jeokimyasal konsantrasyon gibi).

RockWorks, iki boyutlu haritaların üretimi anlamında grid tabanlı ve gridten bağımsız olmak üzere iki yöntemi de desteklemektedir [50].



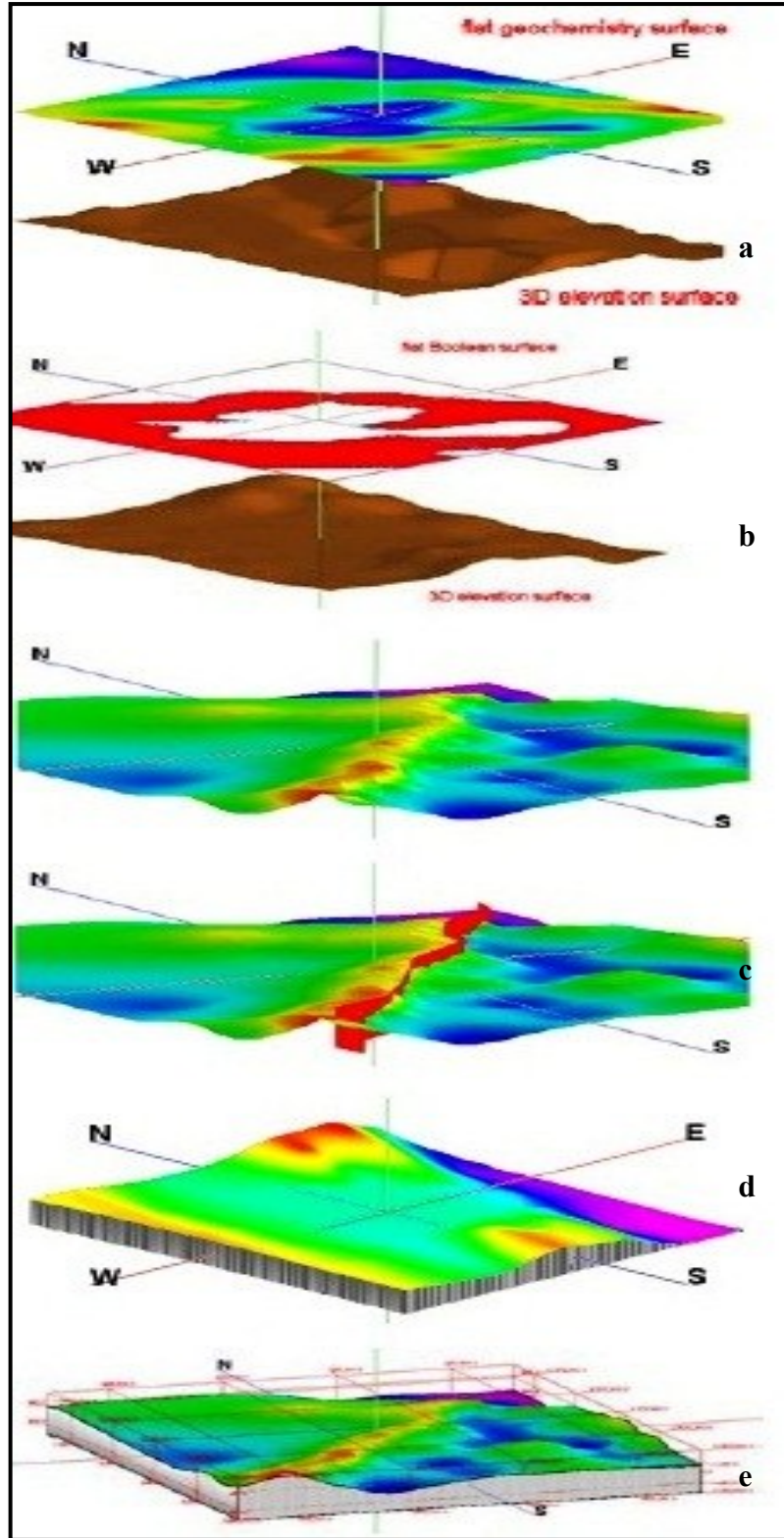
Şekil 4.9. Temsili 3 boyutlu yüzey haritası

4.2.3.1. Harita/Grid bazlı RockWorks uygulamaları

Bu araç, XYZ verisinin grid modelini oluşturmak için RockWorks uygulamalarının veri kütüğünde veya herhangi bir ASCII formatlı dış bir dosya ile kullanılır. Z değerleri yüzey yükselti değerini veya jeokimyasal değeri ya da herhangi bir ölçüm değerini gösterebilir.

Z değerlerini modellemek için gridleme yöntemlerinden birini kullanılabilir. Daha sonra, iki boyutlu bir harita ya da üç boyutlu yüzey haritası veya grid modelinin düz bir projeksiyonu oluşturulabilir [50].

1) Üç boyutlu yüzey harita katmanları;



Şekil 4.10. Üç boyutlu yüzey harita katmanları

Düz yüzey (a); Grid modelini gerçek bir üç boyutlu yüzey yerine renklendirilmiş düz bir yüzey olarak gösterir. Yüzeyin olmasını istediğiniz kotları tarafınızdan belirlenebilir.

Boolean Renkleri (b); Grid model bir diyagramda gösterilecekse, sadece iki değer mevcut olduğu “doğru/yanlış” modeline Boolean grid modeli denir, 0 yanlış için, 1 ise doğru için kullanılır.

Faylar (c); Eğer grid modeli fay içeriyorsa, bu üç boyutlu yüzey haritalarında gösterilebilir.

Etek (d); Bu opsiyon, yüzeyin çevresine katı bir modelin eklenmesi için kullanılır.

Referans kafes (e); Eksen koordinatlarının tel bir kafes şeklinde yüzey etrafına eklenmesidir.

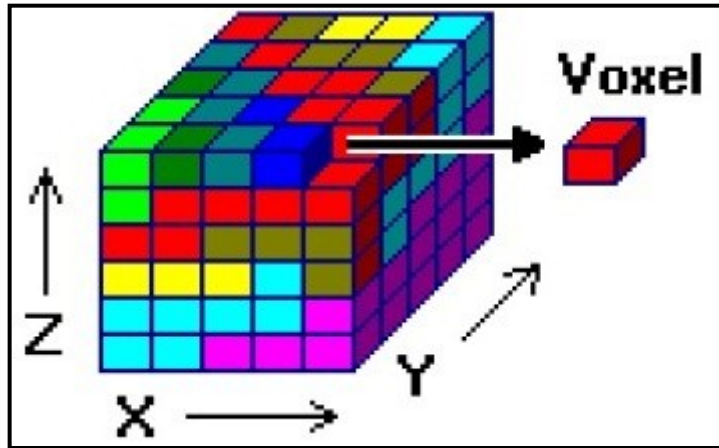
4.2.4. Katı modelleme

Son 3 bölümde gridleme işleminin nasıl yapıldığı ve X,Y koordinatına sahip bir noktada ölçülmüş olan Z değerini kullanarak gridlemenin nasıl yapıldığı anlatıldı.

Gridleme = Yüzey Modelleme

Modellemeye bir fazla daha boyut eklersek, birden fazla ölçülmüş değer olarak örneğin Gamma ölçümleri ve altın değerleri, belli bir XY noktası için ölçülmüş olsun.

Katı modelleme gerçek üç boyutlu gridleme işlemidir. Bu işlem, sizin düzensiz aralıklı verinizi kullanarak düzenli aralıklarla dağılmış üç boyutlu bir düzen oluşturur. Uzayda bilinen X, Y ve Z noktaları için yazılım, jeokimya, jeofizik ölçümleri gibi değerleri birbirleriyle ilişkilendirebilir [50].



Şekil 4.11. Katı modelleme

Katı model, katı modelleme işleminin sonuçlarını içeren, bünyesinde rakamları barındıran bir bilgisayar dosyasıdır. Dosya, bir liste şeklinde düzenli aralıklı olan üç boyutlu hücrelerin (voxel) X, Y ve Z lokasyon koordinatlarını ve her bir voxeldaki “G” değerini içerir. “G” harfini, voxel değerini göstermesi için kullanılır. Orijinal anlamı “Grade=Değer”den gelir. Katı model dosyaları proje klasöründe saklanır ve “*.MOD” dosya uzantısını alırlar.

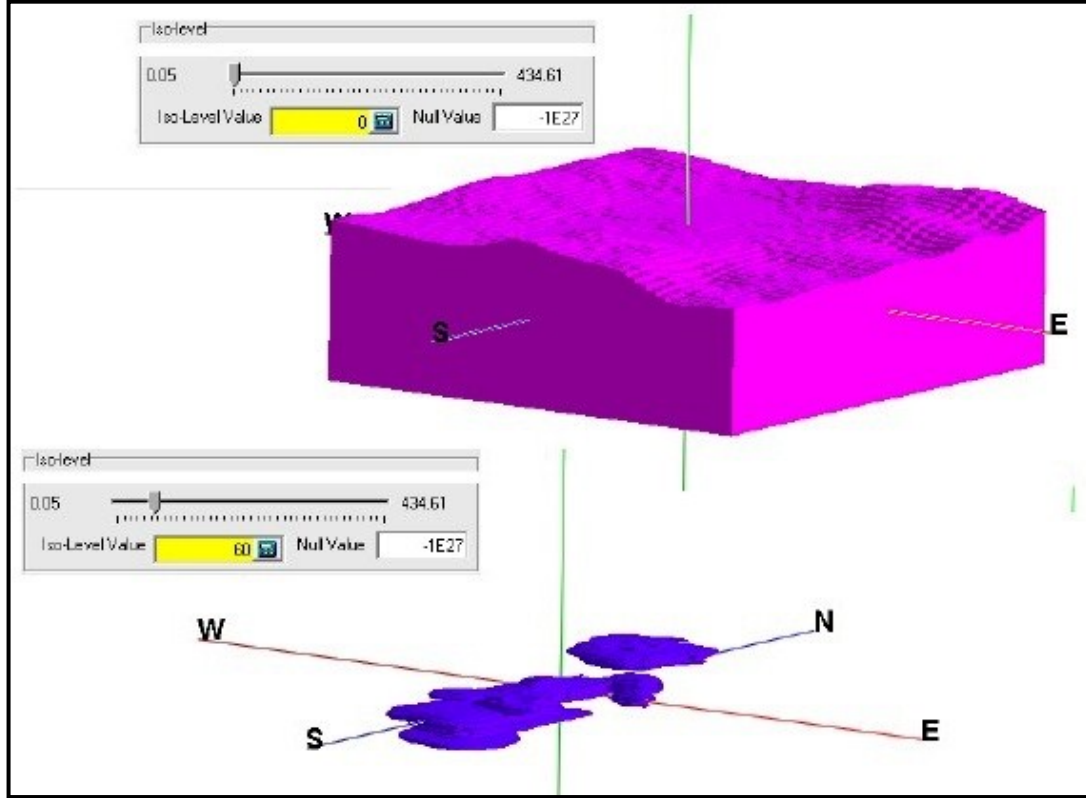
Proje boyutları X, Y ve Z minimum ve maksimum değerlerini kullanarak proje alanınız boyutlandırılır. Daha sonra yazılım X, Y ve Z aralık ayarlarını kullanarak düzenli aralıklı olan voxeları kullanarak modellemeye başlar.

Bilinmeyen bir “G” değeri, bilinen “G” değerleri kullanılarak tahminlenir. Bu interpolasyonu yapmak için birçok metot vardır. Her biri farklı çalışır ve her biri farklı tahminleme yapabilir [50].

4.2.4.1. Katı model üç boyutlu diyagram opsiyonları

— Diyagram Tipi: Eş yüzey,

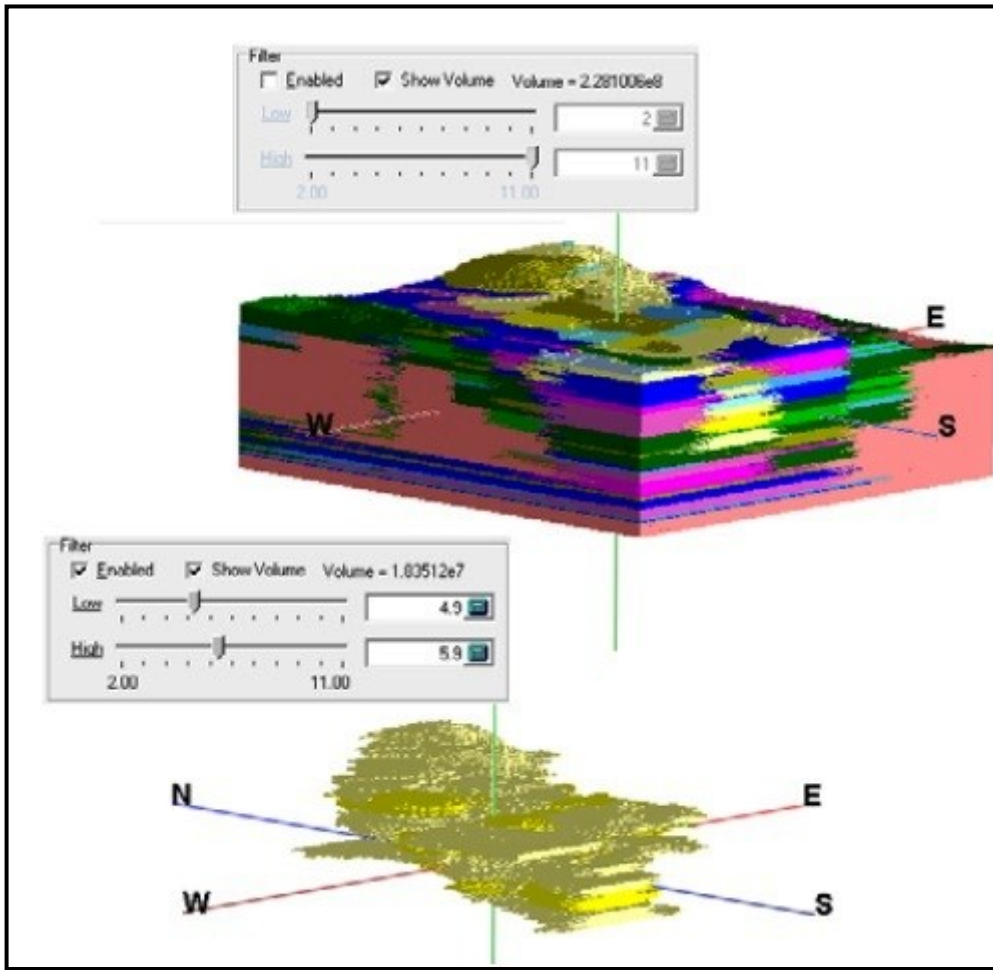
Bir eş yüzey diyagramında, modelin “G” değerleri modelin yüzeyini kuşatır ki bu 3 boyutlu konturlama gibi göze çarpar. RockPlot3D ile interaktif olarak en küçük değeri ayarlanabilir.



Şekil 4.12. Eş yüzey diyagram tipi

— Diyagram Tipi: Tüm Voxellar,

Bir tüm voxel diyagramında, renkli değerlere sahip voxelari görülebilir ki bunlar eş yüzey diyagramlarına göre daha köşelidirler. RockPlot3D’yi kullanarak, en küçük ve en büyük değeri düzenleme olanağına sahip olunur [50].



Şekil 4.13. Tüm voxellar diyagram tipi

1) Katı modeller hazırlama

a. RockWork uygulamaları: Katı / Model;

Solid /Model aracı kullanılarak XYZG verileri RockWorks uygulamalarının veri dosyasından okunur ve bu veri kullanılarak interpolasyon uygulanır. Örneklerin; X (doğu), Y (kuzey) ve Z (topoğrafya) koordinatlarını gösterirken, “G” modellenmek istenen veriyi temsil eder. “G” jeokimyasal değerleri ya da jeofiziksel ölçümleri belirtebilir. Katı model, RockPlot3D ile bir eş yüzey diyagramı gibi ya da tüm voxel diyagramı olarak temsil ettirilir.

Veri Dosyası, XYZG dosyasıdır.

Çıktı; bu araç, (*.MOD) uzantılı katı model dosyası ve üç boyutlu eş yüzey veya tüm voxelları olduğu bir diyagram oluşturur [50].

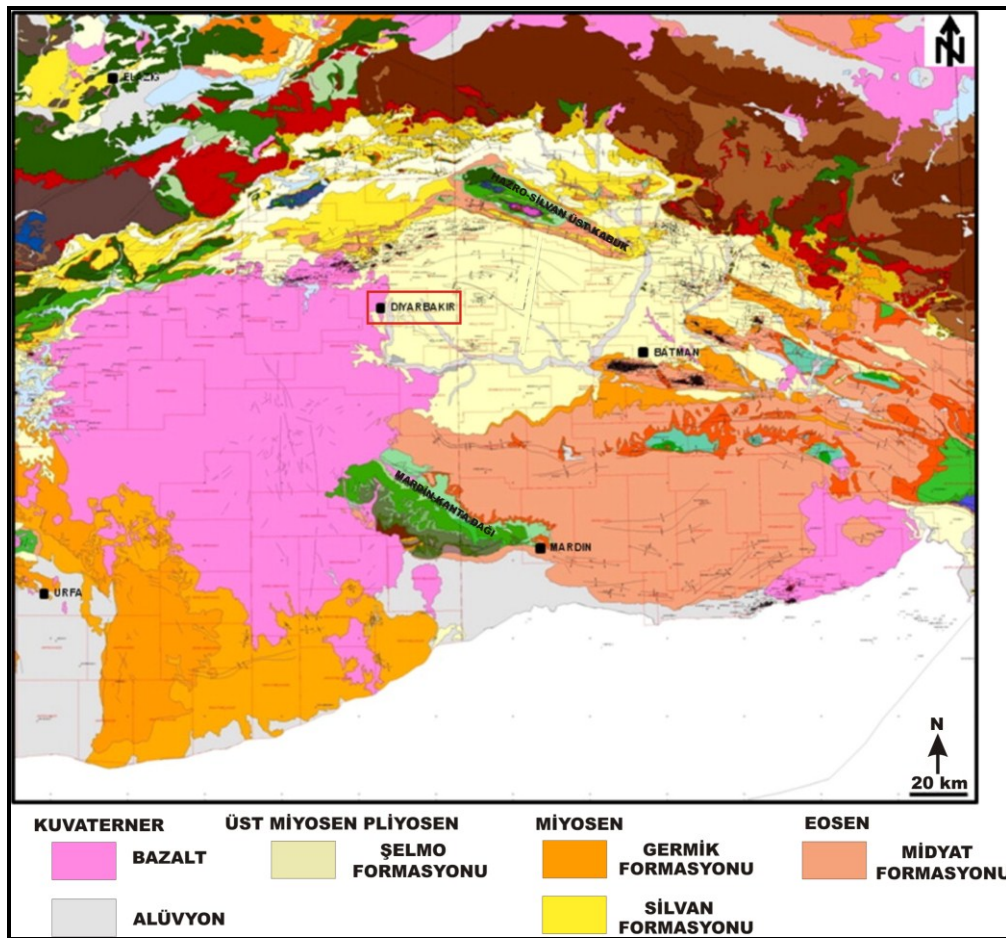
BÖLÜM 5. JEOLJİK VE TEKTONİK ÖZELLİKLER

5.1. Diyarbakır'ın Jeolojisi

Diyarbakır bölgesi jeotektonik konum itibariyle Arabistan Platformu üzerinde yer aldığından, jeolojik açıdan bu platformun tipik özelliklerini sergilemektedir. Güneyde Mardin yükselimi ve kuzeyde kıvrımlı kuşak ile Bitlis Sütur Zonu arasında kalan Diyarbakır Havzası, dört bir tarafından platforma ait Eosen-Miyosen yaşlı karbonatlar ile kuşatılmıştır. Bu karbonatların üzerinde özellikle havzanın batı ve kuzey bölümlerinde geniş yüzeylemeler veren Alt Miyosen yaşlı flişler yer almaktadır [51]. Havzada jeolojik formasyonlar alttan üste doğru sırasıyla Kretase-Paleosen yaşlı Mardin formasyonu, Alt Eosen yaşlı Gercüş formasyonu, Orta Eosen yaşlı Midyat formasyonu, Alt Miyosen yaşlı Germik formasyonu, Üst Miyosen Pliyosen yaşlı Şelmo formasyonu, Pliyosen-Pleyistosen yaşlı bazalt birimi ve Holosen yaşlı alüvyon birimi olmak üzere 7 grupta ele alınmıştır [51] (Şekil 5.1).

En yaşlı birim olan Mardin formasyonu il merkezinde görülmemektedir. Genellikle güneyde Mardin ve Mazıdağı çevresinde en iyi gözlenen Mardin formasyonu, çakıltası, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından yapılı olup, bu civarlarda çıkarılan petrolün hazne kayasını (rezervuarını) oluşturur. Yine il merkezi dışında gözlenen Gercüş formasyonu kumtaşı, çakıltası, marn, kireçtaşı ve şeyl ardalaşmasından oluşur. Ayrıca yer yer jips bantları içerir. İl merkezinin güneyinde gözlenen Midyat kireçtaşları genel olarak düşük eğimli ince ve düzgün katmanlaşmalı olup, karstik boşlukludur. Midyat formasyonunu uyumsuzlukla üstleyen Germik formasyonu açık kırmızı renkli bir taban çakıltası ile başlar, üstlere doğru pembemsi beyaz, yumuşak killi kireçtaşları ile temsil edilir. Yatay ve düşey yönde çok değişik litolojilere sahip Şelmo formasyonu genellikle kiltası, siltli kumtaşı, çakıltası ve marn katmanlarının ardalaşmasından oluşur [52]. Şelmo formasyonu üzerine belirgin bir aşınım yüzeyi ile Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Yeniköy formasyonu gelmektedir. Formasyon

esas olarak konglomera, kumtaşı, siltaşı ve kilttaşlarından oluşmaktadır. Konglomera ve kumtaşları akarsu, siltaşı ve kilttaşları ise göl ortamlarında çökelmiştir. Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı bu karasal birimleri Pliyo-Kuvaterner yaşlı Karacadağ Bazaltları uyumsuz olarak örtmektedir. Esas olarak olivinli bazaltik lavlardan ve piroklastitlerden oluşan Karacadağ Bazaltları, plato tipi volkan morfolojisi sergilemektedir. Pleyistosen'de bölgede özellikle Dicle vadisinin kuzey kesimlerinde, akarsu ortamlarında masif konglomera çökelimleri olmuştur. Yer yer merceksel geometrili kömür ara katkıları ve yine merceksel geometrili kumtaşı-çamurtaşı bankları içeren zayıf tutturulmuş bu konglomeralar, Gölpınar formasyonu olarak tanımlanmıştır. Diyarbakır ilinde güncel akarsu boylarında görülen alüvyonlar Holosen yaşlı en genç çökellerdir. Akarsuların kenar kısımlarında görülen taraçalar eski alüvyon, iç kısımlarında görülen ve akarsular tarafından günümüzde de kontrol edilenler yeni alüvyon olarak tanımlanmış ve ayırtlanmıştır [53].



Şekil 5.1. Diyarbakır jeoloji haritası [54]

5.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanımız olan Ulu Cami Mahallesi ve çevresinde Kuvaterner yaşlı alüvyon, Pliyo-Kuvaterner yaşlı bazalt ve Üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu yayılım göstermektedir.

5.2.1. Şelmo formasyonu (Tş)

5.2.1.1. Tanımı

Diyarbakır ve çevresinde geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Kıltaşı, kumtaşı ve çakıltaşı birimlerinin ardalanmasından oluşan bu formasyon düşey ve yatay yönde tedrici geçişlidir. Kıltaşı hakim litoloji durumundadır. Yeraltı suyu yönünden genel olarak verimsiz olup yer yer az miktarda yeraltı suyu içermektedir. Diyarbakır çevresinde 200-300 metre kalınlıktadır. Üst Miyosen yaşlıdır [55].

5.2.1.2. Fosil içeriği ve yaş

Adıyaman çevresinde yapılan çalışmalar sonucu, formasyon içerisinde Üst Miyosen tatlı su fasiyesine ait Ilyocypris tribullata ostrakodu gözlemiş ve birime Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşı verilmiştir. Çermik-Çüngüş çevresinde yapılan incelemeler sonucu formasyondan Candona, Ilyocypris tribullata ve ostrakod fosilleri derlemiş ve birime Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşını verilmiştir [56]. Bu veriler ve stratigrafik konumu dikkate alındığında, formasyonun Üst Miyosen yaşlı olduğu sonucuna varılabilir [57].

5.2.2. Karacadağ bazaltları (K)

5.2.2.1. Tanım

Diyarbakır çevresinde geniş bir alanda yayılım göstermekte ve Diyarbakır güneyindeki Karacadağ çevresinde geniş yüzeylemeler verdiği için, Karacadağ Bazaltları olarak adlandırılmıştır. Bazaltik lavlar, piroklastitler ve bunlar ile

ardalanmalı killerden oluşmaktadır [53]. Siyah, gri renkli, oldukça sert ve çatlaklı bir yapıdadır. Yer yer cüruf ve tuf içermektedir. Farklı püskürme fazları nedeniyle faz aralarında 1-5 m kalınlığında kırmızı renkli kil mevcuttur. Karacadağ volkanizmasının ürünü olan bazaltların kalınlığı Diyarbakır'da 1-100 m arasında değişmektedir. Yeraltı suyu yönünden yer yer önemli miktarda su içermektedir. Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır [55].

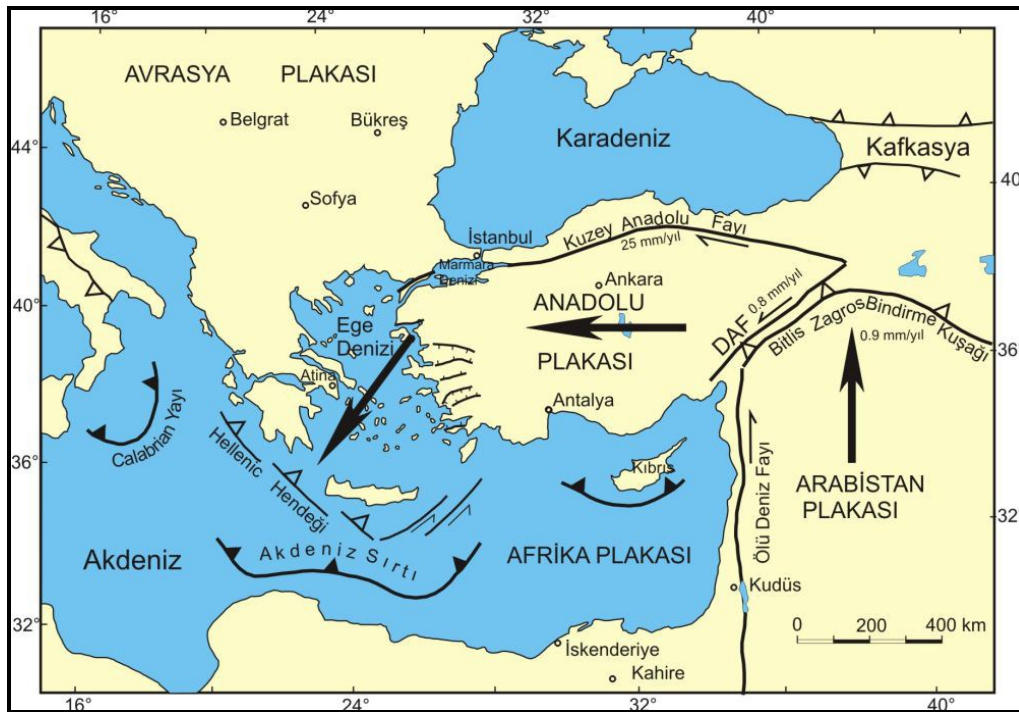
5.2.2.2. Yaş

Karacadağ volkanizması Üst Miyosen'de başlayarak günümüzden yaklaşık 100 bin yıl öncesine kadar etkinliğini sürdürmüştür [53]. Karacadağ bazaltlarının radyometrik yaşları 1.931 000 yıl ile 101.000 yıl arasındadır. Bu lavlar Orta Miyosen'de kıta-kıta çarpışmasını izleyen sıkışma evresinde riftleşme ürünü K-G yönlü kırık sistemlerine bağlı olarak, manto'dan yükselerek "Plato Bazaltları" şeklinde oluşmuşlardır [58]. Karacadağ volkanizmasında üç ana püskürme dönemi saptanmıştır [59]. Çok geniş bir alana yayılan volkanizmanın en fazla olduğu ilk evrede bazaltik lavlar oluşmuştur. İkinci evrede ise Karacadağ'ın esas kütlesi oluşmuştur. Üçüncü evre bazik lavları ise daha az yer kaplamakta olup dağınık, birbirleriyle ilişkisi olmayan lav akıntıları şeklindedir. İkinciye evreye ait volkan konisinden alınan örneklerde 1.16-/+0.14 milyon yıllık radyometrik yaş elde edilmiştir [60].

5.2.3. Alüvyon (Qe ve Qy) : Kil, kum, silt ve çakıl boyutundaki malzemenin oluşmuştur. Az miktarda yeraltı suyu içermektedir. 3-4 m kalınlıktadır. Kuvaterner yaşlıdır. İnceleme alanında mevcut olan çeşitli akarsu ortamlarında depolanmış, blok-çakıl-kum ve kilden yapıları çökellerdir. Bu çökeller eski ve yeni alüvyonlar olmak üzere iki birime ayrılarak haritalanmıştır. Genellikle çapraz tabakalı, devresel çökeller şeklindedir. Eski alüvyonlar yeni alüvyonlara oranla daha fazla kum, kil ve mil boyu malzeme içermektedir. Alüvyonların kalınlıkları türedikleri malzemenin morfolojisine, akarsuları fiziksel ve geometrik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu çökeller Holosen yaşlıdır [53].

5.3. Diyarbakır'ın Tektoniği

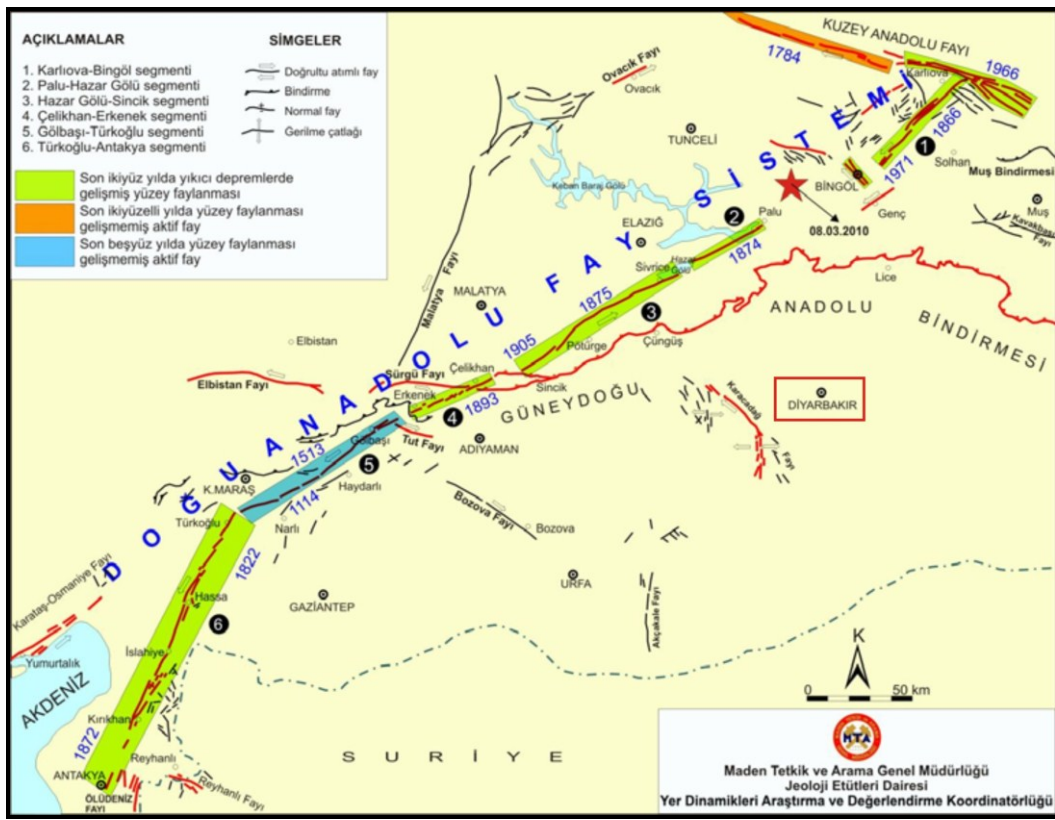
Afrika-Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney doğrultuda yakınsamaları sonucu Arabistan ve Avrasya levhaları, Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) veya Güneydoğu Anadolu Bindirmesi boyunca çarpışmışlardır [61]. Bu arada Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) gelişmiş ve bu fay zonları boyunca Anadolu Bloku batıya doğru hareket etmeye başlamıştır. Bu hareket sırasında, doğrultu atımlı fay modellerine uygun olarak KAFZ boyunca sağ yönlü, DAFZ boyunca ise sol yönlü doğrultu atım gelişmiştir [62] (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Doğu Akdeniz'in aktif tektonik haritası. İçi dolu üçgenli çizgiler aktif dalma-batma zonlarını, içi boş üçgenli çizgiler karalardaki aktif bindirme kuşaklarını ve kalın çizgili hatlar normal fayları göstermektedir. Büyük koyu oklar litosferik plakaların hareket yönünü işaret etmektedir [63].

Türkiye'nin en etkin ve diri olan iki ana fay kuşağından birini oluşturan DAFZ, Karlıova-Antakya arasında 580 km'lik bir uzanım göstermekte olup, bölgenin jeodinamik evrimi ve deprenselliğinde önemli bir rol oynamaktadır [64]. DAFZ, Karlıova'nın doğusunda, Kargapazarı yöresinde, KAFZ ile kesişme yerinden başlar ve kuzeydoğu-güneybatı yönünde Göynük Vadisi boyunca güneybatıya doğru devam eder. Bingöl yöresinde biraz belirsizleşmekte, ancak Palu-Pötürge arasında tekrar

belirginleşip güneybatıya doğru devam etmektedir. Güneybatıya doğru devam eden DAFZ, Çelikhan'ın güneyinden ve Adıyaman Gölbaşı ilçe merkezinden geçerek, Gölbaşı batısında 4750 metrelik bir atım oluşturmakta ve Kahramanmaraş'ın güneyinde, Türkoğlu'nda, çatallanmaktadır [65]. Bir kolu doğrultu atımın yanı sıra, eğim atım karakteri de kazanarak, güneye dönerek Amanos Fayı'nı oluştururken; bir kolu da Türkoğlu'nda doğrultu değiştirmeden güneybatıya doğru devam eder ve Bahçe kuzeyinden, Osmaniye'den ve Ceyhan'ın güneyinden geçerek, Karataş'ta Akdeniz'e girer (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Doğu Anadolu fay sistemi

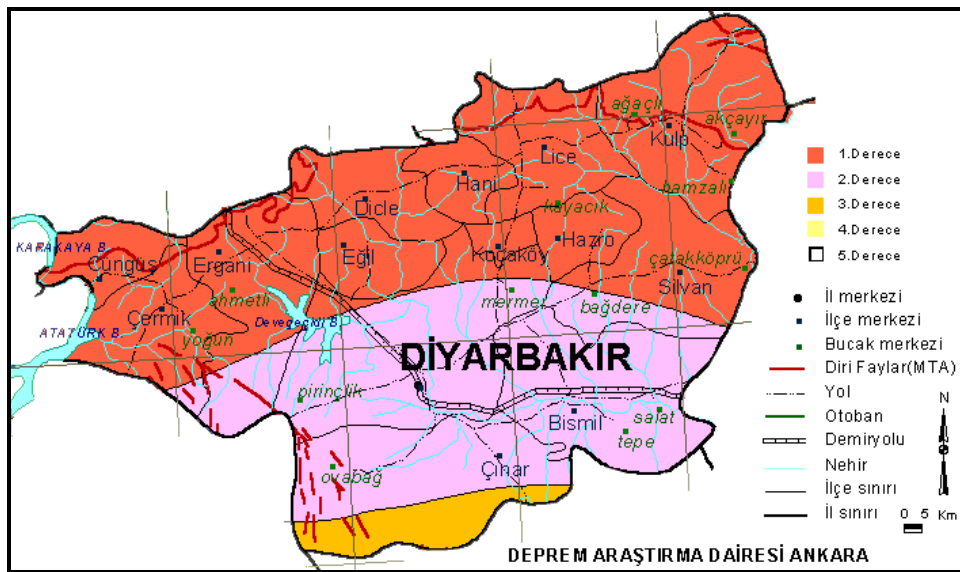
Bölge için önemli olan diğer bir tektonik unsur olan Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK), Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzey kenarı boyunca gelişmiştir (Şekil 5.3). Bu bindirme fayı, İran'daki Zagros Bindirme Kuşağı'nın devamı şeklinde olup, doğudan batıya doğru Hakkari, Beytüşşebap, Narlı, Pervari güneyi, Kozluk, Kulp, Lice kuzeyi, Ergani kuzeyi, Çüngüş ve Çelikhan'dan geçer.

Ölü Deniz Fayı 105 km'ye ulaşan atım ve yaklaşık 1000 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Güneydoğu Anadolu Bölgesini batıdan sınırlayan ve Kırıkhan–Hassa arasında Amik Ovası içinden geçen fay, Reyhanlı kuzeyinde çatallanmalar yaparak kuzeye doğru devam eder ve Narlı yöresinde DAFZ ile birleşir [66].

Çalışma alanının tektoniğinde etkin olan diğer önemli faylar, Lice yöresinden başlayan Hazro Antiklinali'nin batısından ve Hani'nin güneydoğusundan geçerek güneybatıya doğru devam eden Lice Fayı ve yaklaşık 210 km'lik bir uzanım göstermekte olan sol yanal atımlı Fırat vadisini sol yanal olarak öteledikten sonra, Adıyaman il merkezinden geçerek, Besni güneyinde çatallanıp kaybolmakta olan Adıyaman fayıdır [67]. Bozova Fayı, Adıyaman güneyinde belirginleşip, Bozova'dan geçip, Şanlıurfa il merkezi yakınında hafif güneye dönerek, Akçakale grabeninin batı kenarını oluşturur. Bozova Fayı'nın doğusunda, Bozova doğusu ile Hilvan arasından geçen kuzeybatı-güneydoğu yönlü bir fay olup, Bozova Fayı'na paralel gelişmiş Kalecik Fayı bulunmaktadır [68] (Şekil 5.3).

5.4. Bölgenin Depremselliği

Türkiye deprem bölgeleri haritasına göre Diyarbakır (Merkez) 2.derece deprem kuşağında yer almaktadır (Şekil 5.4). Doğu Anadolu Fay hattına yakın olmasından dolayı kuzey kesimlerindeki ilçeler 1. derece deprem kuşağında kalmaktadır [69].



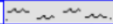
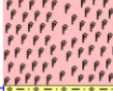



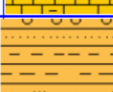

Şekil 5.4. Diyarbakır ili deprem bölgesi haritası [70]

Diyarbakır ili sınırları içinde meydana gelen magnitudü en büyük deprem kuzeyde yer alan Lice, Hani ve Kulp ilçeleri dolaylarında 6 Eylül 1975 yılında 6.9 büyüklüğündeki depremde afet boyutunda büyük can ve mal kayıpları meydana gelmiştir [71].

5.5. Bölgenin Hidrojeolojisi

Jeolojik birimlerin genel hidrojeolojik özellikleri Tablo 5.1’ de verilmiştir.

Tablo 5.1 Formasyonların hidrojeolojik özellikleri [55]

JEOLJİK ZAMAN BİRİMLERİ			KALINLIK (m)	STRATİGRAFI	LİTOLOJİ	FİZİKSEL ÖZELLİKLER	HİDROLOJİK, KİMYASAL VE DİĞER ÖZELLİKLER
ÜST SİSTEM	SİSTEM	ALT DEVİR					
SENOZOYİK	TERSİYER	KUVATERNER			Alüvyon		Yeraltısuyu az
		PLİYOSEN	1-100		Bazalt	Gri siyah renkli, sert ve çatlaklı	Yeraltısuyu yönünden yer yer verimli
		MİYOSEN	300		Şelmo Formasyonu (Kumtaşı, kiltası, çakiltası ar dalanması)	Çakiltaları iri ve polijenik, formasyonda genellikle kiltası hakim birim, düşey ve yatay yönde tedrici geçişli	Yeraltısuyu bakımından verimsiz
			10-20		Silvan Formasyonu (Kireçtaşı)	Gri, krem renkli, sert, erimeli ve karstik yapılı, kırıklı, parçalı	Yeraltısuyu bakımından verimsiz
			70-100		Germik Formasyonu (Konglomera, kiltası, killi kireçtaşı)	Kahverenkli, yer yer jipsli	Yeraltısuyu bakımından verimsiz
		EOSEN	200-250		Midyat Formasyonu (Kireçtaşı, killi ve tebeşirli kireçtaşı)	Krem, beyaz renkli, yer yer erimeli ve karstik boşluklu	Yeraltısuyu bakımından verimli
PALEOSEN			Gercüş Formasyonu (Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, kiltası ar dalanması)	Kırmızı renkli, yer yer jipsli	Yeraltısuyu yönünden verimsiz		

Tablo 1’de de görüldüğü gibi, Gercüş formasyonu yeraltı suyu yönünden verimsiz, Midyat formasyonu bölgede ve Diyarbakır çevresinde önemli bir akifer, Germik formasyonu yer altı suyu yönünden verimsiz, Silvan formasyonu Diyarbakır çevresinde kalınlığının az olması nedeniyle verimsiz, Şelmo formasyonu genel olarak verimsiz, bazaltlar yeraltı suyu yönünden yer yer verimli, alüvyonlar az miktarda yeraltı suyu içermektedir. Görüldüğü gibi, Diyarbakır çevresinde yeraltı suyu yönünden en verimli olan formasyonlar bazaltlar ve Midyat formasyonudur. Çalışma alanında bu iki formasyondan bazalt formasyonu görülmektedir [55].

5.5.1. Bazalt akifer

Bazaltlar Diyarbakır çevresinde geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Oldukça sert bir yapıda olup üst kesimleri daha çatlaklı ve kırıklı, aşağılara inildikçe daha masif bir yapı sunmaktadırlar. Farklı püskürme fazları nedeniyle faz aralarında 1-5 m kalınlığında kırmızı renkli kil mevcuttur. Özellikle tali volkan bacalarının bulunduğu kesimlerde yer yer tuf ve cüruf yer almaktadır. Bazaltlardan yeraltı suyu alınması çatlak durumuna, çatlakların birbirleriyle irtibatlı olmasına, püskürme fazları arasındaki kil bantlarına, kalınlığına, yayılımına bağlıdır. Genel olarak, bazaltların her kesiminde gelişmiş ve irtibatlı çatlak yapısının bulunmaması ve farklı püskürme zonlarının bulunması gibi etkenler bazaltlarda yanal ve düşey olarak su hareketini engellemekte, suyun daha derinlere süzülmesini, depolanmasını engellemekte ve yağışlardan olan beslenme kaynakları şeklinde boşalmaktadır. Bu nedenle bazaltların her kesiminde yeraltı suyu elde edilmesi mümkün değildir. Bununla birlikte, Diyarbakır kenti çevresinde bazaltlarda yeraltı suyu içeren önemli sahalar ve koridorlar bulunmaktadır. Bunların en önemlileri Gözeli, Yeniköy ve Aşağı Karakuyu köyü çevresi ile Aşağı Karakuyu- TMO -Yeniköy içmesuyu sahası- Havaalanı-DSİ Makine İkmal Müdürlüğü koridoru, Kayapınar-Siverek yolundaki Renault Servisi- Yeniköy İçmesuyu sahası- Havaalanı koridoru, Yeniköy-Kuruçeşme-TMO Bölge Müdürlüğü- Kız Meslek Lisesi-Anzele Kaynağı koridoru, Havaalanı-Alıpınar Kaynağı koridoru, Koşuyolu-Rızvanağa SokakİllerBankası- Merkez Postanesi koridoru ile Diyarbakır Müzesi-SSK-İçkale (Hz Süleyman) Kaynağı koridorudur.

Genel olarak bazaltlarda suyun hareket yönü Karacadağ'dan Diyarbakır'a doğrudur. Diyarbakır ve çevresinde yeraltı suyu seviyesinin topografya ile kesişmesi sonucunda önemli kaynaklar oluşmuştur. Bunlar, Gözeli Kaynağı, Anzele Kaynağı, Alıpınar Kaynağı ile İçkale Kaynağıdır. Kaynakların ortalama debileri şöyledir: Gözeli Kaynağı: 250 l/s, Anzele Kaynağı: 90 l/s, Alıpınar Kaynağı: 45 l/s, İçkale Kaynağı: 80 l/s. Bu kaynakların hepsi Dicle Barajı içme suyu kaynağının devreye girmesine kadar Diyarbakır içme suyu kaynakları olarak kullanılmış, Gözeli Kaynağı ve bu sahadaki sondaj kuyu sularının içme suyu olarak kullanımına devam edilmektedir.

Bazalt, serbest akifer olması nedeniyle yüzeysel kirlenmeye açıktır. Su seviyesinin yüksek olduğu kesimlerde, çevredeki kirlilikten etkilenen yağmur suları yeraltına süzülerek yeraltı suyunu kirletmektedir. Bu durum, özellikle Gözeli içme suyu havzasında söz konusudur. Benzer durum, Diyarbakır kent merkezinde bulunan Anzele, Alıpınar ve İçkale kaynakları için de geçerlidir [72].

BÖLÜM 6. BÖLGENİN TARİHİ

6.1. Diyarbakır'ın Coğrafyası ve Tarihçesi

Diyarbakır ili, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kısmında, El-Cezire de denilen Mezopotamya'nın kuzeyindedir. Doğudan Siirt, güneyden Mardin, batıdan Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya, kuzeyden Elazığ ve Bingöl illeriyle çevrilmiştir (Şekil 6.1). Yüzölçümü 15.354 km² olan il, 37° 30' ve 38° 43' kuzey enlemleriyle, 40° 37' ve 41° 20' doğu boylamları arasında kalmaktadır. Diyarbakır, etrafında dağların yer aldığı, yükseltisi 600-800 metre arasında değişen bir havza görünümündedir. Diyarbakır ovası tarıma elverişli topraklara sahiptir. Bu verimli topraklar Dicle nehri ile sulanmaktadır. Güneydoğu Toros Dağları'nın Diyarbakır sınırları içerisinde kalan bölümün en yüksek noktası Çüngüş İlçesi'nin kuzeydoğusunda 2,230 metreyi bulur [73].



Şekil 6.1. Diyarbakır il haritası

Diyarbakır yöresinde yapılan kazılar sonucu çevredeki ilk yerleşmelerin M.Ö. VII. bin yıllarına kadar indiği ortaya çıkarılmıştır. Anadolu'daki ilk yerleşme yerlerinden biri olan Çayönü orta paleolitik döneme tarihlenmektedir [74]. Şehir ilk olarak Fiskaya isimli kayaların üzerinde kurulduğu sanılmaktadır. Diyarbakır M.Ö. XIV. yüzyıldan günümüze kadar Amidi, Amid, Amida, Augusta, Karaamid, Karakale, Karacakale, Hamid, Karahamid, Diyarbakir ve Diyarbakır isimleri ile anılmıştır [73]. Diyarbakır stratejik konumu itibariyle her dönemde önemli bir yerleşim yeri olmuştur. Şehrin ana yollar üzerinde bulunması ticaret imkânını arttırmıştır. Dolayısıyla bölgeyi birçok hanedan, devlet elde etme yarışına girmiştir.

M.Ö. 2000'nin ortalarında Hurri ve Mittani Krallıklarının hâkimiyetinde olan Diyarbakır, stratejik konumu dolayısıyla her dönemde önemli bir yerleşim yeri olmuştur. Mittanniler'den sonra bölgeye M.Ö. 1260 yılında Asurlular ve Urartular egemen olmuştur. Urartuların hâkimiyetinden sonra Diyarbakır sırası ile İskitlerin (M.Ö.653-625), Medlerin (M.Ö.625-550), Perslerin (M.Ö. 550-331), Büyük İskender'in (M.Ö. 331-323), Selevkosların (M.Ö. 323-140), Partların (M.Ö. 140-85), Büyük Tigran'ın (M. Ö. 85-69) ve Romalıların (M.Ö. 69-M.S. 53) egemenliğine girmiştir. M.S. 53-395 tarihleri arasında Diyarbakır'ın Partlar- Romalılar, Sasaniler-Romalılar arasında sık sık cereyan eden mücadelelerde sürekli olarak farklı hâkimiyetlere girdiği ancak daha çok Roma egemenliğinde kaldığı bilinmektedir [74]. 395'ten sonra Bizans yönetimine girdiği görülmektedir. 639 tarihine kadar süren Bizans hâkimiyeti bu tarihten sonra, İslam ordularının Diyarbakır fethine başladığı görülmektedir.

Hz. Ali'nin halifeliğinden sonra (M.S. 656-661) kısa bir süre Hz. Hasan'a bağlı kalan Diyarbakır, sırasıyla Emevilerin (M.S. 661-750), Abbasilerin (M.S. 750-869), Mervanilerin (M.S. 984-1085), Artukluların (M.S. 1183-1232), Selçukluların (M.S. 1070-1232), Eyyubilerin (M.S. 1232-1240), Akkoyunluların (M.S. 1401-1469) elinde kalmıştır.

Akkoyunlulardan sonra 8 yıl kadar Safeviler tarafından yönetilen kent 1515 yılında Osmanlı yönetimine geçmiştir. Bir yıldan fazla süren kuşatma sonrasında şehir

yeniden inşa edilmiş, XVI. yüzyılda Diyarbakır Osmanlı yönetiminde parlak bir dönem yaşamıştır [74].

Osmanlılar döneminde önemli bir merkez olan Diyarbakır, XIX. Yüzyılının sonlarından itibaren çalkantılı günler geçirmiştir. Birçok isyan, olay sonunda Milli Mücadele Dönemi'nde istenilen başarı elde edilmiştir ve Türkiye Cumhuriyeti dönemi başlamıştır [74].

6.2. Çalışma Alanımız Olan Ulu Cami Tarihi

Ulu Cami'nin Hristiyanlık öncesi dönemde bir mabed olduğu bilinmektedir. Bu mabedin yapım tarihinin Hz. Musa zamanına kadar uzandığı (M.Ö. XIV yy) Evliya Çelebi'nin Seyhatnamesinde geçmektedir. Hristiyanlığın resmi bir din olmasından sonra ise bu yapının Mar Thoma kilisesine dönüştürüldüğü ve bu dönemde bir takım eklerle genişletildiği düşünülmektedir. Kilise olarak kullanıldığı dönemde mimarisi çok görkemli olan bu yapının bugün bile aynı ihtişama sahip olduğu görülmektedir. Bu kilise 639 tarihinde camiye çevrilmiş ve çeşitli onarımlar yapılarak bugünkü şeklini almıştır. Yapı üzerinde bu dönemlere işaret eden çok sayıda kitabe bulunmaktadır. [75].

Emevi ve Abbasi dönemine ait kitabesi bulunmayan caminin Büyük Selçuklu dönemine kadarki durumu hakkında bilgiler kısıtlıdır. Bunların içinde en önemlisi M.S. 1040'lı yıllarda bölgeyi gezen İranlı seyyah Nasır-ı Hüsrev'in verdiği bilgilerdir. Seyyah yapıdan bugünkü durumuna benzer tanımlamalarla bahsetmektedir [76].

Caminin en erken tarihli kitabesi Büyük Selçuklu dönemine aittir. Avlunun güneybatı kenarında tek satır halinde olan kitabeden caminin M.S. 1091 tarihinde Büyük Selçuklu Sultanı Melikşah'ın emri üzerine dönemin Diyarbakır valisi olarak görev yapan Amidüddeve Ebu Mansur Muhammed tarafından Kudüslü Muhammed oğlu Ahmed'in emriyle onartıldığı anlaşılmaktadır [77].

M.S. 1115 yılında geçirdiği büyük bir yangın ve deprem sonrasında büyük oranda zarar gören ve bir bölümü çöken yapı, geniş çaplı bir onarıma tabi tutulmuştur. Bu onarım çalışmaları sırasında çöken iç mekâna ait malzemelerin dış cephelerde kullanıldığı, iç mekânın ise yeniden inşa edildiği belirtilmektedir [78].

İnaloğulları döneminde yapılan onarım ve yenileme çalışmaları batı revak üzerindeki iki kitabeden anlaşılmaktadır [79]. Alt kattaki M.S. 1117-1118 tarihli kitabede yapının Büyük Selçuklu sultanı Ebu Süca Muhammed zamanında İnaloğlu Ebu Mansur İldı tarafından Kadı Abdülvahid'e yaptırıldığı belirtilmektedir. Üst kattaki M.S. 1124-1125 tarihli kitabede de yine Ebu Mansur İldı ve Muhammed oğlu Abdülvahit'in adı geçmektedir [76]. Doğu revakın üzerinde de iki kitabe bulunmaktadır. Bunlardan ilki M.S. 1157 tarihli kitabede yapının İnanoğullarından İldı oğlu Kutlu Bey tarafından Ebu'l Muzaffer Mahmut'un döneminde Gürgan'lı mimar Hibetullah'a yaptırıldığı belirtilmektedir [80]. İkinci kitabe M.S. 1163-1164 tarihli kitabedir. Bu kitabe Nisanoğulları döneminde Hasan oğlu Ebu'l Kasım Ali tarafından Hibetullah Gürğani tarafından yapılan onarıma işaret etmektedir [76].

Caminin güneyinde yer alan minare kitabesine göre İnaloğlu Mahmud'un veziri Nisanoğlu Müeyyedüddin tarafından M.S. 1155 tarihinde yaptırılmıştır [81]. Doğu cephedeki diğer kitabeler tarih vermemekle birlikte Nisanoğlu hükümdarlarının isimlerini içermeleri bakımından o döneme ait onarım ve yapımlara işaret etmektedirler [82]. Kuzey cephede Anadolu Selçuklu Sultanı Gıyaseddin Keyhüsrev'e ait M.S. 1241 Artukoğlu Melik Salih'e ait M.S.1330 ve Osmanlı Sultanı IV. Mehmet'e ait bir ferman yazılıdır. Caminin batısında Akkoyunlu döneminde 1469 tarihli Uzun Hasan'ın onarımını gösteren bir kitabe bulunmaktadır. Caminin mihrab ve minber kısmı 1712 yılında Maktulzade Vezir Ali Paşa'nın valiliği döneminde yapılmıştır (Foto 6.1) Mahfil ise aynı valinin kethüdası Hüseyin Ağa tarafından yaptırılmıştır [78].



Foto 6.1. Diyarbakir Ulu Cami mihrab ve minberi

Cami, halkın yardımlarıyla 1824'te bir onarım görmüştür. Muvakkithane 1837 tarihlidir. Yıldırım düşmesi sonucu yıkılan minare 1839 de yenilenmiştir Caminin batısındaki bir kapıdan da minareye çıkılmaktadır. Minare kare gövdeli, silindirik külahlıdır. Üzerinde kitabeler bulunmaktadır. (Foto 6.2). Avludaki şadırvan ise 1849 tarihlidir. Yapı son dönemlerde 1964,1975-1977 yıllarında Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen onarımlara tabi tutulmuştur [83]. Şafiler bölümü Atak Beyi Emir Ahmet Zırkî tarafından 1528 tarihinde yaptırılmıştır [76].



Foto 6.2. Diyarbakır Ulu Cami minaresi

Farklı dönemlerde inşa edilen yapılarla bir yapı topluluğu halini alan Ulu Cami, doğu batı doğrultusunda dikdörtgen bir alanı kaplamaktadır. Yapılar dikdörtgen avlunun çevresinde sıralanmıştır. Doğu ve batıdan iki girişle geçilen dikdörtgen avlunun güneyinde asıl cami mekânı, kuzeyinde Şafiler bölümü ve Mesudiye Medresesi bulunmaktadır. Avlunun doğu ve batısında iki katlı revakların gerisinde maksurelere yer verilmiştir. Avlunun ortasında bir namazgah ve şadırvan bulunmaktadır. Bu topluluk içinde ele alınan Zinciriye Medresesi avludan kopuk olarak batı tarafta yer almaktadır. Asıl camide mihraba paralel iki ayak dizisiyle üç sahnı düzenlenmiştir. Sahnılar mihrab önünde dik bir sahnı kesilmektedir. Harimin güney duvarında kare gövdeli bir minaresi bulunmaktadır.

Caminin süslemelerinde taş, ahşap ve metal malzeme kullanılmıştır. Bu süslemelerde Roma-Bizans yapıları da mevcuttur. Buna örnek olarak caminin doğusundaki giriş kapısının iki köşesine simetrik olarak işlenmiş aslan-boğa mücadelesinin anlatıldığı figür verilebilir [84], (Foto 6.3).



Foto 6.3. Caminin giriş bölümündeki aslan-boğa mücadelesinin anlatıldığı figür

Ancak İslam döneminde büyük bir kısmı yenilenen camide çoğu yapı İslam dönemine aittir ya da Roma-Bizans döneminden kalanlar onarılmıştır. Duvarların dış kaplaması bazalttandır. Arada yer yer kalkan şeritlere rastlanır. Ulu Taş olarak bazalt ve kalkerin bir arada kullanıldığı görülmektedir [78], (Foto 6.4).



Foto 6.4. Caminin dış duvarlardaki bazalt ve yer yer kalkan şeritler

BÖLÜM 7. ARAZİ ÇALIŞMALARI

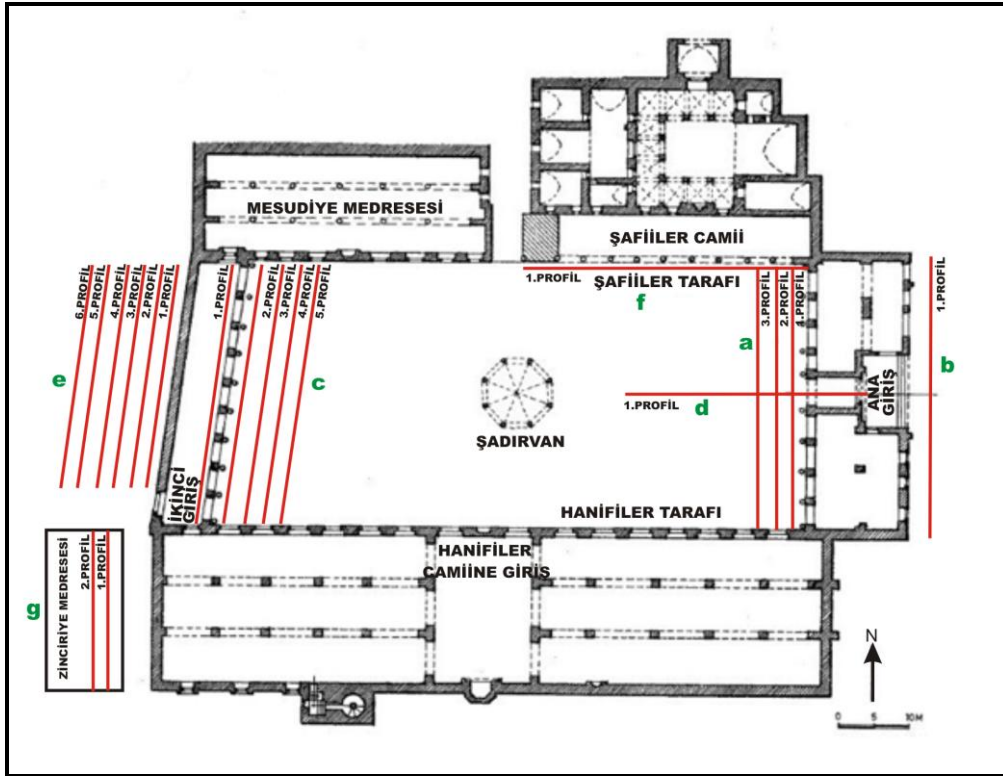
Çalışma alanımız olan Ulu Cami, Diyarbakır il merkezinde, surlar arasında Balıkcılarbaşı semtinde bulunmaktadır. Birçok medeniyeti içinde barındırması sebebiyle tarihte oldukça önemli bir yere sahiptir. Anadolu'nun en eski camisi olan bu caminin yapım tarihi tam bilinmemekle birlikte Hz. Musa zamanında (M.Ö. XIII. yy) yapıldığı söylenmektedir. Cami, Roma ve Bizans döneminde Mar Thoma Kilise'si olarak kullanılmıştır. Daha sonra İslam orduları 639 yılında Diyarbakır'ı ele geçirdiği zaman buradaki kilisenin üçte birini camiye çevirerek kullanmışlardır. Geri kalan kısmını ise, Hristiyanların kullanımına bırakmışlardır. Diyarbakır 1085 yılında Büyük Selçuklu İmparatorluğuna katılmıştır. 1090 yılında Sultan Melikşah'ın buyruğu ile Ulu Cami baştan onartılmış ve kilisenin tamamı camiye dönüştürülmüştür. Bu onarımdan sonra 1115 yılında büyük bir yangın geçiren caminin hasar gören kısımları yeniden inşa edilmiştir ve bugünkü şeklini almıştır (Foto 7.1). Caminin yapı inşaatında taş, ahşap ve metal malzeme kullanılmıştır. Şehrin bazalt yönünden zengin olması ve bazalt kullanılarak inşa edilen yapıların sağlam olması nedeniyle Ulu Cami inşasında da taş olarak bazaltın yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Caminin Şafiler ve Hanifiler tarafında bulunan sütunlar ve sütun üzerindeki geometrik süslemeler Roma ve Bizans dönemine aittir. Bu antik yapı elemanları dışında caminin büyük bir kısmı yenilendiği için İslam mimarisi özelliklerini taşımaktadır. Ulu Cami bu üç medeniyetin izlerini yansıtması nedeniyle tarihte önemli bir yere sahiptir [1].



Foto 7.1. Ulu Cami avlusu

Bu çalışmanın amacı, cami duvarlarının ve avluda yer alan sütunların temel derinliğini bulmak ayrıca avlu içinde yeraltında bir yapı olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu amaca yönelik jeofizik yöntemlerden manyetik, yer radarı ve elektrik yöntemler kullanılmıştır. Manyetik çalışmalar sonucunda çevrede bulunan elektrik trafosunun, elektrik kablolarının, sütunların dağılmaması için bağlanan demirlerin paslanması ve yoğun metal yapıların varlığı nedeniyle sadece bozucu etkiler ölçülebilmektedir. Bu nedenle manyetik yöntemin kullanılması başarısız olmuştur. Radar yöntemi kullanıldığında yer altında elektromanyetik sinyallerin yer altına nüfuz etmesini engelleyen etkenler olması sebebiyle bu yöntemden de bir sonuç elde edilememiştir. Bu nedenle elektrik yöntemin uygulanmasına karar verilmiştir fakat, zeminin bazalt taşlarından yapılmış olması akım geçmesinde problem olabileceği düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Bazalt zemine hilti yardımıyla elektrot çapına uygun olacak şekilde 15-20 cm derinliğinde delikler oluşturulmuştur. Bu deliklere elektrotlar çakılarak akımın geçip geçmediği denenmiştir. Akımın geçtiği görüldükten sonra elektrik ölçülerin alınabilmesi için profiller oluşturulmuştur. Kontak dirençlerini giderebilmek için tuzlu su kullanılmıştır. Daha

önce G. N. Tsokas ve diğ. tarafından Atina'da bulunan Kapnikarea Kilisesinde benzeri bir çalışma yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada, bazalt zemin üzerine elektrotların yerleştirilmesinin zorluğu nedeniyle düz taban (flat base) olarak adlandırılan elektrotlar kullanılmış ve bunlar zemine iletken bir jelle monte edilmiştir [85]. Elektrik yöntemin bazalt zemin üzerinde uygulanması ve ölçü sonuçlarının başarılı olması bu çalışmayı önemli kılmaktadır.



Şekil 7.1. Elektrik ölçü bölgeleri ve profilleri

Elektrik ölçümlerin uygulanması amacıyla cami;

- a) Ana Kapı Avlu İçi
- b) Ana Kapı Girişi Dışı
- c) Batı Kapısı Sütun Kenarı
- d) Ana Kapı Şadırvan Arası
- e) Ulu Cami Arkası
- f) Şafiler Sütun Kenarı
- g) Zinciriye

olmak üzere 7 bölgeye ayrılarak ölçü alanı ve profiller gösterilmiştir (Şekil 7.1). Elektrik ölçüler ARES GF çok kanallı rezistivite cihazı ile yapılmıştır. Yanal süreksizliğin belirlenmesinde wenner elektrot dizilimi oldukça başarılı olduğu için yöntemin uygulanmasında bu dizilim sistemi seçilmiştir. Ölçü alanlarının boyutlarına ve şekillerine göre profil sayıları ve boyları farklı alınmıştır.

Ana kapı avlu içi alanında 3 profil, ana kapı giriş dışında 1 profil, batı kapısı sütun kenarında 5 profil, ana kapı şadırvan arasında 1 profil, Ulu Cami arkasında 6 profil, Şafiler sütun kenarında 1 profil ve Zinciriye bölgesinde 2 profil olmak üzere toplam 19 profil oluşturulmuştur (Şekil 7.1). Profil ve elektrot aralıkları amaca uygun olarak 1 m seçilmiştir.

Bu çalışmada arazide elde edilen elektrik verilerin değerlendirilmesinde ters çözüm teknikleri kullanılmıştır. Ters çözüm yönteminden elde edilen elektrik öz direnç verileri RESDIN2V ve RESDIN3V programları kullanılarak iki boyutlu yatay ve düşey kesitler haline dönüştürülmüştür. RES3DIN3V programından elde edilen veriler, RockWorks programı yardımı ile üç boyutlu görüntü haline dönüştürülmüştür. Bu kesitler ve görüntülerden elde edilen verilere göre arazi hakkında yorum yapılmıştır.

7.1. Ana Kapı Avlu İçi Bölgesi

Ulu Cami ana kapı girişine dik doğrultuda kuzey-güney yönünde sıralanan Bizans dönemine ait sütunlar yer almaktadır. Bu sütunların etrafındaki alanın temel yapı derinliklerini bulabilmek ve yeraltında gömülü bir arkeolojik yapı olup olmadığını araştırmak amacıyla elektrot ve profil aralığı 1'er metre olacak şekilde kuzey-güney doğrultulu 3 profil oluşturulmuştur (Foto 7.2), (Şekil 7.1). Dizilim sistemi olarak wenner kullanılmıştır. Bu alanda cami avlusunun boyu 28 metre olduğu için kuzey-güney doğrultulu 1 profilde 28, 3 profilde ise toplam 84 ölçü noktası oluşturulabilmiştir.

Oluşturulan bu profillerden elde edilen veriler RESDIN2V ve RESDIN3V programlarında değerlendirilmiştir. RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş

haritaları Şekil 7.2’de, RESDIN3V’den elde edilen düşey kesitler ise Şekil 7.3’de verilmiştir. RockWorks programı ile elde edilen üç boyutlu görüntüler ise Şekil 7.4’deki gibidir. Elde edilen düşey kesitler, haritalar ve üç boyutlu görüntülerin anlatım kolaylığının sağlaması amacıyla özdirenç değerleri birbirinden farklı olan alanlar A, B, C ve S gibi harflerle simgelenmiştir.

Şekil 7.2’de RESDIN3V programı ile oluşturulan üstten görünüş haritalarına bakıldığında x eksenini profil boyunu (27 m), y eksenini ise profil sayısını (3) göstermektedir. Haritalar sırasıyla 0-0.50 m, 0.50-1.08 m, 1.08-1.74 m, 1.74-2.50 m, 2.50-3.37 m, 3.37-4.38 m, 4.38-5.53 m derinliklerine aittir. Özdirenç değerleri min: 3.5 ohm.m, max: 2853.7 ohm.m arasında değişmektedir.

Ana kapı avlu içi alanına ait bütün üstten görünüşlerde ve düşey kesitlerde A alanı sığ derinlikteki jeolojik birimi temsil etmektedir. Bu alana ait özdirenç değerleri 77–2853.7 ohm.m arasındadır. Bu alan, 0-0.50 metre derinliği arasında y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 1-25. elektrotlar arasında 24 m uzunluğa sahiptir. Bu alan 0.50-1.08 m derinlikleri arasında ise iki parça halinde bulunmaktadır. Birinci alan y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 1-3. elektrotlar arasında 2 m uzunluğa sahiptir. İkinci alan y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 19-25. elektrotlar arasında 6 m uzunluğa sahiptir. A alanının derine inildikçe x eksenini boyunca kapladığı alanın azaldığı görülmektedir. Bu alan diğer derinliklerde izlenmemiştir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 24 m x 2 m x 1 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.2). RESDIN2V’den elde edilen düşey kesitlerde de A alanı aynı profil ve elektrot aralıklarında görülmektedir (Şekil 7.3).

B alanına ait özdirenç değerleri 77–2853.7 ohm.m arasındadır. Bu alanda y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 7–14. elektrotlar arasında 7 m uzunluğa sahiptir. Bu alan, 1.08–4.38 metre derinlikleri arasında izlenmiş olup, yaklaşık 4 metre yüksekliktedir. B alanının özdirenç değeri 3.37-4.38 metre derinlikte 20 ohm. m’ye kadar düşmüştür (Şekil 7.2). RESDIN2V’den elde edilen düşey kesitlerde de, B alanı aynı profil ve elektrot aralıklarında görülmektedir (Şekil 7.3). Üst yüzey derinliği 1.08 m olan bu oluşum 7 m x 2 m x 4 m boyutlarına sahip olup geometrik bir şekle sahiptir.

C alanına ait öz direnç değerleri 35–58 ohm.m arasındadır. Bu alan 0.5-1.08 metre derinliği arasında y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 10–18. elektrotlar arasında 8 m uzunluğa sahiptir. 1.08–1.74 ve 1.74-2.50 m derinlikleri arasında y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 14–17. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. 2.50-3.37 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 14–15. elektrotlar arasında 1 m uzunluğa sahiptir. B alanının derine inildikçe x eksenini boyunca kapladığı alanın azaldığı görülmektedir. Üst yüzey derinliği 0.5 metre olan bu alan, yaklaşık 3.6 m x 2 m x 2.29 m. boyutlarına sahiptir. C alanının B alanını ile geometrik olarak bir bütün olduğu Şekil 7.2’de görülmektedir. Sadece B alanın öz direnci C alanından daha yüksektir. RESDIN2V’den elde edilen düşey kesitlerde de B alanı aynı profil ve elektrot aralıklarında görülmektedir (Şekil 7.3).

S alanına ait öz direnç değerleri 3.5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan iki parça halinde görülmektedir. 1.08-4.38 metre derinlikleri arasında ilk parça y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 1–7. elektrotlar arasında 6 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.08 metre olan bu alan, yaklaşık 6 m x 2 m x 3.30 m. boyutlarına sahiptir. İkinci parça ise, y ekseninde 1–3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 17–24. elektrotlar arasında 7 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.08 metre olan bu alan, yaklaşık 7 m x 2 m x 3.30 m boyutlarına sahiptir. Bu iki parça toplam alanın büyük bir kısmını kaplamakta olup araya sadece B alanı girmektedir. S alanının da B alanı gibi geometrik bir şekle sahip olduğu görülmektedir (Şekil 7.2, Şekil 7.3). A ve B alanlarındaki öz direnç değerlerine göre S alanının öz direnç değerinin çok düşük olması (3.5 ohm.m) dikkat çekicidir. S olarak isimlendirilen alanın su ile kaplı olduğu düşünülmektedir.

Bu tanımlamayı yaptıktan sonra bir bütün olduğu düşünülen B ve C alanlarından C’nin öz direncinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir. RESDIN3V’den elde edilen üstten görünüş haritalarından 0.50-1.08 metre derinlikleri arasındaki y ekseninde 1–2. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 6–15. elektrotlar arasında 9 m uzunluğa sahip A ile B alanı arasında kalmış S alanının bir parçası görülmektedir. Üst yüzey derinliği 0.5 metre olan bu alan, yaklaşık 9 m x 1 m x 0.5 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.2). Bu alan RESDIN2V’den elde edilen 1. ve 2. profile ait düşey kesitlerde de görülmektedir

(Şekil 7.3). RockWorks ile elde edilen 3 boyutlu görüntüde de bu alan açıkça gözükmemektedir (Şekil 7.4).

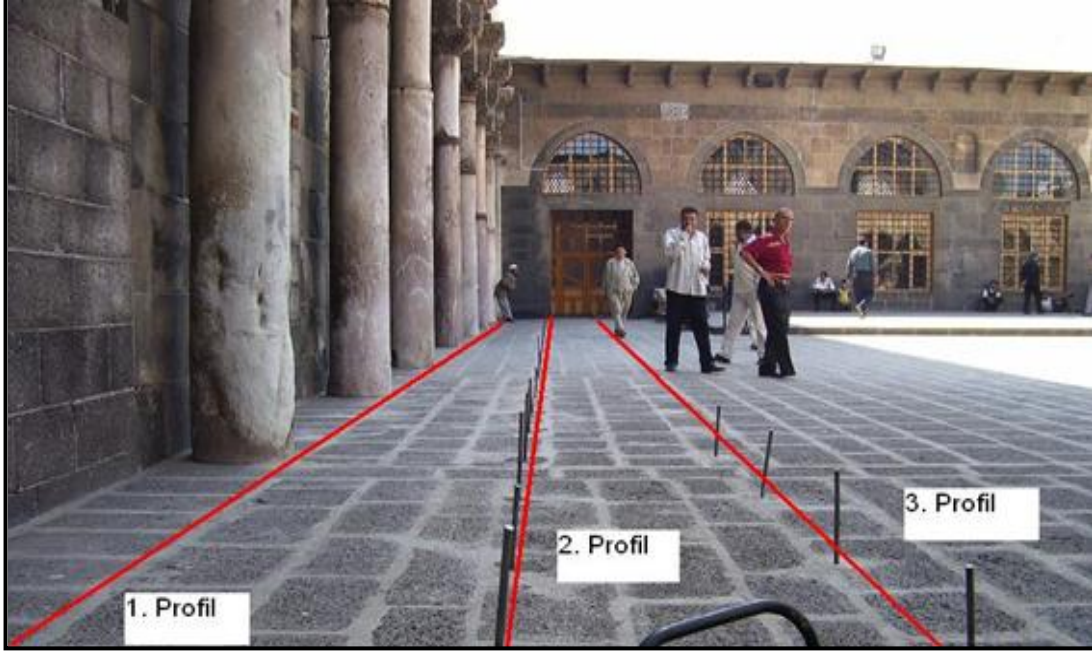
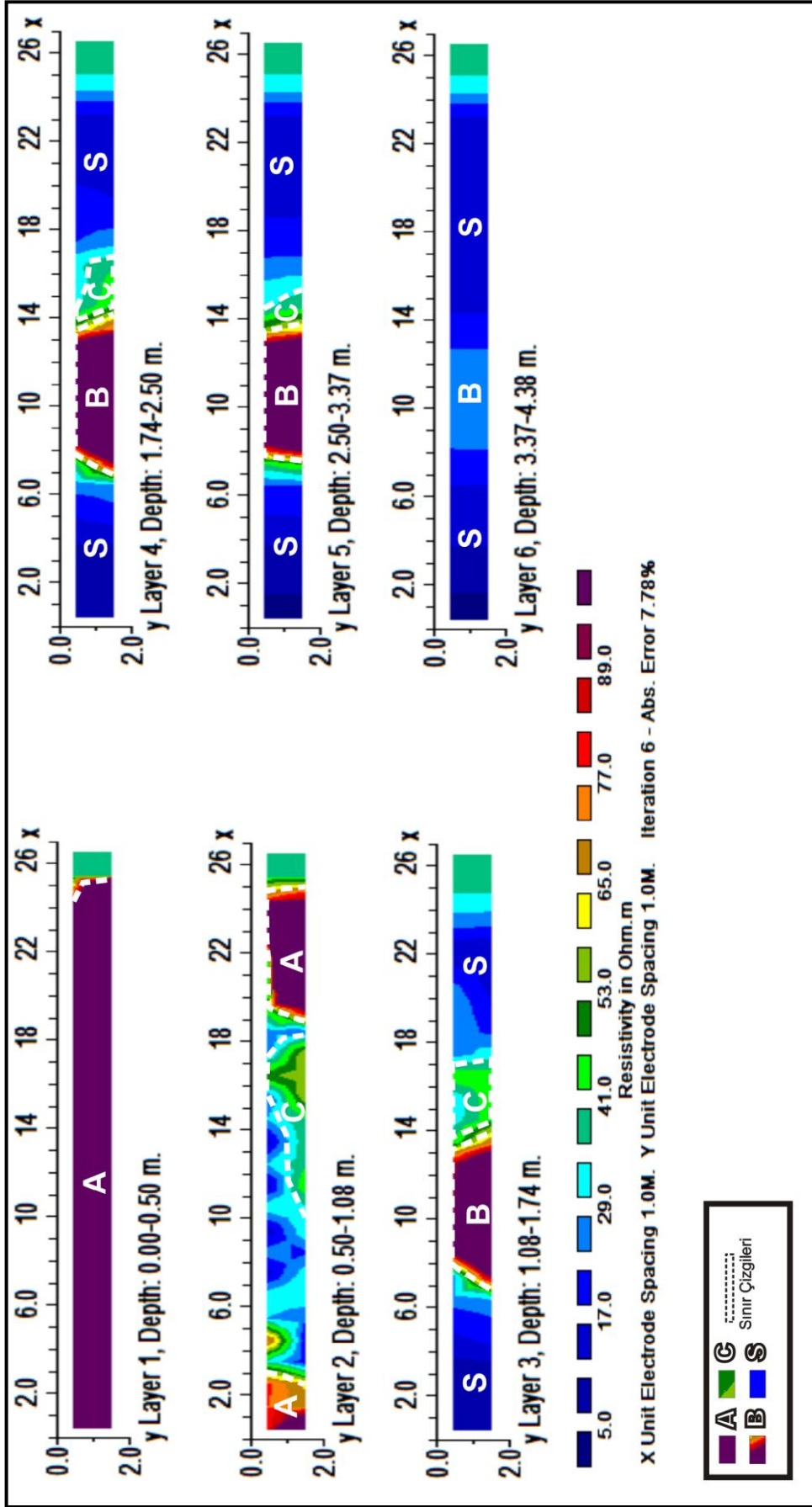
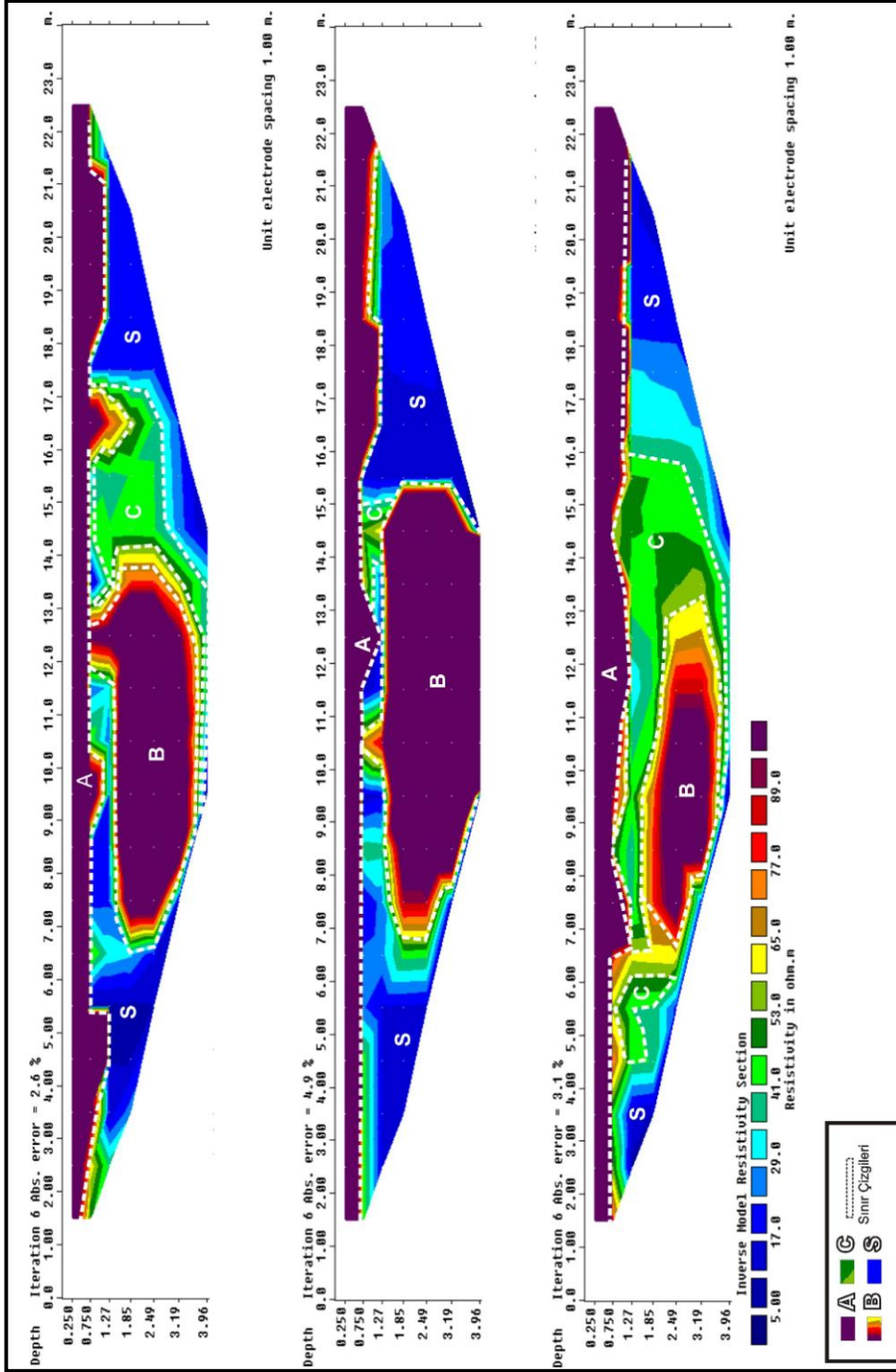


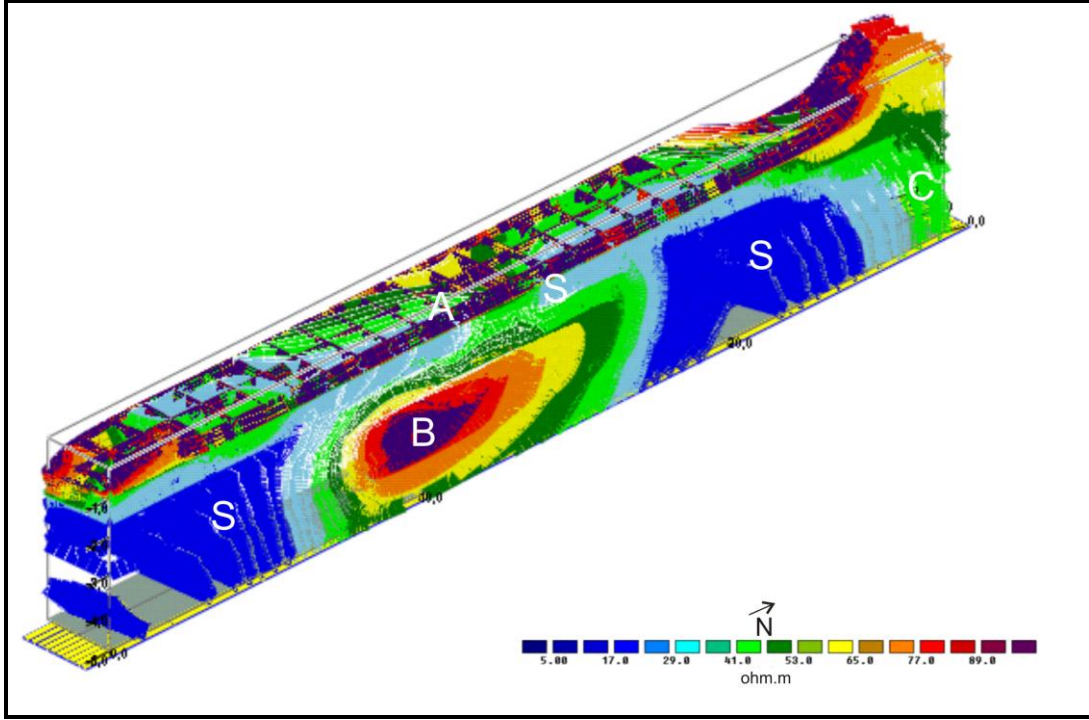
Foto7.2. Ana kapı avlu içi profilleri



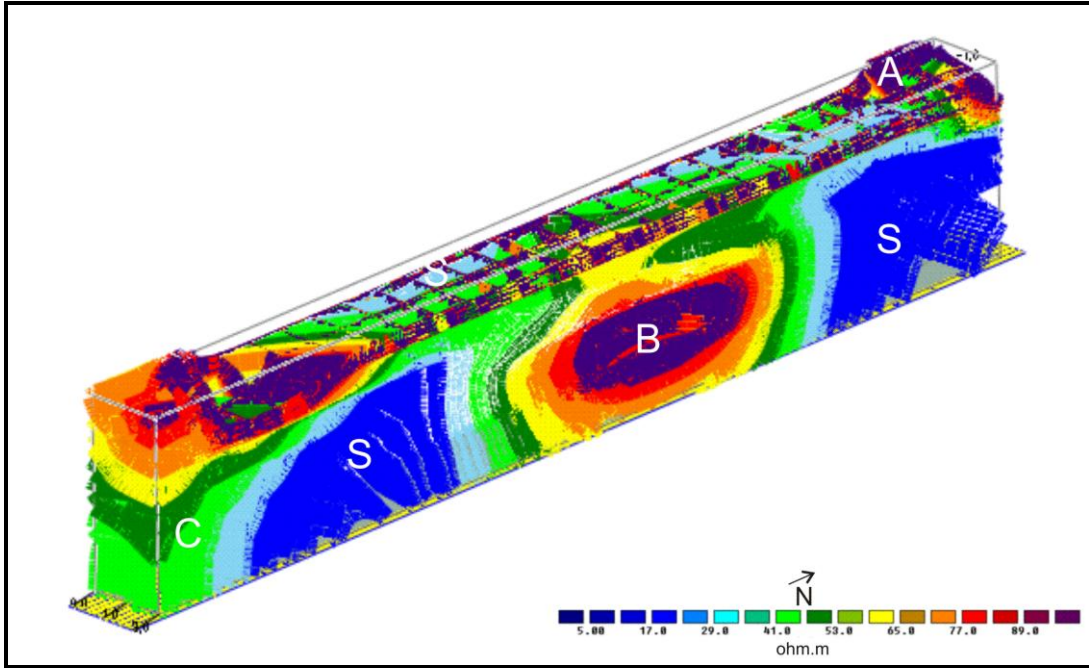
Şekil 7.2. Ana kapı girişi avlu içi bölgesi profilleri için RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları



Şekil 7.3. Ana kapı girişi avlu içi bölgesi profilleri için RESDIN2V' den elde edilen düşey kesitler



Şekil 7.4. Ana kapı girişi profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 1. profilden 3. profile doğru olan üç boyutlu görüntü



Şekil 7.5. Ana kapı girişi profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 3. profilden 1. profile doğru olan üç boyutlu görüntü

7.2. Ana Kapı Girişi Dışı Bölgesi

Ulu Cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitler yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığını göstermiştir. Ulu Cami dışında da bu alanların devam edip etmediğini görmek amacıyla ana kapı girişi dışında da elektrik ölçü alınma gerektiği düşünülmüştür. Ana kapı girişi dışındaki alan çok dar olduğu için elektrik ölçülerin alınması için bu alan sadece bir profil oluşturmamıza imkan sağlamıştır. Oluşturulan profil kuzey-güney doğrultuludur (Foto 7.3), (Şekil 7.1). Dizilim sistemi olarak wenner kullanılmıştır. Arazi şartlarından dolayı profil boyu 28 m alınabilmiştir.

Oluşturulan bu profilden elde edilen veriler RESDIN2V programında değerlendirilmiştir. RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit Şekil 7.6'daki gibidir. Bu düşey kesitte anlatım kolaylığı sağlaması amacıyla özdirenç değerleri birbirinden farklı olan alanlar A, H, I, J, K, L ve S harfleriyle simgelenmiştir.

Şekil 8.6'da RESDIN2V programı ile oluşturulan düşey kesite bakıldığında x eksenini profil boyunu (30 m), z eksenini ise derinliği (4.80 m) göstermektedir. Özdirenç değerleri min: 5 ohm.m, max: 148 ohm.m arasında değişmektedir.

Şekil 8.6'da RESDIN2V programı yardımı ile elde edilen düşey kesite baktığımızda A alanına ait özdirenç değerleri 70-148 ohm.m arasındadır. Bu alan, 14-28. elektrotlar arasında 14 metre uzunluğuna sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olup yaklaşık 14 m x 3 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.6).

H alanının özdirenç değerleri 40-148 ohm.m arasındadır. H alanı 1-5. elektrotlar arasında 4 metre uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 4 m x 1.80 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.6).

I alanının özdirenç değerleri 40-148 ohm.m arasındadır. Bu alan 6-11. elektrotlar arasında 5 metre uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olup 5 m x 2 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.6).

J alanının özdirenç değerleri H ve I alanından daha düşük, 40-58 ohm.m arasındadır. Bu alan 10-12. elektrotlar arasında 2 metre uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0

metre olup yaklaşık 5 m x 1.80 m boyutlarında kare şeklinde geometrik bir şekle sahiptir (Şekil 7.6).

K alanına ait özdirenç değerleri 5-35 ohm.m arasındadır. 5-6. elektrotlar arasında 1 metre uzunluğunda dikdörtgen bir şekle sahiptir. Üst yüzey derinliği 0.50 metre olan bu alan, yaklaşık 1 m x 2 m boyutlarına sahiptir. K alanında özdirenç değerinin diğer alanlara göre çok düşük olması suyun varlığına işaret etmektedir (Şekil 7.6).

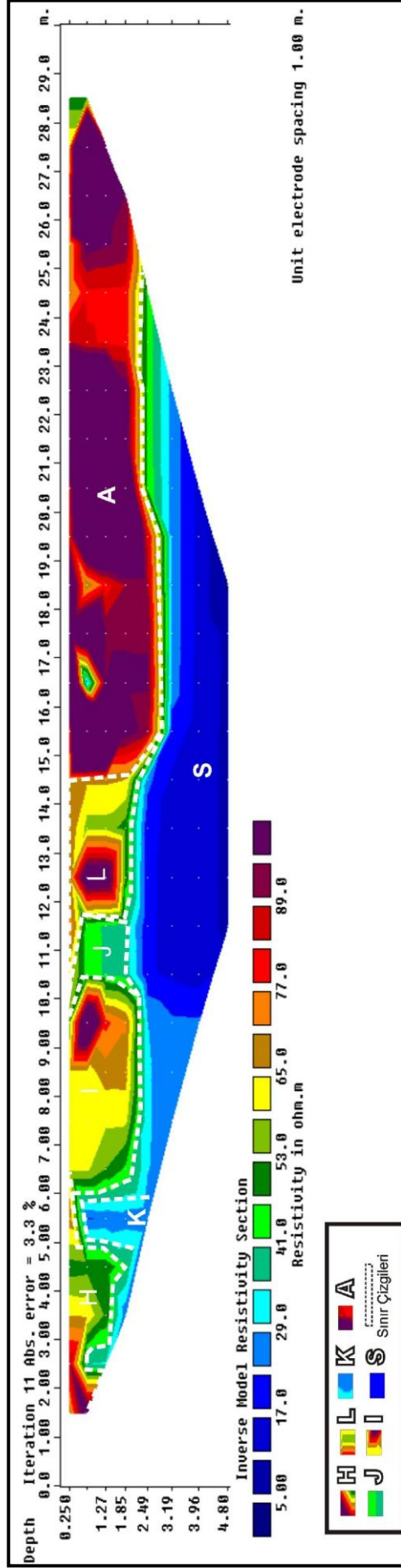
L alanına ait özdirenç değerleri 70-148 ohm.m arasındadır. 12-14. elektrotlar arasında 2 metre uzunluğunda kare bir şekle sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan, yaklaşık 2 m x 2 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.6).

S alanına ait özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan 2-23. elektrotlar arasında 21 metre uzunluğuna sahiptir. Üst yüzey derinliği 2.5 metre olan bu alan, yaklaşık 21 m x 2.31 m boyutlarına sahiptir. Özdirenç değerlerinin çok düşük olması bu alanın su ile kaplı olduğunu düşündürmektedir (Şekil 7.6).

Bu tanımlamayı yaptıktan sonra A, H, I, J ve L alanları bir bütündür. A alanına göre H, I ve L alanlarının özdirenç değerlerinin düşük olması gözeneklerinin suya doygun olduğunu göstermektedir. J alanının özdirenç değeri ise, H, I ve L alanlarına göre daha düşüktür. Buda diğer üç alana göre J alanının gözeneklerinin suya daha da doygun olduğunu göstermektedir (Şekil 7.6)



Foto 7.3. Ana kapı girişi dışı profili



Şekil 7.6. Ana kapı girişi dışı bölgesi profili için RES2DINV'den elde edilen düşey kesit

7.3. Batı Kapısı Sütun Kenarı Bölgesi

Batı kapısı sütun kenarı dik doğrultuda kuzey-güney yönünde sıralanan Bizans dönemine ait sütunlar yer almaktadır. Bu sütunların etrafındaki alanın temel yapı derinliklerini bulabilmek ve yeraltında gömülü bir arkeolojik yapı olup olmadığını araştırmak amacıyla 5 profil oluşturulmuştur. Elektrot ve profil aralıkları 1'er metre olarak seçilmiştir. İnceleme alanına bağlı olarak profiller kuzey-güney doğrultuludur. Sütunların etrafındaki yapıları tespit edebilmek amacıyla 1. profil sütunların arkasında, diğer 4 profil ise sütunların önüne gelecek şekilde ölçü alanı belirlenmiştir (Foto 7.4), (Şekil 7.1). Profil uzunluğu cami avlusunun boyuna bağlı olarak 24 metre alınmış ve 5 profilde toplam 120 ölçü noktası oluşturulabilmiştir. Dizilim sistemi olarak wenner kullanılmıştır.

Oluşturulan bu profillerden elde edilen veriler RESDIN2V ve RESDIN3V programlarında değerlendirilmiştir. RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları Şekil 7.7'de, RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler ise Şekil 7.8'de, verilmiştir. RockWorks programı ile elde edilen üç boyutlu görüntüler ise Şekil 7.9'daki gibidir. Elde edilen düşey kesitler, haritalar ve üç boyutlu görüntülerde anlatım kolaylığı sağlaması amacıyla özdirenç değerleri birbirinden farklı olan alanlar A, E, F, G, M ve S harfleriyle simgelenmiştir.

Şekil 7.7'de RESDIN3V programı ile oluşturulan üstten görünüş haritalarına bakıldığında x eksenini profil boyunu (28 m), y eksenini ise profil sayısını (5) göstermektedir. Haritalar sırasıyla 0-0.50 m, 0.50-1.08 m, 1.08-1.74 m, 1.74-2.50 m, 2.50-3.37 m, 3.37-4.38 m, 4.38-5.53 m derinliklerine aittir. Özdirenç değerleri min: 5 ohm.m, max: 8461 ohm.m arasında değişmektedir.

Batı kapı sütun kenarı alanına ait bütün üstten görünüşlerde ve düşey kesitlerde A alanı sığ derinlikteki jeolojik birimi temsil etmektedir. Bu alana ait özdirenç değerleri 77-8461 ohm.m arasındadır. Bu alan, 0-0.50 metre derinliği arasında y ekseninde 1-5. profilleri arasında 4 m, x ekseninde 1-28. elektrotlar arasında 27 m uzunluğa sahiptir. 0.50-1.08 m ve 1.08-1.74 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 1-27 elektrotlar arasında 26 m uzunluğa sahiptir. A alanının derine inildikçe x eksenini boyunca kapladığı alanın azaldığı görülmektedir.

A alanı diğer derinliklerde izlenmemiştir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 27 m x 3 m x 1.74 m boyutlarına sahiptir. Diğer bölgedeki A alanlarına göre bu bölgedeki A alanının öz direncinin çok yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 7.7). RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitlerde de A alanı aynı profil ve elektrot aralıklarında görülmektedir (Şekil 7.8).

B alanına ait öz direnç değerleri 41-65 ohm.m arasındadır. Bu alanda y ekseninde 2-5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 25-28. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. Bu alan, 0-1.74 metre derinlikleri arasında izlenmiş olup, yaklaşık 1.74 metre yüksekliktedir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu oluşum 3 m x 3 m x 1,74 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.7). Bu alanın A alanının devamı olduğu düşünülmektedir. A alanına göre düşük öz dirence sahip olmasının nedeninin gözeneklerinin suya doymun olduğu düşüncesidir.

S alanına ait öz direnç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan 1.74-2.5 metre derinlikleri arasında beş parça halindedir. Birinci parça y ekseninde 2-5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 1-5. elektrotlar arasında 4 m uzunluğuna, ikinci parça y ekseninde 2-5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 7-15. elektrotlar arasında 8 m uzunluğuna, üçüncü parça y ekseninde 1-2. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 2-14. elektrotlar arasında 12 m uzunluğuna, dördüncü parça y ekseninde 2-5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 15-23. elektrotlar arasında 8 m uzunluğuna ve beşinci parça y ekseninde 3-5. profiller arasında 2 m, 18-23. elektrotlar arasında 5 m uzunluğuna sahiptir. 2.50-4.38 metre derinlikleri arasında da gözlenen S alanı y ekseninde 1-5. profilleri arasında 4 m, x ekseninde 3-28. elektrotlar arasında 25 m uzunluğuna sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.08-4.38 m arasında olan bu alan yaklaşık 18 m x 4 m x 3.30 m boyutlarına sahip olup geniş bir alan kaplamaktadır. (Şekil 7.7). Öz direnç değerlerinin çok düşük olması bu alanın su ile kaplı olduğunu düşündürmektedir (Şekil 7.7). S alanının 1.74-2.5 metre derinlikleri arasında beş parça halinde görülmesinin sebebi G, E ve F alanlarının arasına yayılmış olmasından kaynaklanmaktadır.

K alanına ait öz direnç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan, 0.5-1.08 metre derinliği arasında y ekseninde 2-5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 1-21.

elektrotlar arasında 20 m uzunluğa sahiptir. 1.08-1.74 metre derinliği arasında y ekseninde 2–5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 1–23. elektrotlar arasında 22 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0.75 metre olan bu geometrik alan yaklaşık 21 m x 3 m x 1 m boyutlarına sahiptir. (Şekil 7.7). RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitlerde de K alanı aynı profil ve elektrot aralıklarında görülmektedir (Şekil 7.8). K alanında özdirenç değerinin diğer alanlara göre çok düşük olması suyun varlığına işaret etmektedir.

G alanına ait özdirenç değerleri 35-58 ohm.m arasındadır. 1.74-2.50 metre derinlikleri arasında G alanı y ekseninde 2–5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 1–12. elektrotlar arasında 11 metre uzunluğuna sahip olup yaklaşık 11 m x 3 m x 2.12 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.7).

E alanına ait özdirenç değerleri 35-77 ohm.m arasındadır. 1.74-2.50 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-5 profiller arasında 4 m, x ekseninde 11-18. elektrotlar arasında 7 metre uzunluğuna sahiptir. Bu alanın üst yüzey derinliği 1.74 metre olup yaklaşık 7 m x 4 m x 2.12 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.7).

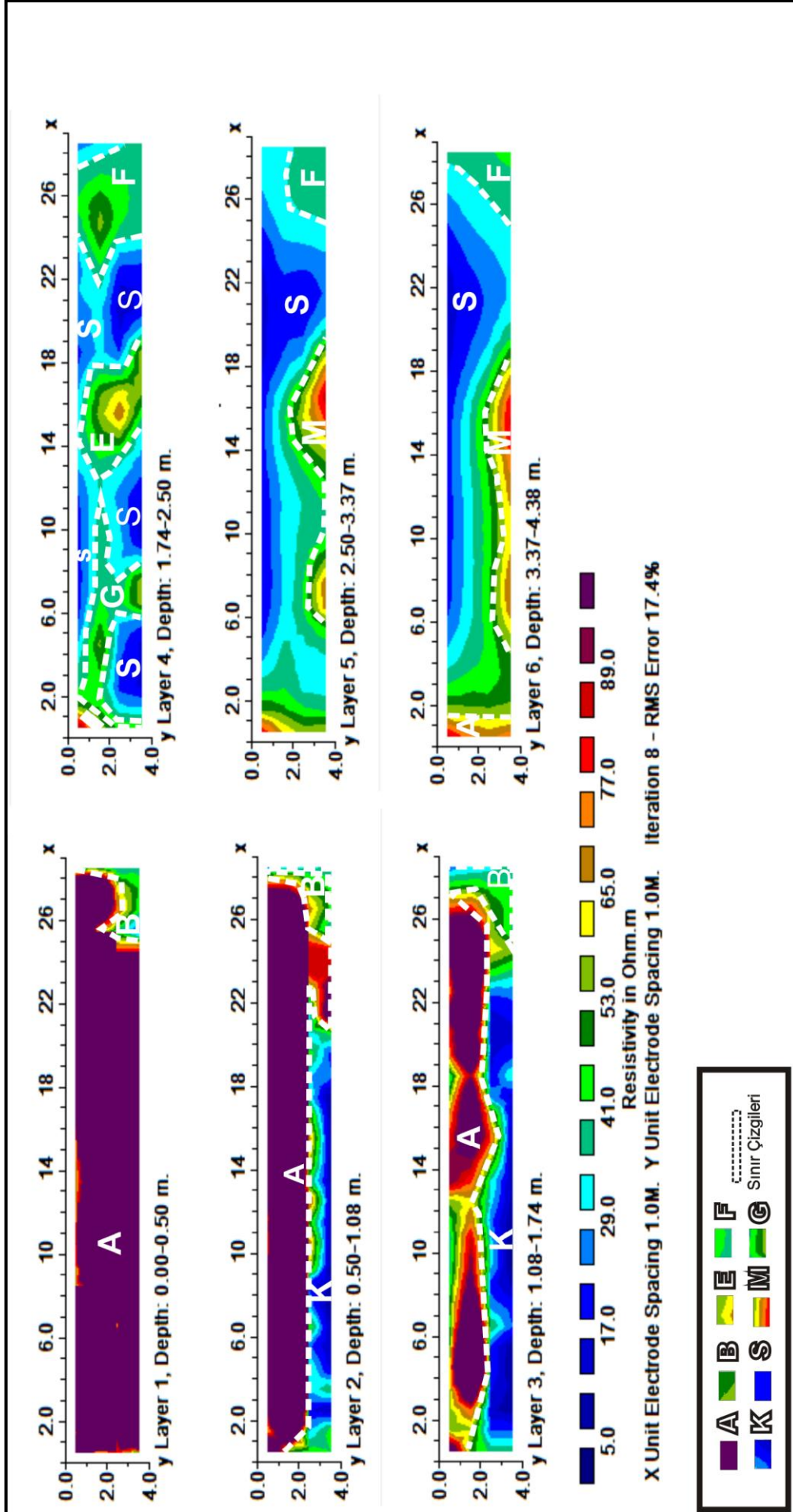
F alanına ait özdirenç değerleri 35-58 ohm.m arasındadır. 1.74-2.50 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-5 profiller arasında 4 m, x ekseninde 21-27. elektrotlar arasında 6 m uzunluğuna sahiptir. 2.50-4.38 metre derinlikleri arasında da bu alan gözlenmiştir. 2.50-3.37 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3–5. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 24–28. elektrotlar arasında 4 m uzunluğuna, 3.37-4.38 metre derinlikleri arasında ise y ekseninde 1–5. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 24–28. elektrotlar arasında 4 m uzunluğuna sahiptir. Bu alanın üst yüzey derinliği 1.74 metre olup yaklaşık 5 m x 4 m x 1.8 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.7).

M alanına ait özdirenç değerleri 58-83 ohm.m arasındadır. 2.50-4.38 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3–5. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 4-19. elektrotlar arasında 15 m uzunluğuna sahiptir. Bu alan, 2.5–4.38 metre derinlikleri arasında izlenmiş olup, yaklaşık 1.88 metre yüksekliktedir. Üst yüzey derinliği 2.50 m olan bu oluşum 15 m x 2 m x 1 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.7).

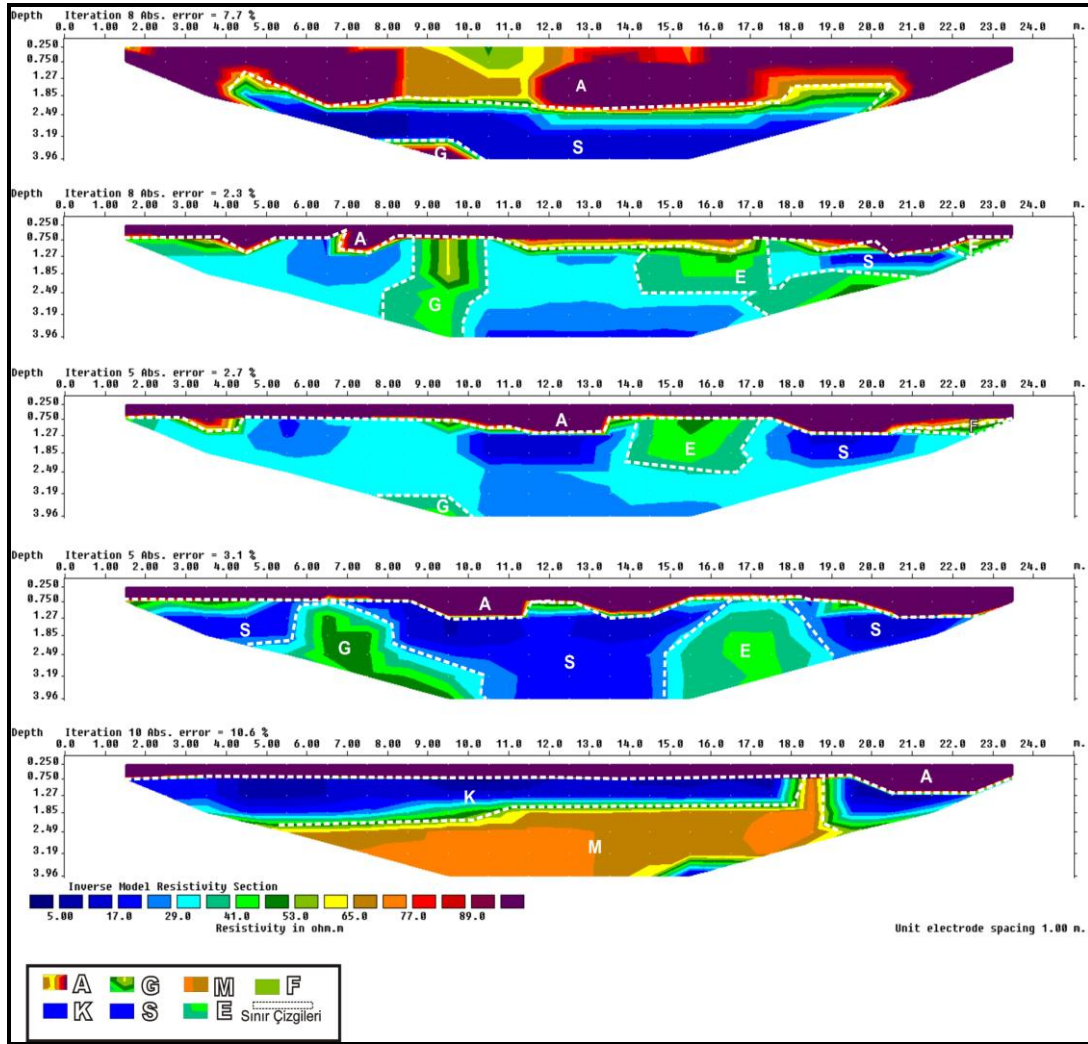
1.74-2.50 metre derinlikleri arasında G ve E olarak isimlendirilen alanlar 2.50-3.37 metre derinlikleri arasındaki M alanının üst kısmını oluşturduğu düşünülmektedir.



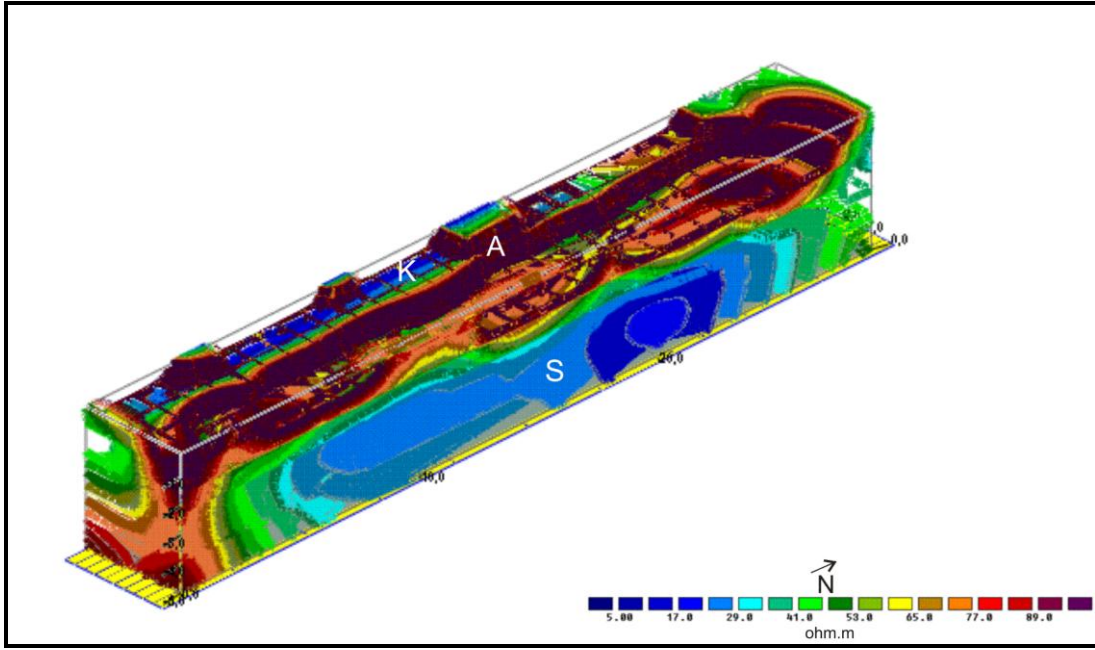
Foto 7.4. Batı kapısı sütun profilleri



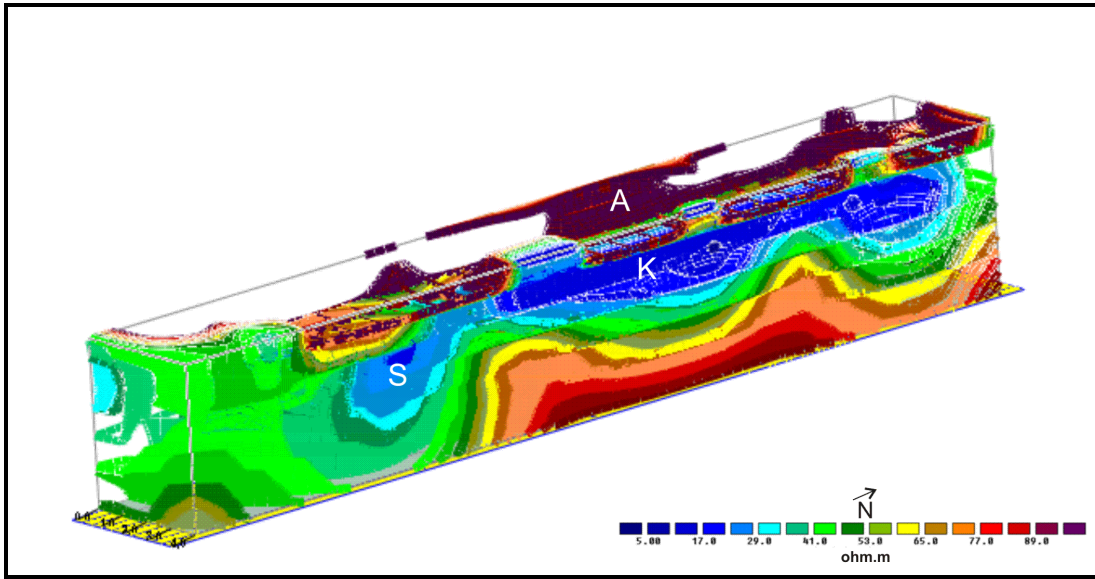
Şekil 7.7. Batı kapısı sütun kenarı bölgesi profilleri için RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları



Şekil 7.8. Batı kapısı sütun kenarı bölgesi profilleri için RES2DINV'den elde edilen düşey kesitler



Şekil 7.9. Batı kapı sütun kenarı profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 1. profilden 5. profile doğru olan üç boyutlu görüntü



Şekil 7.10. Batı kapı sütun kenarı profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 5. profilden 1. profile doğru olan üç boyutlu görüntü

7.4. Ana Kapı Şadırvan Arası Bölgesi

Ulu cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitler yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığını göstermiştir. Ana kapı şadırvan arasında da bu alanların devam edip etmediğini görmek amacıyla ana kapı şadırvanda elektrik ölçü alınması gerektiği düşünülmüştür. Bu alanın doğu kısmı çok dar olduğundan elektrik ölçülerin alınması için sadece bir profil oluşturmamıza imkan sağlamıştır. Oluşturulan bu profil doğu-batı doğrultuludur. (Foto 7.5), (Şekil 7.1). Dizilim sistemi olarak wenner kullanılmıştır. Arazi şartlarından dolayı (cami avlusunun sit alanı olmasından kaynaklanan sebeplerle) profil boyu 30 metre alınabilmiştir.

Oluşturulan bu profilden elde edilen veriler RESDIN2V programında değerlendirilmiştir. RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit Şekil 8.11'deki gibidir. Bu düşey kesitte anlatım kolaylığı sağlaması amacıyla özdirenç değerleri birbirinden farklı olan alanlar A, B, C ve S harfleriyle simgelenmiştir.

Şekil 7.11'de RESDIN2V programı ile oluşturulan düşey kesite bakıldığında x eksenini profil boyunu (30 m), z eksenini ise derinliği (4.80) göstermektedir. Özdirenç değerleri min: 5 ohm.m, max: 610 ohm.m arasında değişmektedir.

Şekil 7.11'de RESDIN2V programı yardımı ile elde edilen düşey kesite bakıldığında A alanına ait özdirenç değerleri 70-610 ohm.m arasındadır. 4-28. elektrotlar arasında 24 metre uzunluğuna sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 24 m x 1.25 m boyutlarına sahiptir.

B alanının özdirenç değerleri 58-610 ohm.m arasındadır. Bu alan 12-19. elektrotlar arasında olup 7 metre uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği yaklaşık 1.56 metre olan bu alan yaklaşık 1.56 m x 3.24 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.11).

C alanının özdirenç değerleri 29-58 ohm.m arasındadır. 7-12. elektrotlar arasında kalan bu alan, 5 metre uzunluğundadır. Üst yüzey derinliği 0.76 metre olan bu alan yaklaşık 0.76 m x 2.08 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.11).

S alanının öz direnç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan iki parça halinde görülmektedir. Birinci parça 4-15. elektrotlar arasında 11 metre uzunluğuna sahipken, ikinci parça 15-28. elektrotlar arasında 13 metre uzunluğuna sahiptir. Her iki parçanın da üst yüzey derinliği 0.76 metre olup yaklaşık 0.76 m x 4.04 boyutlarına sahiptirler. (Şekil 7.11). S alanının öz direnç değerinin çok düşük olması (5 ohm.m) dikkat çekicidir. S olarak isimlendirilen alanın su ile kaplı olduğu düşünülmektedir. Bu tanımlamayı yaptıktan sonra bir bütün olduğu düşünülen B ve C alanlarından C'nin öz direncinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir.

RES DIN2V'den elde edilen düşey kesite bakıldığında A, B ve C alanları arasında kalmış S alanının bir parçası görülmektedir. Üst yüzey derinliği 0.76 metre olan bu alan yaklaşık 13 m x 0.8 m boyutlarında olup geometrik bir şekle sahiptir. Öz direnci düşük olan bu alanın su kanalı olduğu düşünülmektedir.

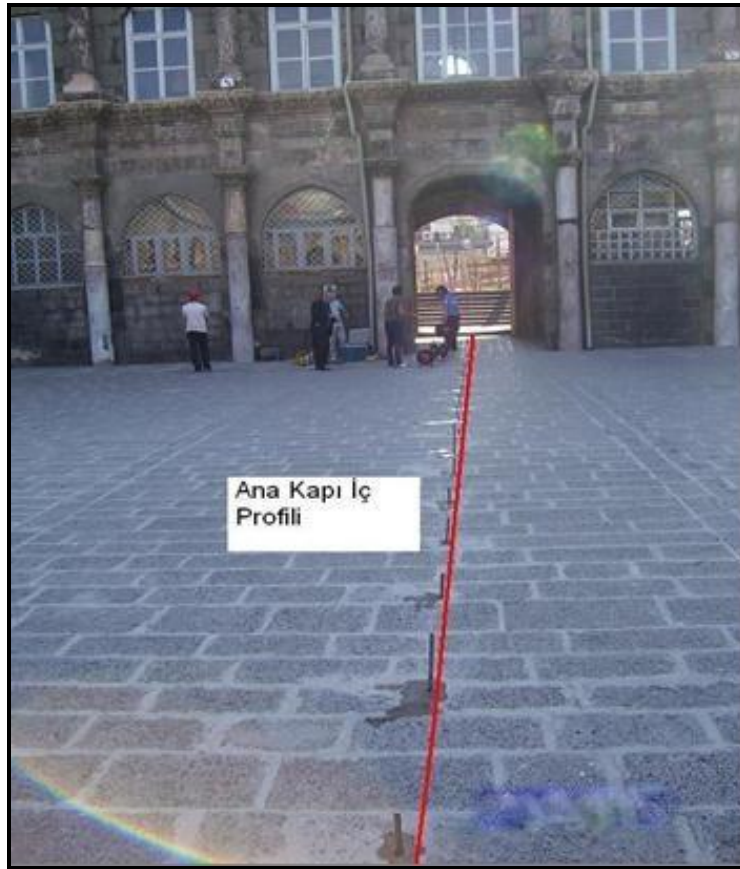
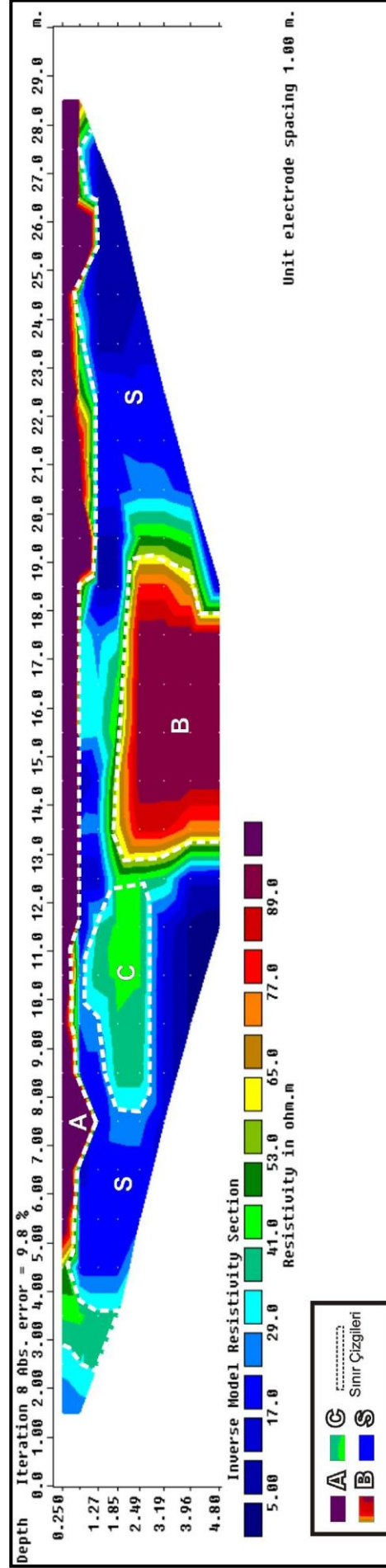


Foto 7.5. Ana kapı şadırvan arası profili



Şekil 7.11. Ana kapı şadırvan arası bölgesi profili için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit

7.5. Ulu Cami Arkası Bölgesi

Ulu Cami arkası bölgesi batı kapısının bulunduğu cami duvarına paralel ve caminin arkasında bulunmaktadır. Ulu cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitler yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığını göstermiştir. Ulu cami arkasında da bu alanların devam edip etmediğini görmek amacıyla elektrik ölçü alınmasının gerektiği düşünülmüştür. Bu amaca yönelik olarak kuzey-güney doğrultulu 6 profil oluşturulmuştur (Foto 7.6), (Şekil 7.1). Bu alanın boyu 22 metre olduğu için her profilde 1 metre aralıklarla 22, tüm alanda ise toplam 132 ölçü noktası oluşturulmuştur.

Oluşturulan bu profillerden elde edilen veriler RESDIN2V ve RESDIN3V programlarında değerlendirilmiştir. RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları Şekil 7.12'de, RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler ise Şekil 7.13'de verilmiştir. RockWorks programı ile elde edilen üç boyutlu görüntüler ise Şekil 7.14'deki gibidir. Elde edilen düşey kesitler, haritalar ve üç boyutlu görüntülerde anlatım kolaylığı sağlaması amacıyla öz direnç değerleri birbirinden farklı olan alanlar A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M ve S harfleriyle simgelenmiştir.

Şekil 7.12'de RESDIN3V programı ile oluşturulan üstten görünüş haritalarına bakıldığında x eksenini profil boyunu (22 m), y eksenini ise profil sayısını (6) göstermektedir. Haritalar sırasıyla 0-0.50 m, 0.50-1.08 m, 1.08-1.74 m, 1.74-2.50 m, 2.50-3.37 m, 3.37-4.38 m, 4.38-5.53 m derinliklerine aittir. Öz direnç değerleri min: 2.7 ohm.m, max: 7924 ohm.m arasında değişmektedir.

A alanına ait öz direnç değerleri 58-7924 ohm.m arasındadır. 0-0.5 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-2. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 1-2. elektrotlar arasında 1 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 1 m x 1 m x 0.5 m. boyutlarına sahiptir. Bu alan diğer derinliklerde gözlenmemiştir (Şekil 7.12).

B alanının 0-0.5 metre derinlikleri arasında öz direnç değerleri 65-101 ohm.m arasındadır. Bu derinlikler arasında y ekseninde 3-6. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 1-3. elektrotlar arasında 2 m uzunluğa sahiptir. 0.5-1.08 metre derinlikleri

arasında da gözlenen B alanın öz direnç değerleri 35-47 ohm.m arasındadır. Bu derinlikler arasında y ekseninde 2-6. profilleri arasında 4 m, x ekseninde 1-2. elektrotlar arasında 1 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0.5 metre olan bu alan yaklaşık 2 m x 3 m x 0.58 m. boyutlarına sahiptir. Diğer derinliklerde B alanı izlenmemiştir (Şekil 7.12).

C alanının öz direnç değerleri 29-58 ohm.m arasındadır. Bu alan 0.50-4.38 metre derinlikleri arasında parçalar halinde diğer alanların etrafında görülmektedir (Şekil 7.12).

D alanının öz direnç değerleri 58-7924 ohm.m arasındadır. Bu alan 0-0.50 metre derinlikleri arasında y ekseninde 4-6. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 4-6. elektrotlar arasında 2 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 2 m x 2 m x 0.50 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

E alanının öz direnç değerleri 58-7924 ohm.m arasındadır. Bu alan 0-0.50 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-2. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 6-12. elektrotlar arasında 6 m uzunluğa sahiptir. 0.5-1.08 metre derinlikleri arasında da gözlenen E alanın öz direnç değerleri aynıdır. Bu derinliklerde y ekseninde 1-2. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 6-9. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 2 m x 3 m x 0.58 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

F alanının öz direnç değerleri 58-7924 ohm.m arasındadır. Bu alan 0.50-4.38 metre derinlikleri arasında gözlenmiştir. 0-1.74 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 13-22. elektrotlar arasında 9 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 9 m x 2 m x 1.74 m. boyutlarına sahiptir. 1.74-4.38 metre derinlikleri arasında daha geniş bir alana yayıldığı görülen F alanının öz direnç değerleri yine 58-7924 ohm.m arasındadır. 1.74-4.38 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 4-22. elektrotlar arasında 18 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.74 metre olan bu alan yaklaşık 18 m x 2 m x 2.64 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

G alanının öz direnç değerleri 58-7924 ohm.m arasındadır. Bu alan 0-1.08 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3-6. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 11-14.

elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 3 m x 3 m x 1.08 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

H alanının özdirenç değerleri 41-71 ohm.m arasındadır. Bu alan 0-0.5 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3-4. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 8-12. elektrotlar arasında 4 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 4 m x 1 m x 0.50 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

I alanının özdirenç değerleri 41-71 ohm.m arasındadır. Bu alan 0-0.5 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3-4. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 12-13. elektrotlar arasında 1 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 1 m x 1 m x 0.50 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

J alanının özdirenç değerleri 47-58 ohm.m arasındadır. Bu alan 0-1.74 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3-6. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 15-22. elektrotlar arasında 7 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 7 m x 3 m x 1.24 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

K alanının özdirenç değerleri 2.7-29 ohm. m arasındadır. Bu alan 0-0.50 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3-4. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 17-19. elektrotlar arasında 2 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 1 m x 2 m x 0.50 m. boyutlarına sahiptir. K alanı diğer derinliklerde gözükmemektedir. Özdirenci çok düşük olan bu alanın oluşmasının sebebinin 17-19. elektrotlar arasındaki kontak direncinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 7.12).

L alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm. m arasındadır. Bu alan 0-1.74 metre derinlikleri arasında gözlenmiştir ve bütün derinliklerde özdirenç değerleri aynıdır. 0-0.50 metre derinlikleri arasında y ekseninde 2-3. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 3-6. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. 0.50-1.08 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-3. profilleri arasında 2 m, x ekseninde 4-7. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. 1.08-1.74 metre derinlikleri arasında y ekseninde 1-2. profilleri arasında 1 m, x ekseninde 4-7. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 3 m x 1 m x 1.74 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

M alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m arasındadır. Bu alan 0.50-1.08 metre derinlikleri arasında y ekseninde 3–6. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 5–9. elektrotlar arasında 4 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 4 m x 3 m x 0.50 m. boyutlarına sahiptir (Şekil 7.12).

S alanının özdirenç değerleri 2.7-29 ohm. m arasındadır. Bu alan 0.50-4.38 metre derinlikleri arasında gözlenmiştir. 0.50-1.08 metre derinlikleri arasında iki parça halinde olan bu alanın birinci parçasının (kuzey ucundaki) y ekseninde 1-4. profilleri arasında 3 m, x ekseninde 2-9. elektrotlar arasında 7 m'dir. Üst yüzey derinliği 0.5 metre olan bu alan yaklaşık 7 m x 3 m x 0.50 m. boyutlarına sahiptir. İkinci parça ise, y ekseninde 3-4. profiller arasında 1 m, x ekseninde 11-16. elektrotlar arasında 5 m uzunluğundadır. Üst yüzey derinliği 0.5 metre olan bu alan yaklaşık 5 m x 1 m x 0.50 m. boyutlarına sahiptir. 1.08-1.74 metre derinlikleri arasında özdirenç değeri yine 2.7-29 ohm.m arasında olan bu alanın y ekseninde 1-6. profilleri arasında 5 m, x ekseninde 2-15. elektrotlar arasında 13 m uzunluğundadır. Üst yüzey derinliği 1.08 metre olan bu alan yaklaşık 13 m x 5 m x 0.66 m. boyutlarına sahiptir. 1-74-4.38 metre derinlikleri arasında özdirenç değeri yine 2.7-29 ohm.m arasında olan bu alanın y ekseninde 2-6. profilleri arasında 4 m, x ekseninde 2-16. elektrotlar arasında 15 m uzunluğundadır. Üst yüzey derinliği 1.74 metre olan bu alan yaklaşık 15 m x 4 m x 2.64 m. boyutlarına sahiptir. S alanı geometrik bir şekle sahiptir. 1-74-2.50 metre derinlikleri itibariyle dikdörtgen şeklindedir (Şekil 7.12). Ulu cami arkası bölgesi için RockWorks programından elde edilen üç boyutlu görüntü de bu geometrik alan açıkça görülmektedir (Şekil 7.14).

A, B, D, G, H, I, J, L ve M alanları yüzeye yakın olup temel örtü tabakasını oluşturmaktadır. Özdirenç değerlerinin farklı olması ise, jeolojik birimlerin farklı olması ve yer yer S alanı (su) ile temas etmesi nedeniyle gözeneklerinin su ile dolu olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

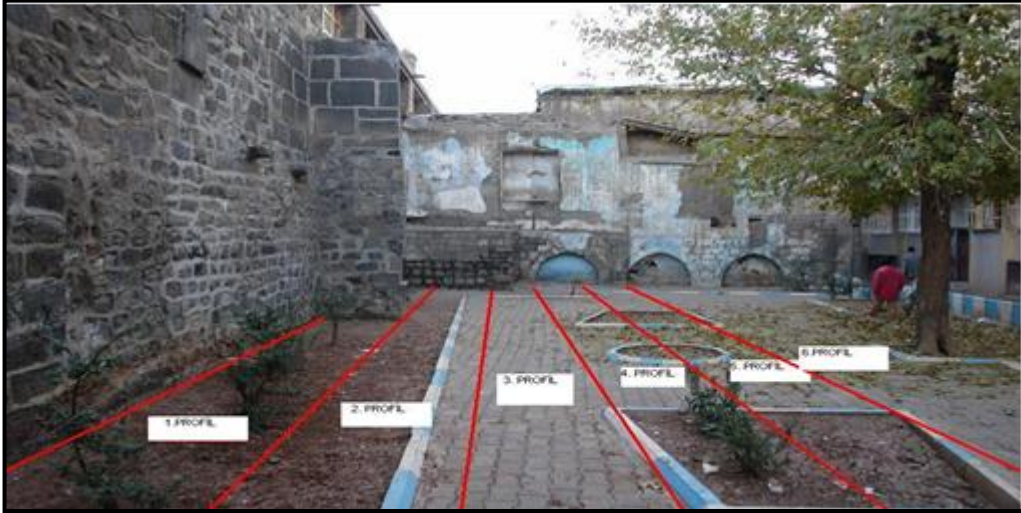
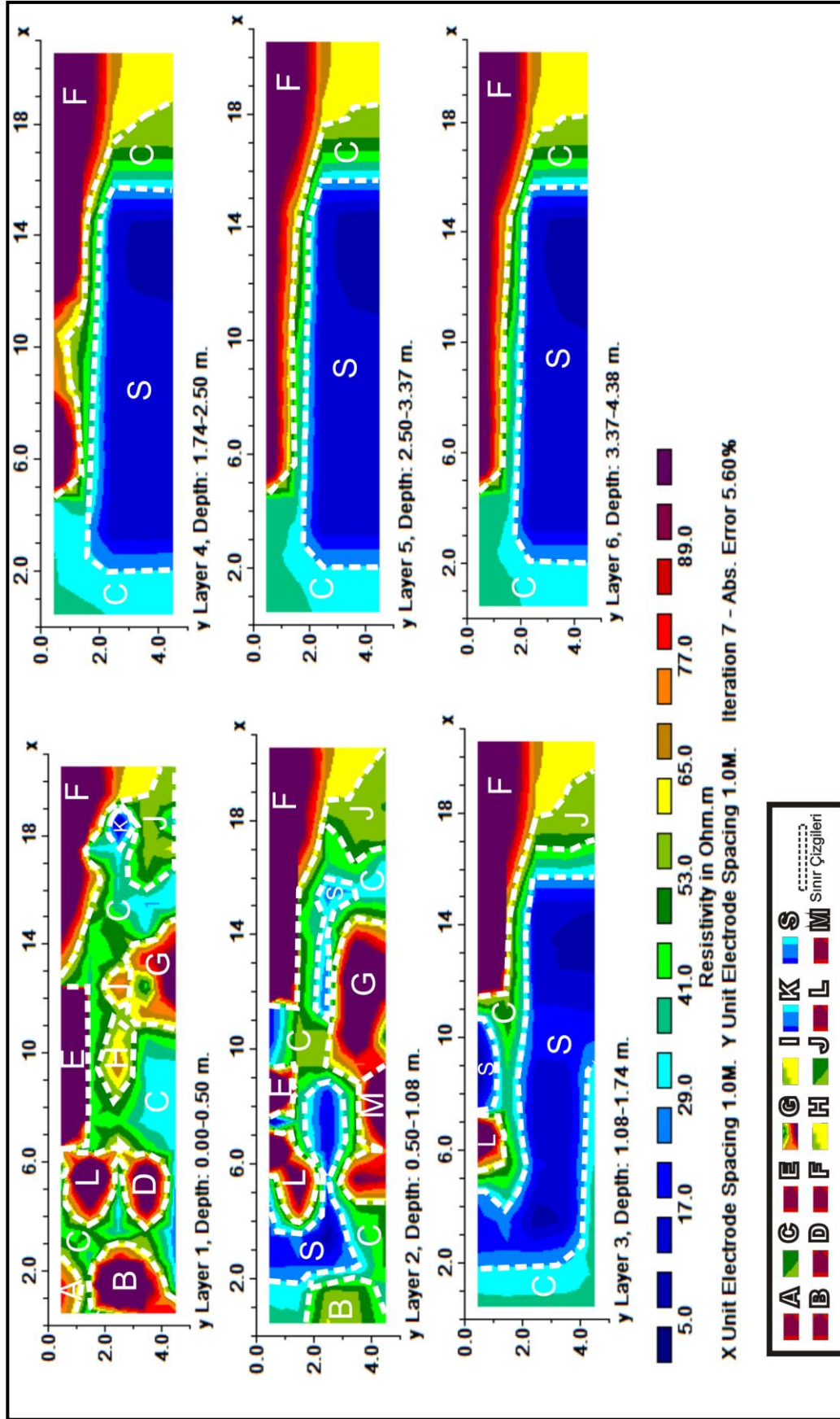
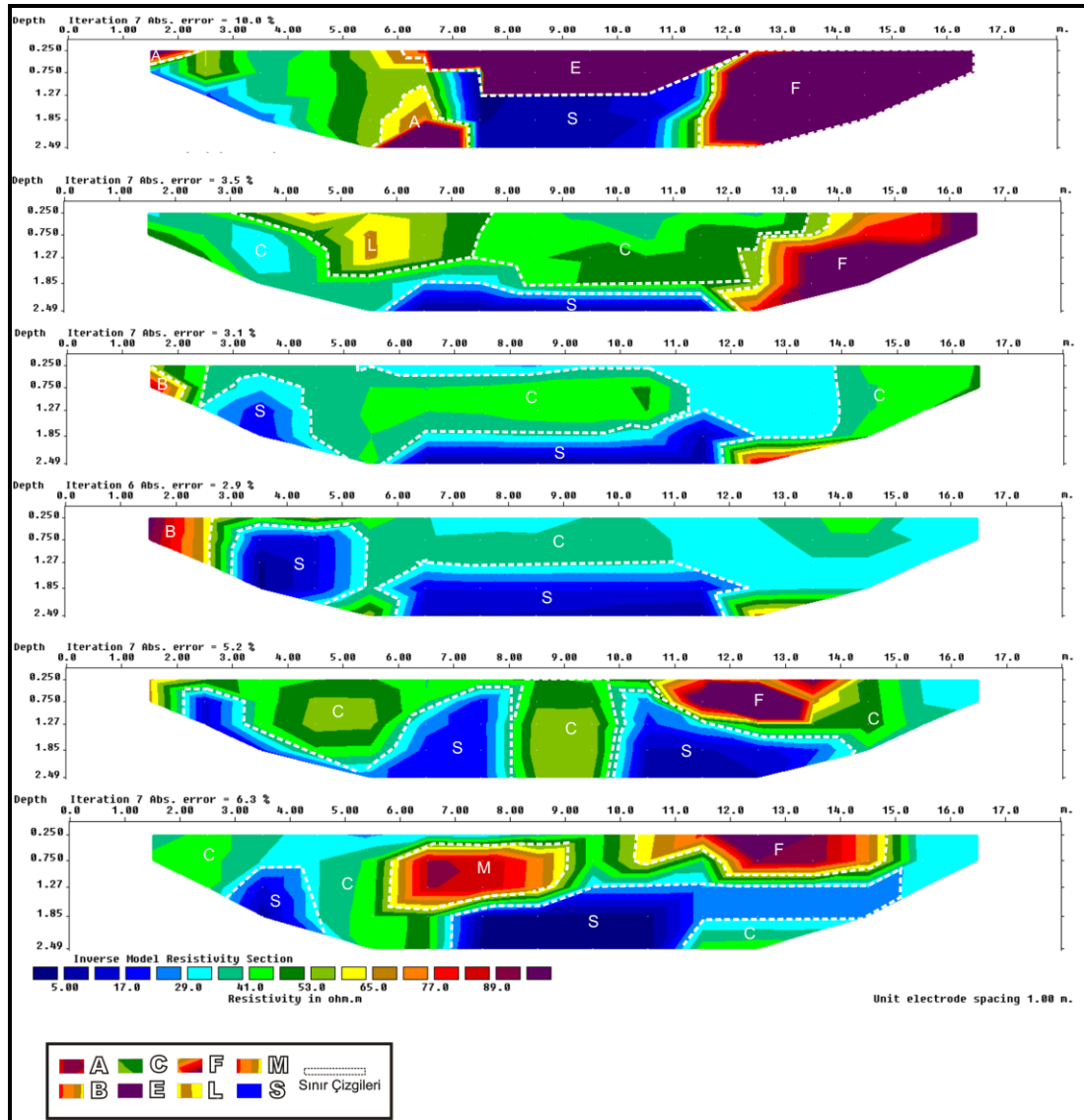


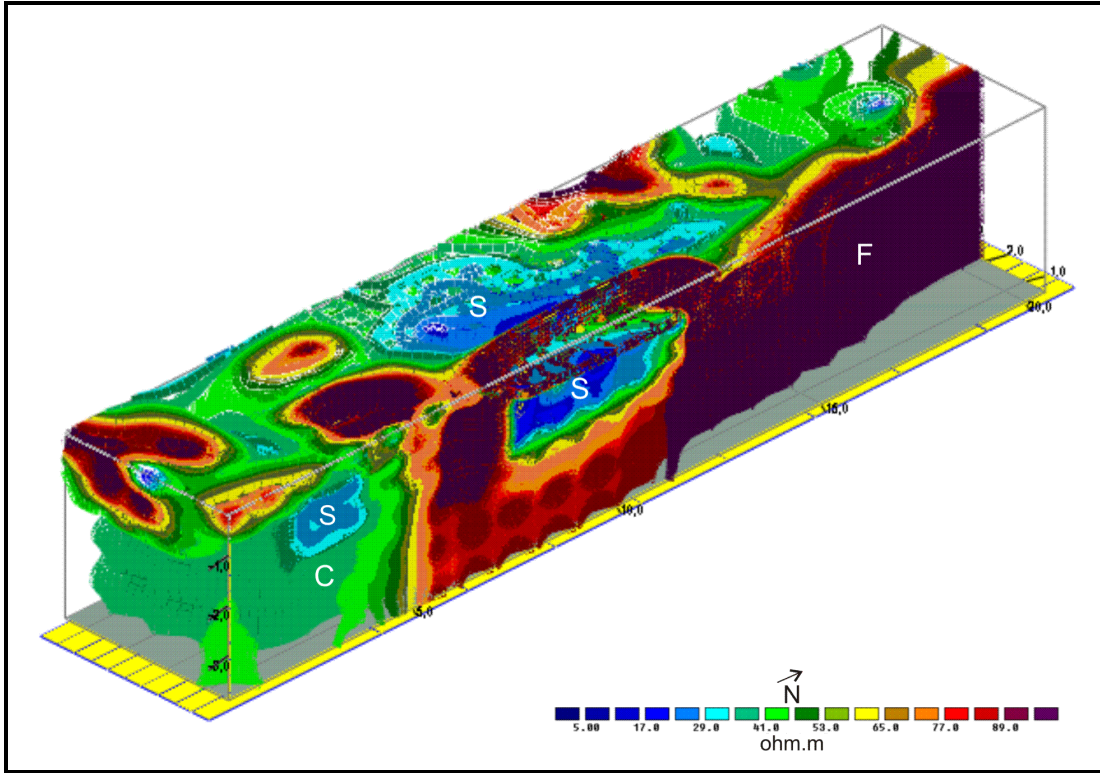
Foto 7.6. Ulu Cami arkası bölgesi profilleri



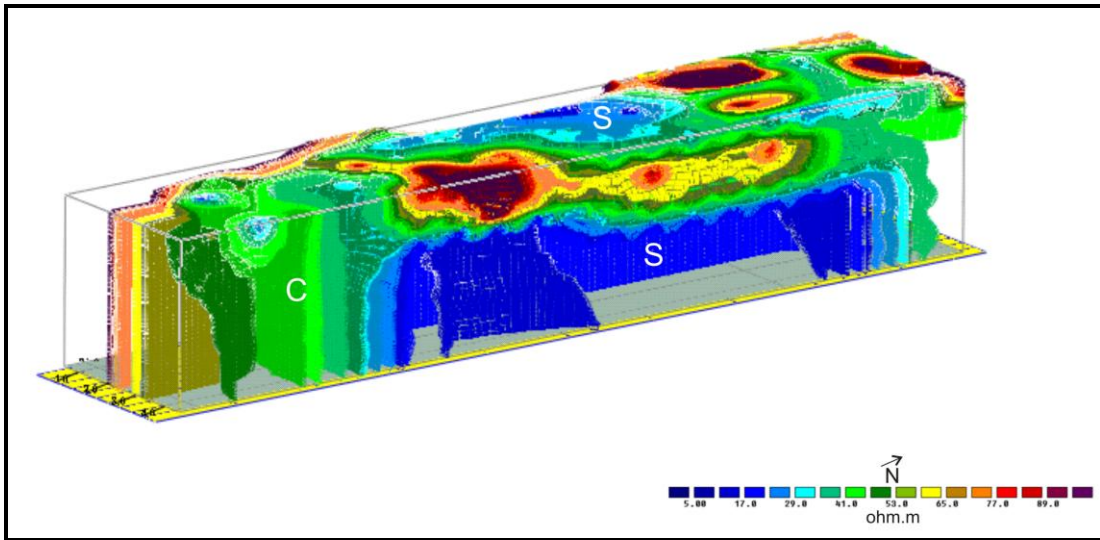
Şekil 7.12. Ulu Cami arkası bölgesi profilleri için RESDIN3V'den elde edilen üstten görünüş haritaları.



Şekil 7.13. Ulu Cami arkası bölgesi profilleri için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler



Şekil 7.14. Ulu Cami arkası profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 1. profilden 6. profile doğru olan üç boyutlu görüntü



Şekil 7.15. Ulu Cami arkası profilleri için RockWorks programı ile elde edilen 6. profilden 1. profile doğru olan üç boyutlu görüntü

7.6. Şafiler Sütun Kenarı Bölgesi

Şafiler sütun kenarında ana kapı girişine paralel doğrultuda doğu-batı yönünde sıralanan Bizans dönemine ait sütunlar yer almaktadır. Bu sütunların etrafındaki alanın temel yapı derinliklerini bulabilmek amacıyla elektrot ve profil aralığı 1'er metre olacak şekilde doğu-batı doğrultulu 1 profil oluşturulmuştur (Foto 7.7), (Şekil 7.1). Dizilim sistemi olarak wenner kullanılmıştır. Bu alanın boyu 31 metre olduğu için doğu-batı doğrultulu 1 profilde 31 ölçü noktası oluşturulabilmiştir.

Oluşturulan bu profilden elde edilen veriler RESDIN2V programında değerlendirilmiştir. RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit Şekil 7.16'daki gibidir. Bu düşey kesitte anlatım kolaylığı sağlaması amacıyla özdirenç değerleri birbirinden farklı olan alanlar A, C, O, P ve S harfleriyle simgelenmiştir.

Şekil 7.16'da RESDIN2V programı ile oluşturulan düşey kesite bakıldığında x eksenini profil boyunu (30 m), z eksenini ise derinliği (4.80) göstermektedir. Özdirenç değerleri min: 5 ohm.m, max: 539 ohm.m arasında değişmektedir.

Şekil 7.16'da RES2DINV programı yardımı ile elde edilen düşey kesite baktığımızda iki parça halinde olan A alanına ait özdirenç değerleri 41-539 ohm.m arasındadır. İlk parça 1-17. elektrotlar arasında 16 m uzunluğuna sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 16 m x 2.45 m boyutlarına sahiptir. İkinci parça 23-26. elektrotlar arasında 3 m uzunluğundadır. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 3 m x 2.17 m boyutlarına sahiptir.

C alanını iki parça halinde bulunmaktadır. İlk parçanın özdirenç değerleri 35-53 ohm.m arasındadır. 16-20. elektrotlara arasında 4 m uzunluğuna sahip bu parçanın üst yüzey derinliği 0 metre olup yaklaşık 4 m x 1.56 m boyutlarına sahiptir. İkinci parçanın ise, özdirenç değerleri 29-53 ohm.m arasındadır. Bu parça 26-30. elektrotlar arasında 4 m uzunluğundadır. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 4 m x 2.45 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.16).

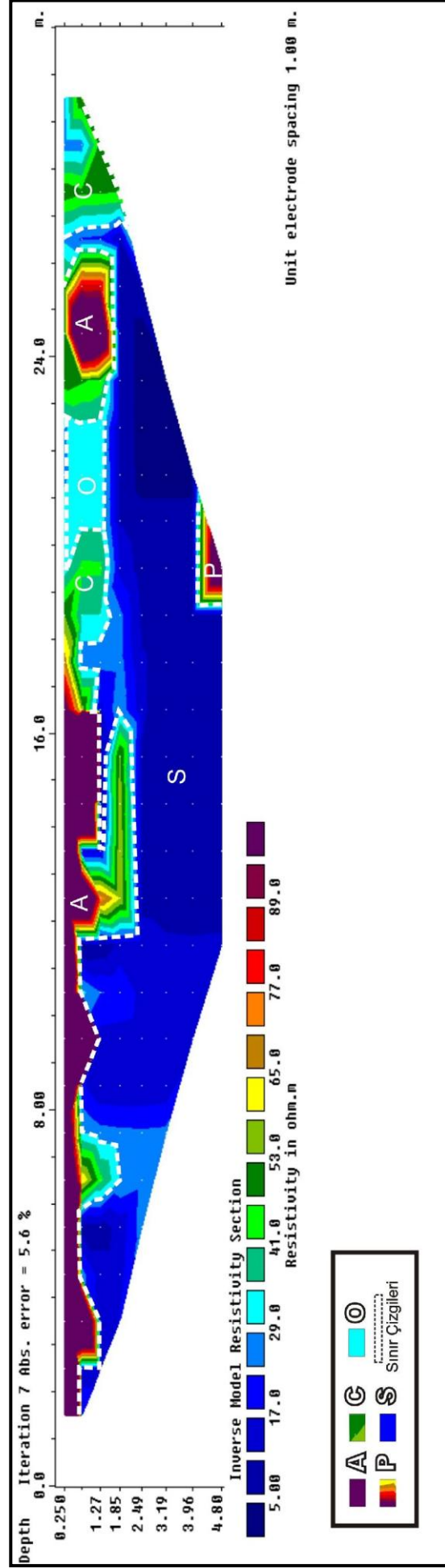
O alanının özdirenç değeri 29 ohm.m'dir. Bu alan 19-23. elektrotlar arasında 4 m uzunluğuna sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 4 m x 1.56 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.16).

P alanının özdirenç değerleri 47-250 ohm.m arasındadır. 18-21. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 4 metre olan bu alan yaklaşık 3 m x 0.42 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.16).

S alanının özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan 2-26. elektrotlar arasında 24 m uzunluğuna sahiptir. Üst yüzey derinliği 0.50 metre olan bu alan yaklaşık 0.50 m x 4.3 m boyutlarına sahiptir. (Şekil 7.16). S alanının özdirenç değerinin çok düşük olması (5 ohm.m) dikkat çekicidir. S olarak isimlendirilen alanın su ile kaplı olduğu düşünülmektedir. Bu tanımlamayı yaptıktan sonra bir bütün olduğu düşünülen A, C ve O alanlarından C ve O' nun özdirençinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından veya jeolojik birim farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.



Foto 7.7. Şafiler sütun kenarı profili



Şekil 7.16. Şafler sütun kenarı bölgesi profili için RESDIN2V’den elde edilen düşey kesit

7.7. Zinciriye Bölgesi

Ulu cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitler yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığını göstermiştir. Zinciriye dede bu alanların devam edip etmediğini görmek amacıyla bu alanda elektrik ölçü alınma gerektiği düşünülmüştür. Bu alanın dar olması sebebiyle elektrik ölçülerin alınması için sadece iki profil oluşturmamıza imkan sağlamıştır. Oluşturulan bu profiller kuzey-güney doğrultuludur. (Foto 7.8), (şekil 7.17). Dizilim sistemi olarak wenner kullanılmıştır. Arazi şartlarından dolayı profil boyu 21 metre alınabilmiştir.

Oluşturulan bu profilden elde edilen veriler RESDIN2V programında değerlendirilmiştir. RESDIN2V'den elde edilen düşey kesit Şekil 7.17'de ki gibidir. Bu düşey kesitte anlatım kolaylığı sağlaması amacıyla özdirenç değerleri birbirinden farklı olan alanlar A, C, D, K ve S harfleriyle simgelenmiştir.

Şekil 7.17'de RESDIN2V programı ile oluşturulan düşey kesite bakıldığında x eksenini profil boyunu (30 m), z eksenini ise derinliği (3.96) göstermektedir. Özdirenç değerleri 1. profilde min: 5 ohm.m, max: 685 ohm.m , ikinci profil ise, min: 5 ohm.m, max: 462 ohm.m arasında değişmektedir (Şekil 7.17).

Zinciriye 1. profil de A alanı üç parça halinde görülmektedir. Bütün parçaların özdirenç değerleri 89-462 ohm.m arasındadır. Birinci parça (güney ucundaki) A alanı 1-5. elektrotlar arasında 4 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olup, bu alan yaklaşık 4 m x 1.27 m boyutlarına sahiptir. İkinci parça 5-8. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olup, bu alan yaklaşık 3 m x 2.49 m boyutlarına sahiptir. Üçüncü parça ise, 8-20. elektrotlar arasında 12 m uzunluğa sahiptir. Bu alanın üst yüzey derinliği 0 metre olup yaklaşık 4 m x 2.50 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.17).

C alanı iki parçadan oluşmaktadır. Her iki parçanın özdirenç değerleri 35-65 ohm.m arasında değişmektedir. Birinci parça (güney ucundaki) C alanı, 7-9. elektrotlar arasında 2 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0.75 metre olup, bu alan yaklaşık 2 m x 1.70 m boyutlarına sahiptir. İkinci parça ise 13-19. elektrotlar arasında olup 6

m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.27 metre olup, bu alan yaklaşık 6 m x 2.23 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.17).

D alanının öz direnç değerleri 41-77 ohm.m arasında değişmektedir. 2-9. elektrotlar arasında 7 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.27 metre olup, bu alan yaklaşık 7 m x 1.92 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.17).

S alanının öz direnç değerleri 5-29 ohm.m arasında değişmektedir. Bu alan 8-13. elektrotlar arasında 5 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 3.5 metre olan bu alan yaklaşık 5 m x 0.46 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.17).

S alanının öz direnç değerinin çok düşük olması (5 ohm.m) dikkat çekicidir. S olarak isimlendirilen alanın su ile kaplı olduğu düşünülmektedir. Bu tanımlamayı yaptıktan sonra bir bütün olduğu düşünülen A, C ve D alanlarından C ve D 'nin öz direncinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir.

Zinciriye 2. profil de A alanı iki parçadan oluşmaktadır. Her iki parçanın öz direnç değerleri 89-462 ohm.m arasında değişmektedir. Birinci parça (kuzey ucundaki) A alanı 1-21. elektrotlar arasında 20 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0 metre olup, bu alan yaklaşık 20 m x 1.50 m boyutlarına sahiptir. İkinci parça ise 4-8. elektrotlar arasında olup 4 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0.75 metre olup, bu alan yaklaşık 4 m x 2.82 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.17).

C alanının öz direnç değerleri 35-77 ohm.m arasında değişmektedir. 2-5. elektrotlar arasında 3 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.27 metre olup, bu alan yaklaşık 3 m x 2.23 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.17).

D alanının öz direnç değerleri 29-77 ohm.m arasında değişmektedir. 8-15. elektrotlar arasında 7 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 1.27 metre olup, bu alan yaklaşık 7 m x 2.22 m boyutlarına sahiptir (Şekil 7.17).

K alanının özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasında değişmektedir. 8-13. elektrotlar arasında 5 m uzunluğa sahiptir. Üst yüzey derinliği 0.75 metre olup, geometrik bir şekle sahip bu alan yaklaşık 5 m x 3.21 m boyutlarındadır. Birinci profilde olduğu gibi bu profilde de A, C ve D alanlarının bir bütün olduğu düşünülmektedir. C ve D'nin özdirençinin düşük çıkma sebebinin K olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir.

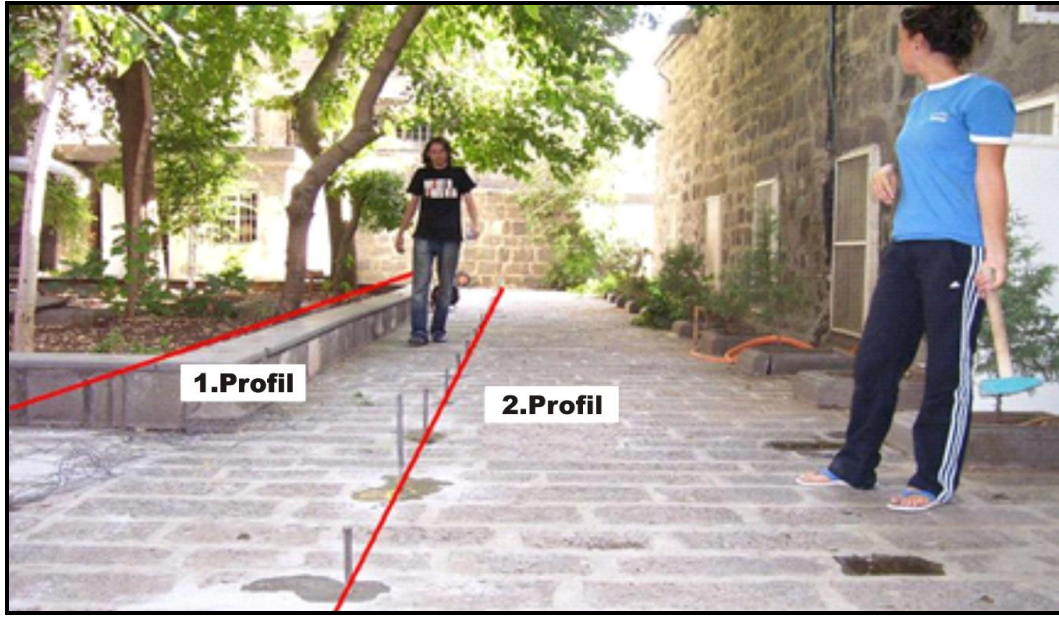
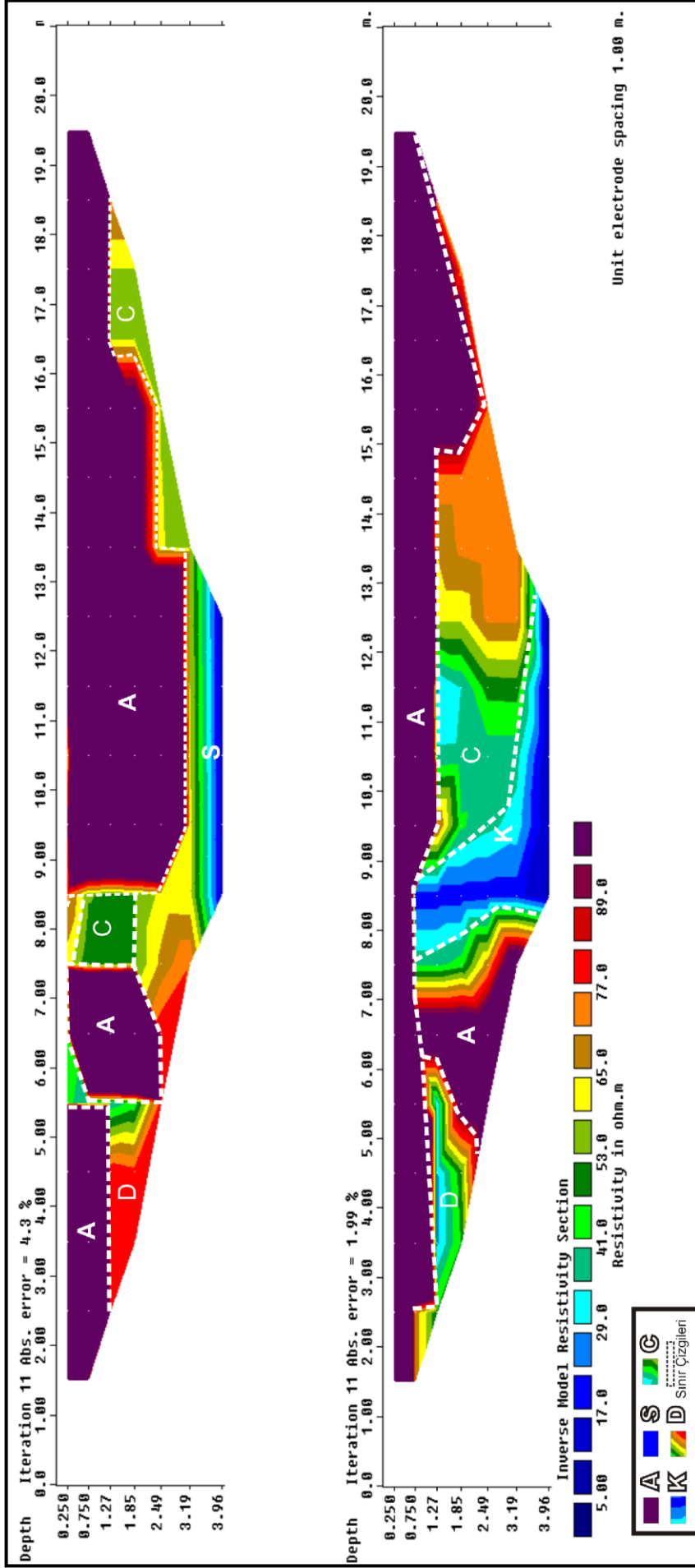


Foto 7.8. Zinciriye bölgesi profilleri



Şekil 7.17. Zincirliye bölgesi profilleri için RESDIN2V'den elde edilen düşey kesitler

BÖLÜM 8. TARİHTE SUYUN ÖNEMİ

Elektrik yöntemin uygulanması sonucunda elde edilen verilerden Ulu Cami ve çevresinde su yapıları tespit edilmiştir. Bu nedenle tarihte suyun önemi, tarihi su yapıları ve Diyarbakır'da suyun tarihçesini anlama ve araştırma gereği duyulmuştur.

8.1. Tarihi Su Yapıları

Su gereksinimi, bütün uygarlıklar için zamana, kültüre ve yere bağlı farklılık göstermeyen, temel problemlerden biri olmuştur. Günümüzde gelişen teknolojilere ve bilinçli toplum yapısına karşın su problemi varlığını sürdürmekle beraber daha da önemli hale gelmiştir [86]. Bu gün suyun taşıdığı önem geçmişte de aynı biçimde var olmuştur. Bu nedenle günümüzden geriye doğru su yapılarının izi sürülecek olursa dikkate değer yapı örneklerine rastlanır. İlk örnekler Roma dönemine aittir ve bunlar, şehre su sağlamak yanında dönemlerinin mühendislik becerilerini yansıtmaları açısından da önemlidir. Var olan su yapılarının korunması olarak nitelendirilebilecek Bizans döneminden sonra, su gereksinimine cevap verecek kapsamlı ve kalıcı nitelikteki çözümlere ancak Osmanlı zamanında ulaşılmıştır. Bu gün halen kullanılmakta olan Osmanlı dönemine ait su yapılarının, büyük ölçüde işlevlerini sürdürmeleri nedeni ile günümüzde önemleri büyüktür. Her dönem için şehre su sağlamak başlıca üç sorunu içerir;

- Yeni su kaynaklarının bulunması
- Suyun kente ulaştırılması
- Suyun şehir içinde dağıtılması

Birbirini takip eden ve tamamlayan bu problemler dizisi, bulunan suyun denetim altına alınarak önce şehre, sonra da sokaklara kadar getirilmesi ile çözüme ulaşmıştır. Suyun sokaklara dağıtımını sırasında bulunduğu yerden şehrin içinde istenilen noktaya kadar nasıl getirileceği ve adaletli bir şekilde nasıl dağıtılacağı da bir problemidir. Çünkü insanın hizmetine sunulmadıkça su kaynağının varlığı bir anlam ifade etmez. Bu problemin çözümü için suyun, insan eline değene kadar denetim altına alınması, kontrol edilmesi ve yönlendirilmesi gerekmektedir. İşte bu denetim ve kontrol zorunluluğu beraberinde kendi mimarisini oluşturmuştur ve başlı başına suya ait yapılar inşa etme zorunluluğunu doğurmuştur [86]. Bu nedenle de;

- Su terazileri
- Su kemerleri
- Kanallar
- Sarnıçlar ve Büyük Su Toplama Havuzları
- Maksemeler
- Çeşmeler

gibi su yapılarını geliştirmiştir.

8.1.1. Su terazileri

Su terazileri, birleşik kaplar prensibine göre çalışan ve su basıncını ayarlayan yapılardır. Su kaynaklarından şehre gelen sular, teraziye çıkartılıp yavaşlatılmak suretiyle, atmosfer basıncına eşitlenerek basınç kontrolü sağlanmaktadır. Terazinin üst kısmında “sandık” veya “sanduka” adı verilen bir depo–havuz bulunur. İsale veya şebeke hattından gelen bir boru, düşey olarak bu havuzun tabanına açılır. Suyun kullanılmadığı zamanlarda borular içerisindeki suyun hareketine mani olan hava birikimi önlenerek isalede basıncın artması önlenmiş olur. Basınç kontrolünün yanı sıra, suyu ölçmek ve dağıtmak görevini üstlenen su terazilerinde, sandık kenarlarına konan “lüle”ler aracılığıyla debi ölçülüp, gerekli miktarda su dağıtımını sağlanır. Eğer debi ölçülmeyecek ve yalnız basınç kontrol edilecekse, ikinci bir düşey boru vasıtasıyla şebekeye su verilir [87].

Su terazileri, suyla doldurulmuş ve yerden yükseltilmiş bir nevi su tanklarıdır. Suyu pompalamak ve gerekli olan basıncı sağlamak için, su kaynaklarına ve dağıtım yapılacak yerlere göre daha yüksek kotlarda inşa edilirler. Öyle ki, dağlık bölgelerde, civarın en yüksek noktasında konumlandırılan bir su tankı da, su terazilerinin görevini üstlenebilir [88].

Su terazileri ilk olarak Roma döneminde kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönemde suyun konutlara ve kentlere taşınmasında, terazileme yönteminin kullanıldığı, terazilemenin su terazileri ve dioptrae, chorobates adlı araçlarla yapıldığı bilinmektedir. Bunların içinde en sağlıklı yöntem chorobates adı verilen bir çeşit düz cetvel ile yapılan terazileme yöntemidir. Osmanlı döneminde su sisteminde yaptığı görev değiştirilmeden geliştirilerek su seviyesi, su basıncı, debi ölçümleri ve dağıtım gibi özelliklerle donatılarak kullanılmıştır. Su basıncını ayarlamaya ve suyu ölçerek dağıtmaya yarayan kule biçiminde yapılar olarak su dağıtım şebekesinde yerini alan su terazilerinin Roma dönemindeki biçim ve iç düzeneğine ait kesin bir bilgi yoktur [89]. Çünkü sutaşıma sistemi içinde önemli bir yeri olan su terazilerinin yüksek yapılar olması nedeniyle korunması oldukça zordur ve zaman içinde çok çabuk yok olmuşlardır. Bu nedenle Osmanlı dönemine ait bu yapıların içyapılarının incelenme imkânı olmasına rağmen Osmanlı dönemine ait yapıların içyapısının incelenme imkânı olmamıştır.

Dünyada pek çok su terazisi endüstri devrimi döneminde inşa edilmiştir. Günümüze ulaşan bazıları, mimari değere sahip yapılar olarak korunmaktadır. Günümüzde, su terazilerinin kullanımı son bulmakta, yerini pompa ve hidroforlar almaktadır [90].



Foto 8.1. Manyas su terazisi, Edirne (Osmanlı) [91]



Foto 8.2. Yerebatan Sarayı (Basilica cistern) yanındaki su terazisi, İstanbul (Roma)[91]



Foto 8.3. Grosse su terazisi, Kadıköy (Roma-Bizans)[91]

8.1.2. Su kemerleri

Su bir yerden bir yere çeşitli yollarla taşınabilir. Suyu toprak altından taşımak için borulardan ya da büyük tünellerden yararlanılır. Toprak üstünde ise dar ya da geniş kanallar kullanılır. Bu kanalların bir vadiden ya da çukur bir bölgeden geçmesi gerekirse, bir köprü yapılır ve kanallar bu köprünün üzerinden geçirilir. İşte bu köprü genellikle su kemeri olarak adlandırılır. Su kemerlerinde borular vadinin bir eteğinden önce aşağıya, vadiye doğru indirilir, daha sonra da öbür etekten yukarıya doğru döşenerek eski düzeyine çıkarılır. Bu sisteme ters sifon sistemi denir [92]. Ters sifon sistemi bileşik kaplar prensibine göre çalışır. Bu prensibe göre; şekilleri U şeklinde olan boruların içerisindeki sıvılar aynı olduğu sürece boruların kalınlıkları farklı dahi olsa tabanlarındaki basınçlar eşit olur. Bu nedenle su depoları yüksek yerlere kurularak bağlanan boruların tabanlarındaki basınç artırılır. Bu basınç sayesinde borulardaki su evlere ulaşır ve basınçlı olarak musluklardan akar.

Engabeli yerlerde şehre su taşımak için su kemerleri kullanılmaya başlanmıştır. Eski zamanlardan beri, kentlerin çoğu akarsu kıyılarına kurulmuştur. Çünkü, su yoluyla yolculuk etmek ve mal taşımak karayoluna göre daha kolaydı. Ayrıca, suyun evlere kadar getirilmesinden önce, kent halkı çamaşırlarını yıkamak, yıkanmak ve hayvanlarına su vermek için ırmak kıyısına inerdi; çöplerden ve atık sulardan kurtulmak için de ırmağı kullanırdı. Sonuçta ırmaklar kirlendi ve suları içilemez duruma geldi, hatta mikrop dolu bu sular nedeniyle salgın hastalıklar baş gösterdi. Böylece temiz su sağlayacak yeni kaynakların bulunması gerekti. Bugün de önemini koruyan bu sorunun çözümünde kullanılan yollardan biri, temiz su kaynağını bir su yoluyla kente bağlamaktır. Kanallardaki su her zaman eğim yönünde aktığı için, temiz su kaynağı kentlerden daha yüksekte olmalıdır, eğer değilse suyun pompalanması gerekir. Kırsal bölgeler genellikle engabeli olduğu için, suyu kaynağından kente basit bir kanalla taşımak her zaman olanaklı değildir. Kanalların tepe ve vadi gibi doğal engelerin çevresinden dolaştırmak da oldukça pahalı bir yöntemdir. Genellikle borular, tüneller, kanallar ve sukemerlerinden oluşan bir sistemle suyun yol boyunca akarak kente ulaşması sağlanır. Bu yol üzerindeki vadilerde, kemerlerden oluşan sıraların üst üste yerleştirilmesiyle bir köprü yapılır. Kat kat yerleştirilen kemerler kente su taşıyan kanalın düzeyine ulaşana kadar yükseltilir. Böylece su, kanalla aynı düzeye yükseltilmiş sukemerinin üzerinden kolayca akar [92].

Su kemerleri çok eski tarihlerde Filistin'de, Mısır'da ve Yunanistan'da yapılmış ve kullanılmıştır. Ama eskiçağların en ünlü su kemerleri Roma İmparatorluğu'ndadır. M.Ö. 312'de Appius Claudius Caecus, Appia Yolu'nu (Via Appia) ve Aqua Appia'yı yaptırdı. Aqua Appia, hemen hemen tamamı yeraltına döşenmiş, uzunluğu 16 kilometreyi aşan bir suyoludur. Bu su yolunun 90 metrelik bölümü kentin çukur bölgesini kemerler üzerinde aşar [92], (Foto8.4).



Foto 8.4. Aqua Appia su kemeri [93]

40 yıl sonra Anio (bugün Aniene) Irmağın'dan başlayan ve Anio Vetus diye anılan 50 km uzunluğundaki yeraltı suyolu yapılmıştır. M.Ö. II. yüzyılda üzerinde gerçek bir sukemerinin yer aldığı ilk yerüstü su kanalıyla Roma'ya su getirildi. Aqua Marcia olarak bilinen bu suyolu yaklaşık 90 km uzunluğundadır [92], (Foto 8.5).



Foto 8.5. Aqua Marcia su kemeri [93]

Tarihteki belki de en başarılı ve yüksek su kemeri ise Gard Köprüsü'dür. Güney Fransa' da Nimes yakınlarındaki bu su kemeri, M.Ö. 'da Romalı general Marcus Vipsanius Agrippa tarafından Gafd Irmağın'dan Nimes kentine su getirmek için yaptırılmıştır. Yaklaşık 270 metre uzunluğunda üç sıra kemerden oluşan bu köprü'nün üzerindeki kanal yassı taş bloklarla kaplıdır [92], (Foto 8.6).



Foto 8.6. Gard Köprüsü [90]

Romalılar, dünyanın başka bölgelerinde olduğu gibi Anadolu'nun çeşitli yerlerinde de suyolları ve sukemerleri yaparak kentlere su taşıdılar. Bazen çevredeki göllerden, bazen de 30-40 km uzaktaki akarsulardan su getirdiler. Roma döneminden kalma bu kemerlerin kalıntılarına bugün eski kentlerin çevresinde rastlanmaktadır. Bunlar arasında, Efes, Bergama, Alinda, Sebasteia (bugün Sivas), İas-sos, Phaselis (bugün Tekirova), Erythrai, Smyrna (bugün İzmir), Laodikeia, Bargylia ve Alabanda dolaylarındaki su kemerleri sayılabilir [92], (Foto 8.7).



Foto 8.7. Efes su kemerleri [90]

M.S. II yüzyılın sonlarına doğru yapılan Side su kemerleri, Roma döneminin en etkileyici yapılarındandır. Bu su yolu ve su kemerleriyle Manavgat Çayı'nın kaynağından yaklaşık 30 km uzaklıktaki Side'ye su getirilmiştir. 10 bölümden oluşan bu iki katlı kemerler M.S. III. yüzyılda yeniden elden geçirilerek onarılmıştır [92].

Trakya Bölgesi'nden İstanbul'a su getiren su yolları ve sukemerleri de Roma döneminde yapılmıştır. Kente su sağlamak için yapılan ilk çalışmaları İmparator Hadrianus (M.S. 76-138) başlatmıştır. Doğu Roma İmparatoru Valens döneminde (364-378) kentin içinden geçen Valens sukemerleri yapılmıştır. 368-373 arasında tamamlanan bu sukemerleri bugün Bozdoğan sukemerleri olarak adlandırılmaktadır (Foto 8.8). Uzunluğu 971 metre ve en yüksek yeri 20 metre olan Bozdoğan sukemerleri'nin iki ucunda tek sıra, ortasında ise iki sıra kemer bulunur. Bugün Gümüşpınar, Keçiğirme gibi yerleşim yerlerinin çevresinde görülen sukemerleri kalıntıları da Roma döneminde yapılan su dağıtım sisteminin parçalarıdır [92].



Foto 8.8. Valens (Bozdoğan) su kemeri [90]

Osmanlı İmparatorluğu zamanında, genellikle Roma ve Bizans döneminden kalma su yolları ve su kemerleri onarılarak kullanılmıştır. Fatih Sultan Mehmed'in İstanbul'u aldıktan sonra kentin su sistemini onarttığı bilinmektedir. Ama köklü çalışmalar Kanuni Sultan Süleyman zamanında yapılmıştır. Kanuni, İstanbul'un su sorununu ele aldıktan sonra, Mimar Sinan'a kentin çeşitli bölgelerinde sukemerleri yaptırmış, daha eski olanları da elden geçirterek onartmıştır. Tasarımı Mimar Sinan tarafından yapılan bu su kemerleri 1553-64 arasında tamamlanmıştır. Bunlardan biri olan Eğri Kemer İstanbul'da, Kemerburgaz'dan 1,5 km doğuda olan ve Kâğıthane Deresi'ni aşan bu sukemeri 409 metre uzunluğundadır. Dere üzerinde üç katlı olan kemerin alt sırasında 4, ortasında 10 ve en üst sırasında 33 göz bulunur. Öbür bölümlerde kemer sıraları vadinin konumuna göre düzenlenmiştir. Bent Kemer i se, İstanbul'da Paşa Deresi üzerinde, 102 metre uzunluğunda iki katlı bir su kemeridir. Güzelce Kemer i Alibey Deresi üzerinde iki sıra kemerden oluşan Güzelce Kemer, 170 metre uzunluğunda ve 32 metre yüksekliğindedir. Mağlova Kemer i Mimar Sinan'ın en başarılı yapıtları arasında yer alan Mağlova Kemer i Alibey Deresi üzerinden geçer. 257 metre uzunluğundaki bu sukemeri, iki katlı dörder göz ile bunların arasında ve yanlarında bulunan çok sayıdaki küçük gözden oluşur. İlk yapımı çok daha eskiye dayanan Mağlova Kemer i Bizans döneminde de kullanılmıştır. Mimar Sinan yeni su

kemerini eski temeller üzerine yaptırmıştır. Uzun Kemer Aynı yörede bulunan 710 metre uzunluğunda ve 25 metre yüksekliğindeki Uzun Kemer iki sıra kemerden oluşur. Üst katta aynı büyüklükte 50, alt katta ise arazinin durumuna göre değişik büyüklüklerde 47 göz bulunur. Müderris Köyü Kemer Halkalı su tesislerinin bir parçası olan bu sukemerinde 11 kemer yer alır. Taşları birbirine demir kelepçelerle tutturulmuştur. Sinan öncesi dönemden kaldığı anlaşılan bu sukemeri, Sinan tarafından 1539'da ve 1553-1564 arasında iki kez onarımdan geçirilmiştir [92].

Çalışma alanımız olan Diyarbakır'da da Osmanlı eserine örnek teşkil eden fakat günümüze ulaşmamış bir su kemer mevcuttur. Bu kemer, şehre 14 km. mesafede bulunan Gözeli mevkiinden şehre su taşımak amacıyla Kanuni Sultan Süleyman'ın emriyle 1535 yılında Mimar Sinan'ın kalfası olan Kasım Çelebi tarafından 2,5-3 yılda inşa edilmiştir [94]. Kaynaktan gizli kanallarla bir yere kadar getirilen su daha sonra su kemerleri üstünden şehre sokulmuştur (Foto 8.9).



Foto 8.9. Diyarbakır su kemeri [95]

Görüldüğü gibi su taşıma sistemlerinde önemli bir yere sahip olan su kemerleri günümüzde yüksek su basıncına üretilebildiği için ender olarak kullanılmakta ve yapımında dayanıklı borular taş yerine beton bloklar kullanılmaktadır [92]. (Foto 8.10)



Foto 8.10. Aspendos kentinde kullanılan taş su borusu [96]

8.1.3. Kanallar

Suyun bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan açık - kapalı kanallar, sarnıçlar arasındaki bağlantıyı kurar, çeşmeler ve evlere su taşımak için kullanılırlar. Su kanalları genellikle taş, kurşun veya pişmiş toprak malzemedir. Bunların içinde en sağlıklısı toprak borulardır.

Su kanalları ile ilgili çalışmalarda Anadolu'nun doğusunda yaşayan Urartular ünlüdür. Yerleşim yerlerinde bulunan Van gölünün suyundaki yüksek natrium karbonat oranı suyun içme suyu olarak kullanılmasına engel olmuştur [96]. Bu nedenle içme suyu başka kaynaklardan sağlanmıştır. Güçlü bir kaynak olan Engil çayının vadisinden ve nehrin doğusunda, dağlık bir arazide yer alan Keşiş Gölünün biriktirme havuzundan su temin edilmiştir. Su temininde kullanılan, 800 yılında inşa edilen ve günümüze kadar gelen Menua (Şamram) Kanalı Urartu kanallarının bir örneğidir [97]. (Foto 8.11).



Foto 8.11. Menua (Şamran) Kanalı

Alçak-rakımlı tarım arazileri sulamak için dağlık bölgeler içindeki geçirimli katmanlardan su taşıyan yatay yer altı su kanallarına kehriz (kariz) denir. Yüksek alanlarda oluşan uygarlıklarda kehriz uygulaması fazladır. Bunun nedenlerinden birincisi, büyük akarsuların eksikliği, ikincisi yerleşim yerleri yakınlarında yağışı bol olan dağ veya sıradağların olmamasıdır. Buzul Çağı'nın bitiminde sonra oluşan, kurak iklim kuşağı, büyük denizlere uzak, yamaç yağmurlarından yoksun, nemli havanın ulaşmadığı alanlardır. Son derece yüksek buharlaşma oranı olan kurak iklim hâkimdir bundan dolayı yüzey tatlı su kaynakları çabuk kurumaktadır. Dağlarda yeraltı su düzeyi yüksek olduğundan, daha fazla derinliklere kaybolmadan önce suyun yolunu kesmek gerekir. İşte burada kehriz düzenleri en doğru seçenektir. Bir kehriz düzeni, yer altında açılan yolun süzülme bölümü, yer altında açılan yolun su iletim bölümü, 20 ile 35 metre aralıkla kazılmış dikey kuyular, açık su yolu, küçük su toplama göleti ve sulama alanından oluşur. Sızma ve buharlaşmadan dolayı su yitimini önlemek için su yolunun çoğunluğu yer altındadır. Bir kehriz, pompa ihtiyacını ortadan kaldırarak tamamen yerçekimi gücü ile beslenir [90].

Kanal sistemlerinde ünlü olan Urartular coğrafi konumları nedeniyle kehriz sisteminide çok sık kullanmışlardır. Eski dönemlerden beri kullanılan kehrizler

dünyanın pek çok kurak bölgelerinde hala kullanılmaktadır ve yeni kehrizler yapım aşamasındadır. Örneğin, Asya kıtası, Arap yarımadası ve Kuzey Afrika'da birçok bölgede birçok kehriz mevcuttur. Bunlardan en önemli ve özellerinden biri Doğu Türkistanda Turfan bölgesinde bulunan Karız Kanallarıdır. M.Ö. 500 yıllarında Uygur Türkleri tarafından yapılmıştır. Bu kanallar Tanrı Dağlarından topladığı suyu 60 km. çölün altından geçirerek Turfan'daki yerleşim birimlerine götürür ve aralıklarla açılan kuyular yardımıyla tarım alanları sulanır. Tanrı Dağları ile Turfan arasındaki bölge çöl olduğundan suyun aşırı sıcaktan buharlaşmaması için Karız su kanalları yeraltında inşa edilmiştir Bu kanalları yaklaşık 100 metre yerin altında konumlandırmanın amacı, güzergahın geçtiği çölde +40 derece sıcaklık düşünülerek buharlaşmayı engelleyerek su kaybını önlemektir. Kanalın derinliği 110 metre den başlamaktadır ve çölün altından ağ gibi örülmüştür. Yeraltı su kanallarının toplam boyu 5000 km.'yi bulmaktadır [98], (Foto 8.12) (Foto 8.13)

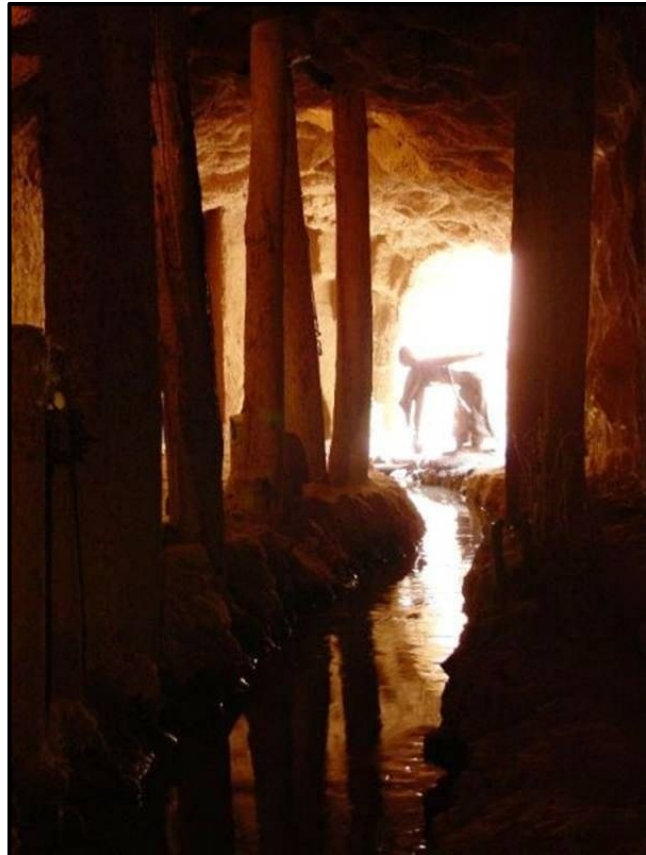


Foto 8.12. Karız kanalı [90]

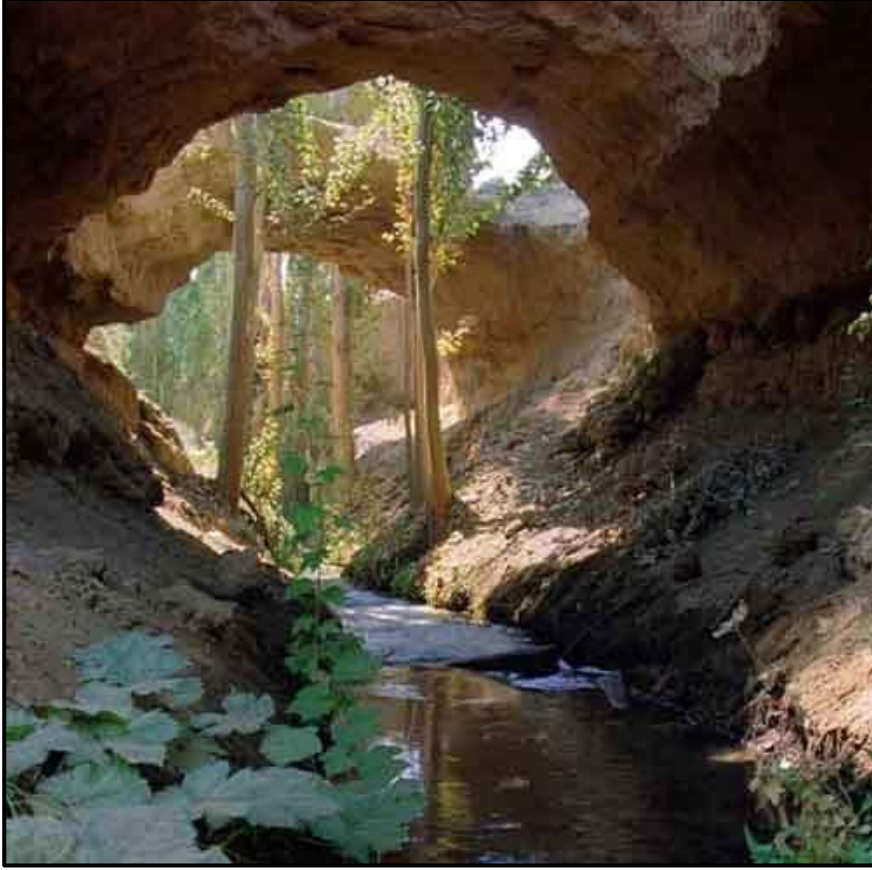


Foto 8.13. Kariz kanalı [90]

8.1.4. Sarnıçlar ve büyük su toplama havuzları

Sarnıçlar, su depolamak amacı ile yapılan açık veya kapalı su hazneleridir. Çatlaklardan, göller ve akarsulardan gelen sular sarnıçlarda depolanır. Burada biriktirilen sular, cadde altlarından kanallar vasıtası ile şehre dağıtılır. Bu depolar eski dönemlerde genelde bir yapının altına yapılabildiği gibi kısmen açıkta ve kısmen yarı gömülü olabilmektedir. Sarnıçların hacmi oldukça büyük olup (1.000-30.000 m³) suyun depoya gelir ve gideri vardır. Bugünde uygulanan içme suyu projelerinde modern sarnıçlar kullanılmaktadır (Foto 8.14) Sarnıçlar suların sadece depolanmasını değil dinlenmesini ve arıtılmasını da sağlamaktadır [99].



Foto 8.14. Modern su sarnıcı [90]

Günümüze ulaşabilmiş bilinen sarnıçların en eskileri Roma'nın ardılı Bizans / Doğu Roma İmparatorluğu dönemine aittir. Roma mimarisinde su temini için çok sayıda sarnıç yapılmış ve en büyük gelişme İstanbul'da olmuştur. Bunların en büyük ve muhteşemi, içi boşaltılarak bugün ziyarete açılan M.S. 542 yılında Bizans İmparatoru I. Justinianus (527-565) tarafından yaptırılan Sultan Ahmet semtindeki Yerebatan Sarnıcı'dır (Basilica Cistern). Yerebatan Sarnıcı 9.800 m²'lik bir alanı kapsayan dev bir yapıdır. Burada her biri 9 metre yüksekliğinde 336 sütun bulunmaktadır. Belirli aralıklarla dikilen bu sütunlar, her sırada 28 tane olmak üzere 12 sıra meydana getirirler. Sarnıç kurulduğundan günümüze kadar çeşitli onarımlardan geçmiştir. Osmanlı İmparatorluğu Dönemi'nde iki defa restore edilen sarnıcın ilk onarımı III. Ahmet zamanında (1723) Mimar Kayserili Mehmet Ağa tarafından yaptırılmıştır. İkinci onarım ise Sultan II. Abdülhamit (1876-1909) zamanında olmuştur. Cumhuriyet Dönemi'nde de sarnıç 1987'de İstanbul Belediyesi tarafından temizlenerek ve bir gezi platformu yapılmak suretiyle ziyarete açılmıştır. 1994 Mayıs'ında yeniden büyük bir temizlik ve bakımdan geçmiştir [100], (Foto 8.15).

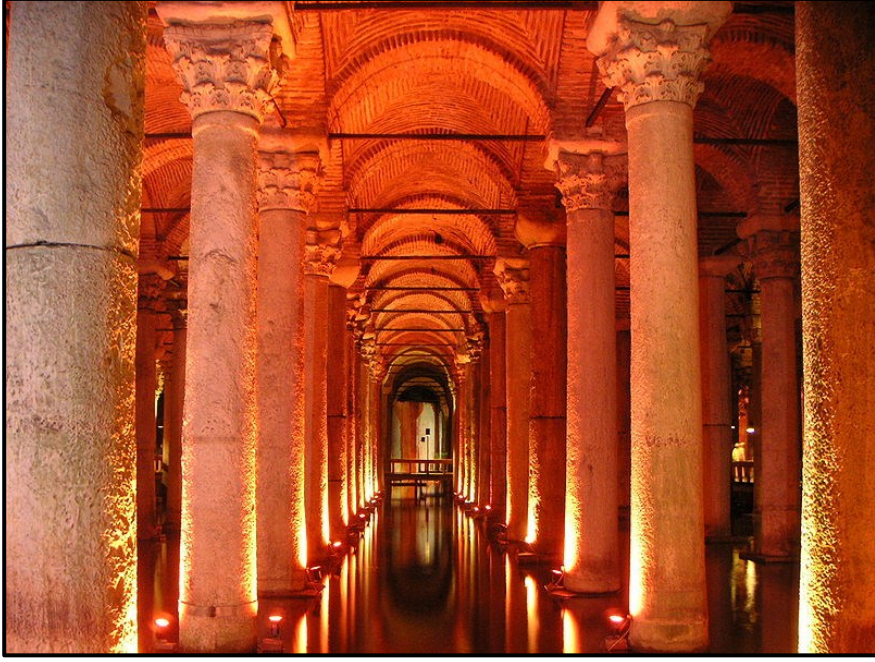


Foto 8.15. Yerebatan sarnıcı [90]

Su depoları kapalı olduğu gibi havuz şeklinde açıkta su depolayan şekilleri de görülmektedir. Bunlara su toplama havuzları denir. Roma döneminde yaygın olarak kullanılan havuzlara örnek Niğde'nin Bahçeli kasabasındaki antik Tyana kentinde su depolayan ve Roma Havuzu olarak bilinen yapı örnek gösterilebilir [101],(Foto 8.16).



Foto 8.16. Roma havuzu [101]

8.1.5. Maksemeler (Taksimiyeler)

Türkçedeki karşılığı savak olan maksemeler, şehre gelen suların ölçülerek dağıtımının yapıldığını yapılarıdır.

Roma döneminde maksemelerin şehrin surlarına kadar getirilen suyunun bir su hazinesine sularını boşalttığı, bu hazinenin yanına üç bölmeli bir havuz inşa edildiği, su hazinesine gelen suların ayrı ayrı üç borudan üç bölmeli havuzun her teknesine aktığı, üç tekneden ortadakinin sularının borularla bütün şehrin havuzları ve çeşmelerine, yanlarındaki teknelerden birinin borularla hamamlara, diğer teknenin sularının ise evlere gittiği bilinmektedir [102]. Roma'nın ardılı Bizans / Doğu Roma İmparatorluğu döneminde şehre gelen sular Nympheum Maximum, Tezgahçılar Kubbesi Maksemi, Balık Maksemi, Sultanahmet Maksemi, Valens (Bozdoğan) Maksemi ile şehre dağıtılmaktadır [103].

Osmanlılarında önem verdikleri maksemeler onarılarak kullanıldığı gibi yer üstünde (Taksim, Eyüp, Eğrikapı, Harbiye, Şeref Abad Kasrı maksemeleri gibi) ve yer altında (Hacı Osman Bayırı Maksemi gibi) olmak üzere iki tipte inşa edilmişlerdir (Foto8.17) (Foto 8.18) (Foto 8.19)



Foto 8.17. Eğrikapı Maksemi, İstanbul (Osmanlı) [86]



Foto 8.18. Şeref Abad Kasrı Maksemi, İstanbul (Osmanlı) [86]

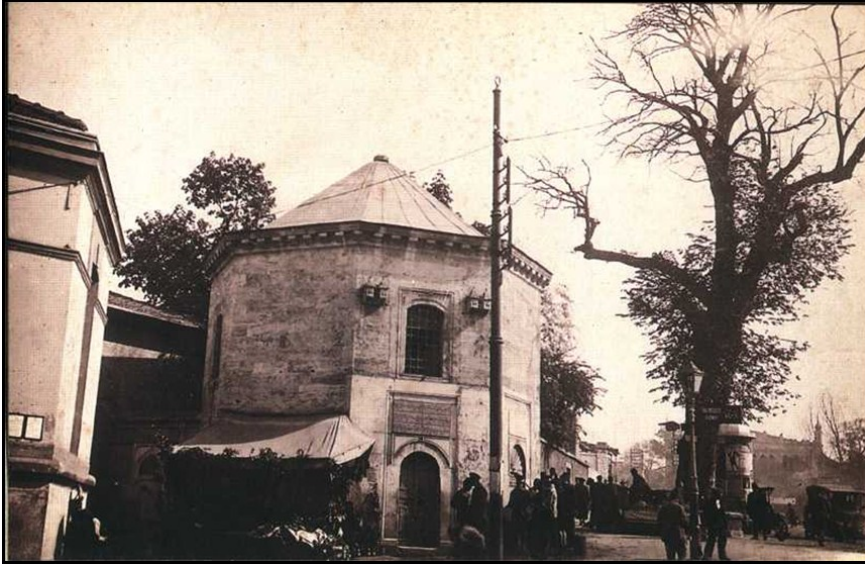


Foto 8.19. Taksim maksemi, İstanbul (Osmanlı) [90]

8.1.6. eşmeler

eşme, borularla gelen suyun bir oluk ya da musluktan aktığı düzenektir. Umumi çeşmeler haricinde genellikle yol kenarlarında herkesin yararlanması için yapılan çeşmeler ve bunun yanı sıra bazen mahalle, köy meydanı, yayla vb. gibi ortak yaşam alanlarında kullanılan çeşmelerde vardır.

Diğer su yapıları gibi çeşmelerde Roma döneminde gelişim göstermişler ve abidevi şekilleri ile insanları etkilemişlerdir. Bu dönemde zengin örneklerine rastlanan çoğunlukla sütunlu caddeler, forumlar gibi kentin silüetine katkıda bulunan noktalarda konumlandırılan Nympheumlar (Antik Yunan ve Roma mimarisinde kullanılan genelde iki katlı anıtsal çeşme yapısı) evinde su bulunmayan halkın faydalanmasına hizmet etmiştir. İlk uygulamaları Antik Yunan'a kadar inen ve kentin kamuya açık alanlarını hareketlendiren Nympheumların (Anadoll 1997: 1357-58) yanısıra zengin Roma ve Bizans evlerinin bahçelerinde anıtsal görünüşlü, kolonlu, heykellerle süslü, genellikle mermerden, kimi zaman bronz ve porfir örneklerine de rastlanan çeşmelerde bulunmaktadır [103], (Foto 8.20)



Foto 8.20. Roma dönemine ait çeşme(İsviçre) [90]

Roma ve Bizans dönemi yapılan çeşmelerin büyük çoğunluğu yıkılmış, tahrib olmuş, bir kısmı ise Osmanlı dönemine kadar ulaşmıştır. Fakat Osmanlı dönemine ulaşan çeşmelerin bazılarının yerine yenileri yapılırken (Foto 8.21) bazıları ise dönemin dini inanışlarına, mimari beğenisine ve biçimine göre yenilenip özgün karakterini kaybetmiştir. Osmanlı çeşmelerinde; taş, mermer, tuğla, kiremit, kerpiç, alçı, harç, ahşap, demir ve kurşun türündeki yapı malzemeleri kullanılmıştır. Günümüzde ise daha çok demir, paslanmaz çelik, pirinç ve daha değişik metaller kullanılmaktadır [90].



Foto 8.21. Bizans çeşmesi yerine yapılan III.Ahmet Çeşmesi [90]

8.2. Roma-Bizans ve Osmanlı Dönemi Su Yapıları

Roma döneminde kent yaşamı çok önem kazanmıştır. Kurulan veya onarılarak yenilenen kentlerde bir plan dahilinde yapılaşma olmuştur. M.Ö. V. yüzyılda yaşamış Miletos'lu Hippodamus kent plancılığını benimsenmiştir. Bu anlayışla kent birbirini dik kesen caddeler ve aralarında resmi ve özel parseller bulunan bölümlere ayrılmıştır. Şehir planı yapılarak kurulan bu kentlerin çoğu akarsu kıyılarına kurulmuştur [104,105] Çünkü insanlar akarsuyu içmek, yıkanmak, suyuyla yolculuk etmek ve mal taşımak için kullanmışlardır. Bu kullanımın evlere kadar getirilmesinden önce, kent halkı çamaşırlarını yıkamak, yıkanmak ve hayvanlarına su vermek için ırmak kıyısına inerdi; çöplerden ve atık sulardan kurtulmak için de

ırmağı kullanırdı. Sonuçta ırmaklar kirlendi ve suları içilemez duruma geldi, hatta mikrop dolu bu sular nedeniyle salgın hastalıklar baş gösterdi. Böylece temiz su sağlayacak yeni kaynakların bulunması gerekti. Bugün hala önemini koruyan bu sorun Roma döneminde kentlere çok uzaklardan su getirilerek çözülmüştür. Uzaktan getirilen bu sular topografik açıdan engebeli arazilerden geçirilmiştir [105]. Suyun eğimli ve düz alanlardan taşınması iyi bir hidrolik mühendisliği bilgisini gerektirmektedir. Bu nedenle Romalılar hidrolik mühendisliğinde çok ileri gitmişler ve su şebekelerinin kökenini oluşturmuşlardır. Bugün sadece Anadolu'da 400-500 adet gelişmiş Roma kenti bulunduğu ve hemen hepsine su getirildiğini yapılan araştırmalar göstermektedir. Bu araştırmalar yapılırken Roma'daki ilk su tesislerinin kökenini Roma su mimarisine öncülük eden, Yunan mimarisine ev sahipliği yapan Yunanistan'daki şehirlerde aramak daha doğru olacaktır [103]. M.Ö. VI - VIII. yüzyıllarda inşa edilen Cuniculi Tüneli temiz su temini için yapılmıştır. Roma öncesi kentlerde eski yapılar bugüne pek gelememiş iken bunun aksine Roma döneminde yapılan yapıların çoğu günümüze gelebilmiştir.

Bizans döneminde ise uzun bir süre, sistemin geliştirilmesi yerine yalnızca onarımlarla yetinilmiştir. Bizans dönemi su yapılarına bakıldığında Roma döneminde şehre su getiren büyük su yolları ve tesislerin bu dönemde de kısmen kullanıldığı görülmektedir. Fakat bunun anlamı Bizans döneminde hiç yapılaşma olmadığı değildir. Çünkü bu dönemlerde meydana gelen savaşlar nedeniyle yıkılan su yapılarından bazıları onarılamaz hale gelmiş ve şehre su sağlamak için yeni yapılar inşa edilmek zorunda kalınmıştır. Bizans döneminde yeni yapılan su yapılarının başında sarnıçlar gelmektedir ve bu sarnıçların en ünlüsü Yerebatan Sarayıdır (Foto 8.15). Bu yapılar Bizans su mimarisini, Roma su mimarisi kadar olmasa da geliştirmişlerdir.

Bütün uygarlıklara baktığımızda ihtiyaçtan dolayı suya önem verdikleri görülür. Ancak bu önem İslamiyette daha fazladır. Çünkü suyla ilgili yapıların inşası gibi hayırlara büyük sevabın olması inancı vardır [106]. Bu nedenle Bizans sonrası Osmanlı idaresinde su kültürü çok gelişmiştir. Osmanlı'nın ilk su tesisleri Roma devrinde İstanbul'da kurulan ve İstanbul'un sur içinde kalan kısımlarını besleyen Halkalı Sularına yeni kolların katılması ile gerçekleştirilmiştir. Kanuni devrinde,

kentin mevcut su sisteminin, İstanbul'un artan ihtiyaçlarını karşılayamaz duruma düşmesi nedeniyle yeni su yolları aranmaya başlanmıştır. Osmanlı devrinde kentin su sorununa karşı geliştirilen en köklü proje Kırkçeşme Tesisleri projesidir. Kırkçeşme Tesisleri ilk yapıların inşasından, Terkos suları kente ulaşmaya kadar geçen yaklaşık 330 yıl süresince sularına yeni katmalar ve yapılar eklenerek sürekli gelişmiştir [107].

Osmanlı döneminin İstanbul'u fetihten önceki dönemlerinde su çeşitli derelerden su alma ızgaraları ile alınmış ve çökeltme havuzlarında kaba pisliklerinden arındırılmıştır. Izgaralarla derelerden toplanan sular şehre kilometrelerce uzunluğundaki isale hatları ile iletilmiştir. Bu hatları belli bölgelerde duvarları tuğla ve kaba taş ile örülü ve içinden insan geçebilecek boyutlardaki galeriler şeklinde yapılmıştır. Galerilerin bakımını yapabilmek için belli aralıklarla bacalar inşa edilmiştir. Hat boyunca karşılaşılan vadiler kemerler vasıtası ile aşılmıştır. Yer yer üzeri açık olan ve salma mecra diye adlandırılan kanalların bazı bölgelerinde künk borular kullanılmıştır. İsale hattı boyunca sızdırmazlığı sağlamak ve su kaybını önlemek için Lökün denilen bir çeşit macun kullanılmıştır. Pompalama ve terfi işlemi o dönemler için mümkün olmadığından suyun uzak bir bölgeye taşınmasında yerçekimi kuvvetinden istifade edilmiş ve su kanallarına 1 / 1000 gibi son derece hassas bir eğim mükemmel bir başarı ile uygulanmıştır. Bu yolla şehre getirilen sular belli bölgelerde inşa edilen ve adına maksem denilen merkezlerde toplanmış ve bu maksemlerden de suyun, su dağıtma sandığı ve değişik çaplardaki lüle'ler (boru) ile çeşmelere ve değişik yapılara su dağıtımı sağlanmıştır. Zaman içerisinde suların boşa akmasını önlemek için çeşmelere musluk takılmaya ve hazne yapılmaya başlanmış, suyun akmadığı gece saatlerinde oluşan basınç sebebi ile su şebeke sistemindeki boruların patlamaması içinde su terazileri inşa edilmiştir [108].

Osmanlı dönemi su tesislerine ait olan yapılardan bentler ve kemerler ile çökeltme havuzlarının hemen hemen tamamı, galerilerin ise çok az bir kısmı günümüze kadar ulaşmış ancak isale hatları ve şehir şebekesine ait künk boruların neredeyse tamamı yok olmuştur. Osmanlılar döneminde yapılan çeşmelerin ise yüzlercesi günümüze ulaşmamış dahi olsa hala 1000 civarı İstanbul'da olmak üzere çok sayıda çeşme ve sebül büyük bir kısmı harap durumda olmakla beraber varlığını sürdürmektedir [92].

Ele alınan üç ayrı dönemde görüldüğü gibi kent yöneticilerini en uğraştıran konuların başında kente su getiren tesislerin yapılması ve bunların çalıştırılması gelmektedir. Su yapıları tüm dönemler kültüründe sosyal bir rol oynamış, akan çeşmelerin bulunması kent konforunun bir göstergesi olmuştur. Savaş, doğal afet ile kentler zarar gördüğünde bile ilk olarak suyun getirilmesi sağlanmıştır [109].

8.3. Diyarbakır'da Suyun Tarihçesi

8.3.1. Cumhuriyet öncesi

Diyarbakır tarihinin M.Ö. VII yüzyıla dayandığı tarihçiler tarafından söylenebilir. Cumhuriyet dönemine kadar (XII yüzyıl) su tarihi konusunda az sayıda yazılı bilgi bulunmaktadır. Birçok medeniyetin yaşadığı Diyarbakır su tarihi hakkında yapılan araştırmaların az olması üzücüdür. Yazılı kaynaklardan yaptığımız araştırmalar sonucunda aşağıdaki bilgilere ulaşılmıştır.

Diyarbakır suları Sur içindeki kaynaklar ve şehre dışardan getirilen membalar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [95].

Sur içinde;

- i) Kal'a suyu
- ii) Anzele ("Ayn-ı Zülal" , Aynzele, Balıklı) suyu
- iii) Alidede suyu

olmak üzere üç kaynak mevcuttur. Dışardan getirilen membalar ise;

- i) Ulucami'in Payas suyu;
- ii) Kaynar'dan getirilen İbrahim Bey suyu;
- iii) Payas'tan getirilen Özdemiroğlu Osman Paşa suyu
- iv) Kanuni Sultan Süleyman'ın emri ile şehre getirilen Hamravat suyudur.

8.3.1.1. Sur içi kaynaklar

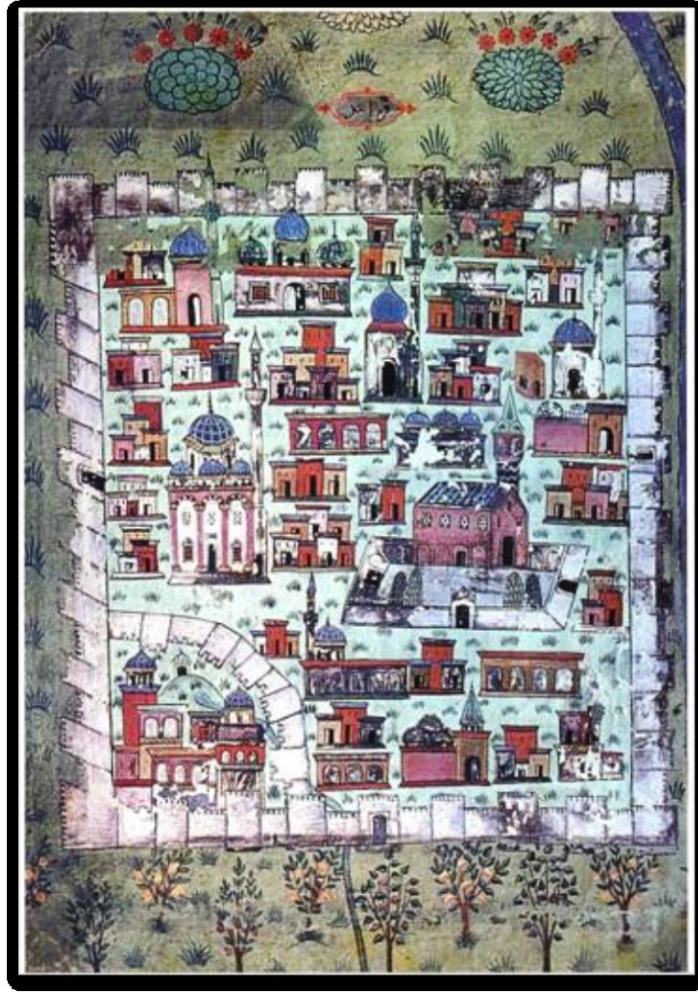
- Kal'a kaynağı

Kale içindeki insanların, hayvanların, bahçe ve değirmenlerin ihtiyaçlarına cevap veren bu su, şehrin doğusundaki cami ve mahallelerin su ihtiyacını karşıladığı gibi suyun fazlası dış kaledeki bazı yerlerde de kullanılmıştır [94]. Kal'a suyu sarnıcının, Artuklular'ın 1205-1206 yıllarında İç kaledeki Virankale (Virantepe) denen tepede yaptırdığı sarayın içinde havuz halinde bulunması, bu kaynağın mevcudiyetinin daha eski tarihlere dayandığının bir göstergesidir [78].

Evliya Çelebi Seyahatnamesinde İç kaleyi anlatırken Kal'a suyunu da şu cümlelerle tasvir eder; [110]

Bu İç kalenin değirmenlerini çeviren su Tanrı'nın emriyle İç kale 'de mevcut kayadan çıkar ve su değirmenlerini çevirir. Bıyık Mehmet Paşa'nın sarayından geçer, demir bir kafes pencereden kaleyi terk eder ve Fiskaya'dan aşağı döküldükten sonra taştan taşta kendini vurup cennetteki Selsebil gibi Dicle nehrine akar. İç kalenin bu kaynak suyu (cennetin) saf suyun tadını verir.

Evliya Çelebi'nin verdiği bu tasvir ünlü minyatürcü Matrakçı Nasuh'un eserindeki Amid şehri minyatürüne uyum sağlamaktadır. Bu minyatüre bakıldığında bir memba suyunun İçkale'yi terk edip Dışkale'den nehre aktığı görülmektedir (Şekil 8.1). Ancak Matrakçı'nın minyatüründe Dicle nehri yanlış yönde, dolayısıyla Fiskaya yanlış noktada gösterilmiştir.



Şekil 8.1. Matrakçı Nasuh'un Diyarbakır minyatürü (XVI yüzyıl) [89]

İçkale'nin tamamını, dış kalenin ise bir kısmını besleyen Kal'a suyu şehre iki koldan dağıtılmaktaydı. Birinci kol, Erbe'ataş (Arabtaş) havuzundan Tabanoğlu (Daltaban) Mustafa Paşa Mescidi'ne kadar uzanmaktadır. İkinci kol ise, Nasuh Paşa, Fatih Paşa, Arap Şeyh Mustafa Paşa Cami'leri ile Yeni Kapı Hamamına akmakta ve Merhene (Mar-Henna) Leglekoğlu Bahçelerini suladıktan sonra Diyarbakır'ın fethi sırasında şehit düşen sahabeler den Mir Seyyaf (Karadeniz) Türbesi'nin karşısındaki su mahzeninde son bulmaktadır. Hicretten iki asır evvel Dicle'nin kurduğunu yazan tarihçiler, Milattan birkaç asır önce fişkiran bu membainin da günümüzde kurduğunu bildirmektedir [111]. M.Ö.736 yılından önce şehre hâkim olan Urartuların ünlü su mühendislerinin yaptığı bu su hatları o yıllarda birçok savaşa dayanmış olsa da, günümüze kadar varlığını koruyamamıştır. Ancak Urartulardan

sonra şehre hâkim olan Romalıların yaptıkları su hatlarının çoğunluğu günümüze kadar varlığını korumuştur.

- Anzele (“Ayn-ı Zülal” , Aynzele, Balıklı) kaynağı

İlin batısında kalan Dış Kale içinde Hindibaba mevki civarındaki Çift Kapıya yakın üstü kemerle kapalı, akarın önünde bir havuz bulunan su membardır. Yazın soğuk, kışın ılık akan büyük ve berrak bir sudur. Bu su değirmenleri çevirip, bostanları sulayıp ve şehrin içme suyunu sağlamasına rağmen suda kullanıldığı dönemlerde ne bir artma ne de bir azalma meydana gelmiştir. İç kaledeki Kal’a kaynağına göre çok daha büyük ve bol olan bu kaynaktan Kal’a kaynağına göre daha fazla istifade edilmiş ve Kal’ a kaynağı şehrin doğusundaki cami ve mahallelerin su ihtiyacını karşılarken, bu kaynak ise şehrin batısındaki su ihtiyacını karşılamada kullanılmıştır.

Halk arasında çok önemli bir yere sahip olan bu su hakkında günümüze gelmiş efsanevi olaylar bulunmakla birlikte şifalı olduğu düşünülen bu suyun Humma ve Cüzzam gibi hastalıklara da deva olduğu söylenmektedir.

Evliya Çelebi Seyahatnamesinde biraz da mübalağa ederek Anzele kaynağı için şunları yazmıştır; [110]

Anzele şehirde önemli bir kaynaktır. Eski bir havuza akıp, içinde binlerce çeşit balık bulunur. Ama kimsecikler de bu balıkları avlanmaya cesaret edemezlerdi. Bu balıkları avlanmaya yeltenen birkaç kişinin ağızları ve burunları eğilmiştir.

Anzele ile ilgili günümüze gelmiş efsanevi olay ise şöyledir;

Sultan Murad (1623-1640) Bağdat’ı fethettikten sonra Diyarbakır’a gelip Şeyh Aziz Mahmud Ürmevi’yi idam ettirmiştir. İdamdan sonra Anzele Havuzu kanla dolmuştur. Bizzat Sultan Murad bu havuzdaki kanı görüp Şeyhi idam ettiğine pişman

olmuştur. Bunun üzerine havuzun içinden dört balığı tutturup solungaçlarına altın ve gümüş küpeler geçirip azat etmiştir.

Anzele kaynağı kullanım alanının genişlemesi ve halkın daha büyük bir bölümünün faydalanması amacıyla kollara bölünmüştür. Kaynak iki ana kola, ikinci ana kol ise, üç ara kola ayrılır.

Birinci ana kol, Göl Cami'ne varıp daha sonra İskenderpaşa Mahallesi'nin doğusundan devam eder.

İkinci ana kol ise güney istikametinde devam eder ve ara kollara ayrılır. Bu kolun taksim yerine İskenderpaşa Mütevellisi ile şehir halkı birlikte karar vermiştir. 1934 yılında beyaz mermer üzerine bu yollar işlenmiştir. Yolların işlendiği bu levhaya Taksim Levhası denir. Bu levhaya göre, Şeyh Yusuf Cami, Urfa Kapı civarındaki 1957 yılında belediye tarafından yıktırılan Hariroğlu Vakfı Hamamı ve Ali Paşa Cami ana kolu temsil ederken bu kolda kendi içinde kollara ayrılarak Mardin Kapı civarındaki Sultan Şüca Çeşmesi, Hüsrev Paşa Cami'ne varırken diğer bir ara kol Akkoyunlardan kalma Hacı Ahmet Cami ile Abdipaşa kuyusu yoluyla Mirseyyaf Türbesi civarından uzayıp gitmektedir. Şimdiki Merkez Postanesinin batı yanında bulunan bugün harap olmuş olan Göl Cami'nin güneyinde bulunan Yalı Bahçesi 'nede bir ara kola daha ayrılmaktadır. İkinci kolu, Azizoğlu Tekkesiyle Akarbaşına kadar uzanır. Üçüncü kol ise şehrin daha yukarılarını besler. Bu kolun bir şubesi Çardaklı Hamamı civarından akar ve civar mahallelerde kullanılır.

Daha birçok yer ve mahallelere erişen bu coşkun suyun ve diğer bir kaynak olan Kal'a kaynağının kentleşmede önemi çok büyüktür. Çünkü İlk ve Ortaçağlarda zorlu kuşatmalara dayanmak için alınması gereken en önemli tedbir sudur. Bu nedenle eski çağlarda dağıtım amaçlı yapılan suyolları yapımında gösterilen fenni ustalık çok büyüktür. Gözeli 'den getirilen Hamravat suyu şehre ulaşmadan önce memleketi idare edenler Anzele ve Kal'a su kaynağının etrafında ikamet ettikleri gibi kamuya ait kuruluşlarda bu kısımlarda inşa edilmiştir. Fakat bundan 60-70 yıl önce halkın halılarını, yünlerini, çamaşırlarını yıkadığı, içme suyu olarak kullandığı bu kaynak

bugün çeşitli nedenlerden ötürü hizmet dışı kalmış olup şuan bu sudan istifada edilememektedir.

- Alidede kaynağı

Mehmed'in Mahallesinde Siirtli Hacı Yasin Ağa'nın evinin altında Zir-i Zemin denilen yerden çıkan Alidede kaynağı doğu ve güney istikametlerindeki kanallardan Mehmed'in Mahalleyi ve civar semtlerin su ihtiyacını gidermekteydi [95].

8.3.1.2. Dışardan getirilen kaynaklar

- Ulu Cami Payas suyu

Dışardan getirilen bu su Evliya Çelebi Seyahatnamesinde Ali Pınar suyu olarak da geçmektedir. Ayrıca bu suya Cami-i Kebir suyu da denmektedir. Bu su Ulu Cami'nin tuvalet ve şadırvanlarının su ihtiyacını gidermek için kullanılmıştır [95].

- Kaynar'dan getirilen İbrahim Bey suyu

1960'larda kullanılan Payas köyü istikametindeki Tala-Kaynar mevkiinden getirilen İbrahim Bey Vakfı'na ait suyun XV. yüzyıl sonlarında Akkoyunlu İbrahim Bey'in kendi adını verdiği caminin inşaatı sırasında getirilmiş olabileceği düşünülmektedir. Bu cami bulunduğu mahalleye de adını vermektedir [95].

- Payas'tan getirilen Özdemiroğlu Osman Paşa suyu

Özdemiroğlu Osman Paşa suyunun dağılımı İbrahim Bey suyu ile aynıdır. Bu durum göz önünde bulundurulursa bu su kaynağının da aslında İbrahim Bey suyu olduğu anlaşılır. Büyük bir ihtimalle Özdemiroğlu Osman Paşa bu suyunu tamir ettirdiğinden dolayı bu adla anılmış olabilir [95].

8.3.1.2.4. Hamravat suyu

Diyarbakır tarihinde önemli bir yere sahip olan Hamravat suyunun kaynağı, şehrin batısında 14 km. mesafede bulunan, eski adıyla Serapgüzeli, bugün ise Çölgüzeli köyü olarak bilinen Gözeli mevkiindedir. Şehre bu kaynaktan su, isale hattı ile getirilmiştir. Bu hat, Osmanlı döneminde Diyarbakır'da yapılan en eski hat olup, 1535 yılında Kanuni Sultan Süleyman'ın emriyle Mimar Sinan'ın kalfası olan Kastamonulu Kasım Çelebi tarafından 2,5-3 yılda yapılmıştır [112]. 930 yıllarında ilkel, toprak suyollarıyla kente ulaşan Hamravat suyu, Kanuni Sultan Süleyman zamanında sağlam ve gizli kanallarla bir yere kadar getirildikten sonra yapılan su kemerlerinin üstünden sur içindeki depoya ulaştırılarak kente dağıtılmıştır. Su kemerleri, birbirine iyice geçmiş ve çok muntazam yontulmuş taşlardan yapılmış olup şehre yaklaşık 3,5-4 m. genişliğine ulaşmaktadır. 27 müstakil ayak üzerine inşa edilen bu kemerlerin ayakları siyah volkanik taşlardan yapılmıştır. Urfa ve Dağ kapı arasından şehre girdiği söylenen kemerler günümüze ulaşmazken, yeraltı su hatları ise geliştirilerek günümüzde kullanılmaktadır. XVI. yüzyılda yapılan kemerler ve ishale hatları çok sonralardaki mühendislerin bile imrenerek baktıkları ince ve derin hesaplarla, kaynağın irtifa seviyesini, geçtiği eğrili ve tümsekli yerlerde hiç kaybetmemek için tünellerden geçirilerek ve Bağlar mevkiinde 31 m. yüksekliği sağlanarak yüksek evlerin en üst katlarına çıkabilecek bir boy ve durumda kalacak şekilde yapılmıştır [113]. XIX. yüzyılda en az beş defa tamir gören Hamravat suyunun en geniş çaplı onarımlarını şehrin genişlemesi, nüfusun artması ve bunlara bağlı olarak da suyun temizliğinde ve miktarında azalma meydana geldiği için XX. yüzyılın başlarında ve ortalarında geçirmiştir. Sırasıyla dönemin valileri Mehmed Nazım Paşa ve Nizamettin Ataker tarafından kanallar tamirata alınıp, borular ilk olarak üç yüzlük daha sonra beş yüzlük borularla değiştirilmiştir Boru değişimlerinin yanı sıra Hamravat suyuna karışan sular da demir borulara alınarak Hamravattan ayrılmıştır. Bu onarımlar neticesinde su dağıtımında sur dışı tamamen ihmal edilmiştir ve Yenikapı hariç Diyarbakır'ın tüm semtlerine ulaşması sağlanmıştır [94].

Şehrin her tarafına dağıtılmaya çalışılan bu suya Evliya Çelebi'de Seyahatnamesinde yer vermiştir: [110]

“....Eski bilginler, bu Hamravat suyu içine pamuk koyup sonra yine tartmışlardır. İstanbul’da Eski Saray kapısı önündeki biricik çeşme suyundan ıslanıp kuruyan pamuk ile bu Diyarbakir Hamravat Suyunun pamukları beraber tartılmıştır. Bu kadar hafif sudur. Eğer pamuğu ağır olsa, acı olup faydasızlığına delalet ederdi.

Bu suyun özelliği ve güzelliği sadece Diyarbakır sınırları içinde kalmamış şehirlerarasında da yayılmıştır. Osmanoğullarından İbrahim Han bu suyun ününü duyunca, suyu kendisine getirmesi için kapıcı başısını suyu almak üzere Diyarbakır’a göndermiştir. O zamanın Kara – Amid valisi olan Melek Ahmet Paşa İbrahim Han’ın bu isteğini hemen yerin getirmek için onar okka su alır, altı adet gümüşten, altı adet kurşundan altı adet tutyadan ve altı adet çam boduçlarından olmak üzere toplam yirmi dört adet güğüme suları doldurup, ağızlarını mühürleyip saraya teslim etti. Allah’ın hikmeti ki bu soğuk su İstanbul’a girdiği gün, yeni padişahın tahta oturduğu gün olup, bu Hamravat suyu Sultan İbrahim’in oğlu Dördüncü Mehmet Han’a nasip olmuştur.1056 Recebinin on sekizinci cumartesi günü, ikindiden sonra tahta oturduğu vakit ilk olarak Hamravat Suyunu içmiştir. Yani bu su Diyarbakır’ın Yüz Suyudur.

Yukarda bahsetmiş olduğumuz suriçi ve surdişi kaynakların mecralarının bazen aynı cami (örneğin Ulu Cami) ve mahallenin (örneğin İbrahim Bey) su ihtiyacını karşılamalarına rağmen birbirlerine karışmadıkları görülmektedir. Buradan dağılımlarının sistematik bir şekilde yapıldığı anlaşılmaktadır. Örneğin Hamravat suyu Dağ Kapı’dan başlayıp suya en çok ihtiyaç duyulan Ulu Cami ve çarşılar kadar vardığı gibi, diğer sularla karışmadan İbrahim Bey mahallesinin de su ihtiyacını gidermekteydi.

8.3.2. Cumhuriyet sonrası

Cumhuriyet döneminde 1935 yılında Vakıflar İdaresi tarafından şehre su şebekesi döşenmiştir. Bu şebeke font olup su kayıpları yüksektir. Bu şebekenin bir kısmı hala Sur içi ve Yenişehir bölgelerinde kullanılmaktadır. Şehrin artan içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere ilk planlı çalışma 1972 yılında başlamıştır. Gözeli kaynağından 11

km uzunluğunda 1000 mm çapında ön gerilmeli beton borularla bir isale hattı döşenmiş ve bu hattın sonunda $3 \times 3000 \text{ m}^3$ 'lük toplam 9000 m^3 hacimli bir toplama deposu inşa edilmiştir. 1980 yılında artan nüfusla birlikte mevcut su, ihtiyacı karşılayamayacak duruma gelmiş ve İller Bankası Dicle Vadisinde 5 adet keson kuyu açmıştır. Ancak bu kuyulardan istenilen verim alınamamıştır. Bunun üzerine 1982 yılında İller Bankası DSİ Genel Müdürlüğüne müracaat ederek Gözeli havzasında 8 adet derin kuyu açtırmış ve 279 lt/sn 'lik su temin ederek bunu mevcut isale hattına aktarmıştır. İsale hattının fiziksel ve hidrolik parametrelerinin yeterli gelmemesi üzerine DSİ Genel Müdürlüğü 1986 yılında Gözeli mevkiinde 12 adet yeni kuyu açarak 362 lt/sn su ilavesi sağlamıştır. Gözeli havzasından elde edilen bu sular 75 m^3 'lük toplama odasına direkt terfi edilerek yaklaşık 9600 m. uzunluğunda 700 mm çapındaki borularla mevcut dağıtım odasına ve oradan da üç gözlü depoya verilmiştir.

1980 yılından sonra bölgedeki gelişmeler ve diğer faktörler kent nüfusunu hızla katlayarak mevcut altyapının yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu amaçla içme suyu şebekesinin yenilenmesi çalışmaları başlatılmış bir yandan da 2025 yılına kadar şehrin su ihtiyacını karşılamak üzere yer altı suları yerine yüzeysel sulardan yararlanılması alternatifini üzerinde durulmuştur.

Öncelikle Devegeçidi Barajından su temini için çalışılmış ancak kirlilik parametrelerinin çok yüksek olması nedeniyle buradan vazgeçilerek Dicle Barajından su teminine gidilmiştir. Dicle Barajından su temini işi DSİ tarafından yürütülmüştür. DSİ Diyarbakır İçme Suyu Projesini 3 bölüme ayırmış ve her üç bölümü ayrı ayrı ihale edilmiştir. Bu projenin önemli bölümünü oluşturan 1600 mm'lik ana isale hattı, pompa istasyonu, arıtma tesisi ve enerji iletim hattı tamamlanarak devreye alınmıştır. 2001 Haziran ayından itibaren de şehre düzenli olarak su verilmeye başlanmıştır [114].

8.4. Diyarbakır Tarihi Su Yolları

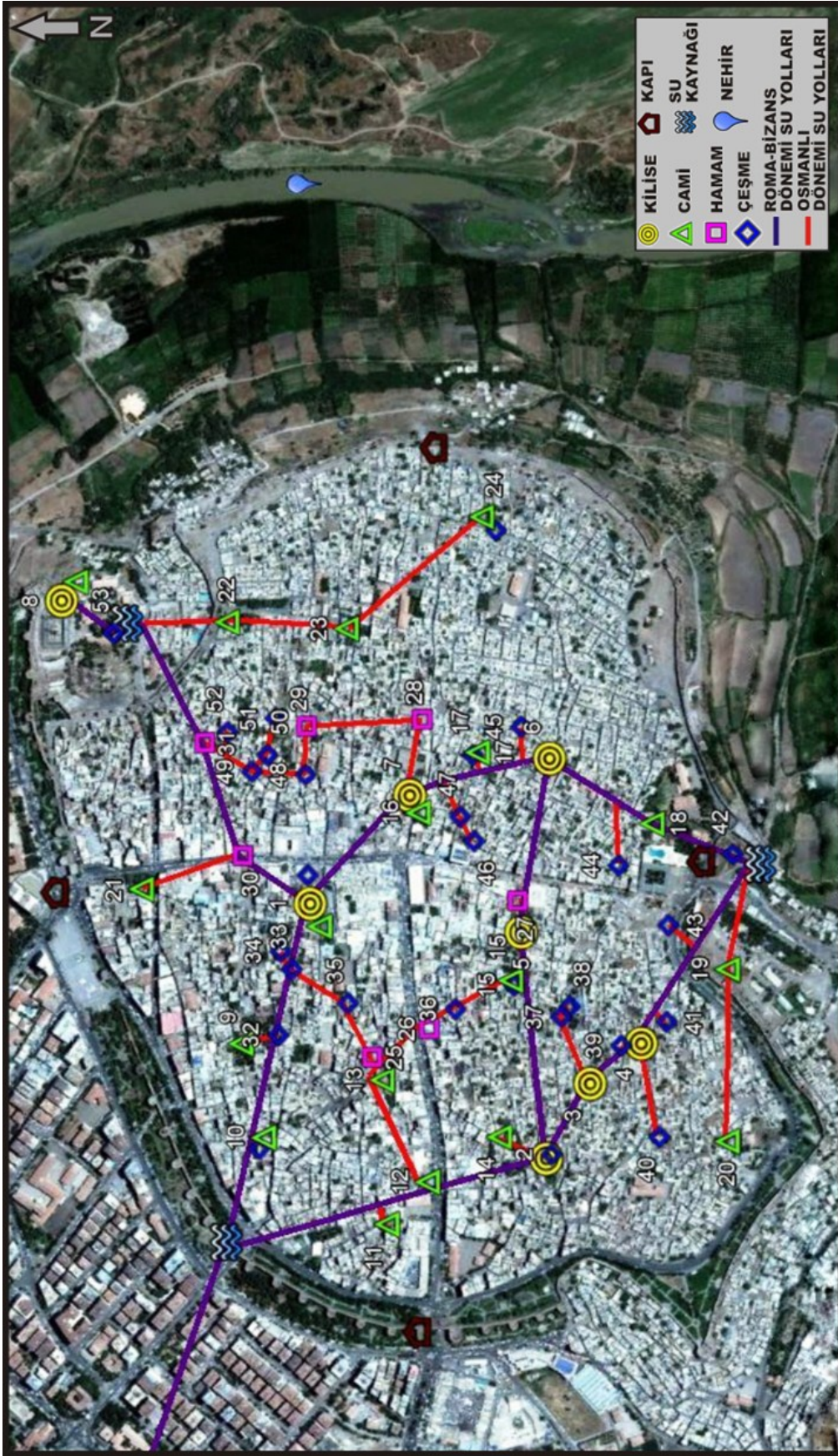
Diyarbakır'ın tarihi su yollarını anlatmamızın sebebi Ulu Cami avlusunda ve çevresinde yaptığımız jeofizik ölçülerden elde edilen sonuçlardır. Çünkü öz direnç ölçüleri sonucunda Ulu Cami'nin altında geometrik alanlar içinde büyük su alanları gözlenmiştir. Ulu Cami'nin şadırvanından yılın 12 ayı eksik olmayan ve kaynağı bilinmeyen bu su öz direnç verilerini doğrulamaktadır. Havuzda bulunan suyun kaynağının bilinmemesi buraya suyu taşıyan yolun arkeolojik zaman içinde yapıldığını düşündürmekte ve Diyarbakır tarihi su yollarını araştırmayı gerekli kılmaktadır.

Diyarbakır'ın eski su kaynakları hakkındaki bilgiler yukarıda verilmiştir. Tarihi su yollarının var olduğu, hatta su kemerlerinin resimleri olduğu halde günümüze kadar gelemediği hakkında bilgiler bulunmaktadır. Fakat şehre suyun taşınmasını sağlayan sistem hakkında ayrıntılı bir bilgiye ulaşılamamıştır. Çalışma alanı olan Diyarbakır Ulu Cami'de günümüzde bile çok verimli bir su mevcuttur. Bu su, cami şadırvanında devamlı olarak akmaktadır. Suyun Ulu Camiye hangi su sistemi ile taşındığı ise bilinmemektedir. Bu suyun taşınmasını sağlayan kanalların şehrin nerelerinden geçebileceği planlanmaya çalışılmıştır. Bu amaca yönelik olarak yapılan araştırmalar, şehrin kurulduğu alanda üç su kaynağı bulunduğunu göstermektedir. Bunlar Kal'a, Anzele ve Alidede kaynaklarıdır (Şekil 8.2). Şehre suyun bu üç kaynaktan taşınmasını sağlayan sistemin Roma döneminde kurulduğu, Bizans ve Osmanlı dönemlerinde geliştirildiği düşünülmektedir. Sistemin Roma döneminde kurulması düşüncesinin ortaya çıkmasını sağlayan en önemli neden antik çağ mimarisi, şehir planları ve su taşıma sistemleri ile ünlü Romalıların bu bölgede 342 yıl hüküm sürmesidir. Bizans ve Osmanlıların bu sisteme eklemeler yaparak geliştirilmesini sağladığına en iyi delil ise Ulu Camidir. Ulu Cami'de Roma, Bizans ve Osmanlı dönemleri mimari yapıları günümüzde bile mevcut olup, buranın Bizans döneminde Mar Thoma kilisesi olarak kullanıldığı bilinmektedir [1].

Diyarbakır tarihi su sistemini çizebilmek için antik yapıların (kilise, camii, hamam, çeşme gibi) şehirde nerelerde konumlandığı tespit edilmiştir. Tarihi yaşam boyunca insanlar dini ibadet yerlerine çok önem vermiş, mutlaka alt yapılarını o mekânlara

kurmuşlardır. Bu nedenle Diyarbakır surları içinde Roma-Bizans dönemlerinde yapılan ve günümüze kadar ayakta kalan kiliselerin yerleri belirlenerek şehre yakın su kaynaklarından bu kiliselere su kanalları çizilmiştir (Şekil 8.2).

Roma-Bizans dönemleri sonrası bölgede Osmanlı dönemi başladığı için camiler, hamamlar ve çeşmeler dikkate alınarak Şekil 8.2'deki harita üzerinde Osmanlı döneminde yapılan su yolları işaretlenmiştir. Su yolları çizilirken tarihi yapıların önemine göre dağılım yapılmıştır(camiden hamamlara ve çeşmelere). Şekil 8.2'de ki çizimde de görüldüğü gibi Osmanlı, Roma-Bizans yapılarını kullanmış ve geliştirmiştir. Şehirde birçok amaçla kullanılan sur içi kaynaklarının artan kullanım nedeniyle kuruması sonucu şehirde su sıkıntısı yaşanmaktaydı. İran seferinden hasta olarak dönen ve Karacadağ eteklerinde konaklayıp Hamravat suyu ile sağlığına kavuşan Kanuni Sultan Süleyman halkın su sıkıntısı çektiğini biliyordu. Bu yüzden kendisini sağlığına kavuşturan bu suya minnetini ödemek için Hamravat suyunu Karacadağ'dan gizli kanallarla Payas'a oradan da kemerlerle şehre getirtmiştir. Ulu Cami Suyu olarak da bilinen Payas suyunun da Roma-Bizans döneminde şehre kanallarla getirildiği ve bu kanalların daha sonra Hamravat suyunu taşımak için kullanıldığı bilinmektedir.



Şekil 8.2. Diyarbakır ili Roma-Bizans ve Osmanlı Dönemi su yolları

Tablo 8.1 Şekil 8.2’de işaretlenen tarihi yapıların açıklaması

<i>Şekil 8.2’de tarihi yapılara verilen numaralar</i>	<i>KİLİSE</i>	<i>CAMI</i>	<i>HAMAM</i>	<i>ÇEŞME</i>
1 Numara	Mar Thoma	Ulu Cami		Zinciriye
2 Numara	Meryem Ana Kilisesi			
3 Numara	Mar Kosma Kilisesi			
4 Numara	Dumyana-Hızır İlyas Kilisesi			
5 Numara	Vaftizci Mar-Yuhanna Kilisesi			
6 Numara	Ermeni Kilisesi			
7 Numara	Kaldani Kilisesi			
8 Numara	Saint Croc Kilisesi	Hz. Süleyman Cami		
9 Numara		İskender Paşa Cami		
10 Numara		Hanzade Cami		Hanzade Cami Çeşmesi
11 Numara		Şeyh Yusuf Cami		
12 Numara		Melik Ahmet Cami		
13 Numara		Safa Cami		
14 Numara		Lala Bey Cami		

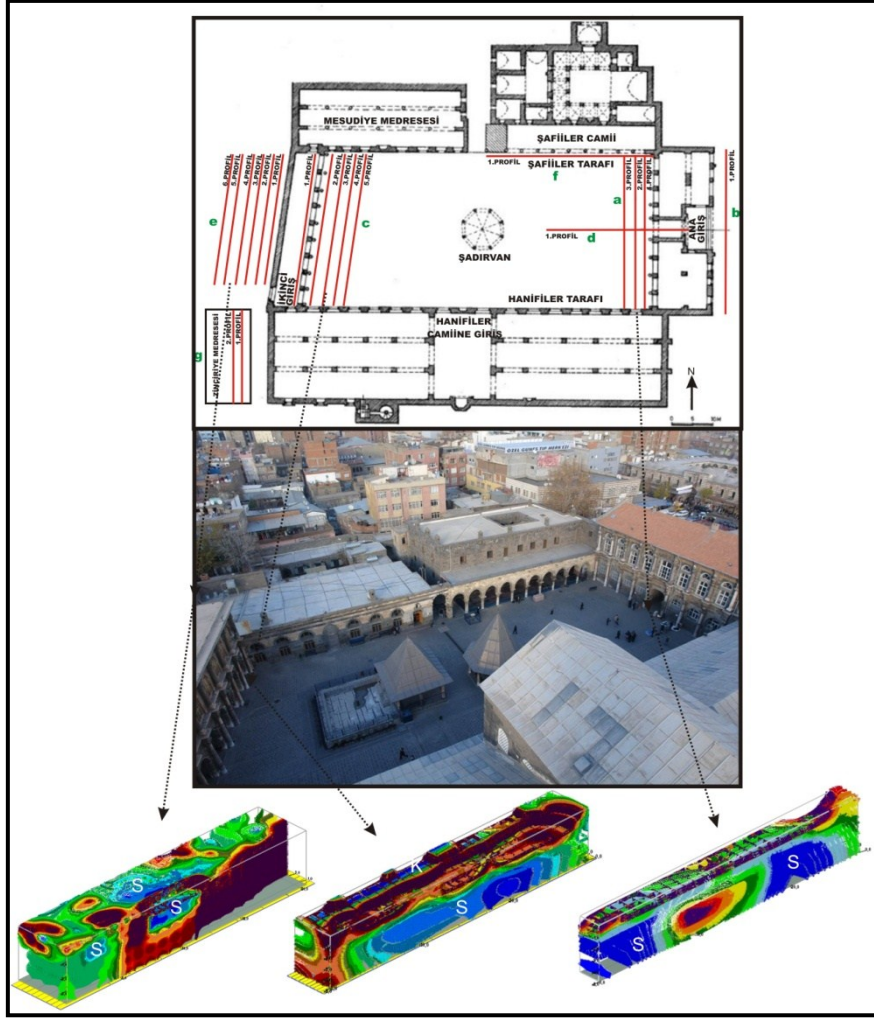
15 Numara		Behram Paşa Cami		Behram Paşa Cami Çeşmesi
16 Numara		Dört Ayaklı Cami		
17 Numara		Hasırlı Cami		Hasırlı Cami Çeşmesi
18 Numara		Hüsrev Paşa Cami		
19 Numara		Hız. Ömer Cami		
20 Numara		Ali Paşa Cami		
21 Numara		Nebi Cami		
22 Numara		Nasuh Paşa Cami		
23 Numara		Fatih Paşa Kurşunlu Cami		
24 Numara		Arap Şeyh Cami		Arap Şeyh Çeşmesi
25 Numara			Kadı Hamamı	
26 Numara			Melik Ahmet Paşa Hamamı	
27 Numara			Deva(Dava) Hamamı	
28 Numara			Paşa Hamamı	
29 Numara			Çardaklı Hamamı	
30 Numara			Vahabağa Hamamı	

31 Numara			Cemşit Hamamı	
32 Numara				Telgrafhane sokak Çeşmesi
33 Numara				Pamukçu sokak Çeşmesi
34 Numara				Sahabe Paşa Çeşmesi
35 Numara				Tahtalı Katsal sokak çeşmesi
36 Numara				Lala Bey Çeşmesi
37 Numara				Köylü Sokak Çeşmesi
38 Numara				Binici sokak Çeşmesi
39 Numara				Karabulut sokak Çeşmesi
40 Numara				Talu sokak Çeşmesi
41 Numara				Bağcılar sokak Çeşmesi
42 Numara				Hatun Katsal Çeşmesi
43 Numara				Sultan Şüca Çeşmesi
44 Numara				Hüsrev Paşa sokak Çeşmesi
45 Numara				Zağlı sokak Çeşmesi
46 Numara				İshak Sukuti sokak Çeşmesi

47 Numara				Kavas-ı Sagir Çeşmesi
48 Numara				Kadı Cami geçidi Çeşmesi
49 Numara				Yiğit Ahmet sokak Çeşmesi
50 Numara				Develi sokak Çeşmesi
51 Numara				İbrahim Bey Çeşmesi
52 Numara				Yukarı Karataş sokak Çeşmesi
53 Numara				Aslanlı Çeşme

8.5. Jeofizik Veriler İle Tarihi Bilgilerin Karşılaştırılması

Diyarbakır şehrinin kurulması M.Ö. VII. bin yılları tarihine kadar uzanmaktadır [74]. Bir önceki bölümde bu şehre tarihi zaman içinde içme ve kullanma suyunun çeşitli su kaynaklarından nasıl taşındığını gösteren su yolları açıklanmıştır. Ulu caminin arkeolojik tarih içinde Mar Thoma kilisesi olarak kullanıldığı bilinmektedir [1]. Bu nedenle bu caminin su yollarının eski tarihe dayandığını yorumlamak çokta zor değildir. Ulu caminin avlusunda bulunan şadırvandan akan suyun hangi yollarla, nereden geldiğinin bilinmemesi de bu suyun yakın tarihimizde oluşturulan bir su sistemiyle getirilmediğinin bir delilidir.



Şekil 8.3. Ulu Cami avlu içi, batı kapı sütun kenarı ve Ulu cami arkası bölgelerinden elde edilen üç boyutlu görüntülerin konumlarına uygun olarak yerleştirilmesi

Ulu cami avlu içi, batı kapı sütun kenarı ve Ulu cami arkası bölgelerinden elde edilen üç boyutlu görüntüler konumlarına uygun olarak Şekil 8.3’de verilmiştir. Bu görüntülerde S olarak isimlendirilen alanların su olduğu düşünüldüğünde avlu içinde su havuzu ve buna bağlı kanalların görünümü ortaya çıkmaktadır. Havuzun geniş bir alana yayılmış olması cami avlusunun altının su sarnıcı olabileceğini düşündürmektedir. Büyük kanal görüntüsü oluşturan alanlardan ise şehre su dağıldığı söylenebilir. Tarihi araştırmalar sonucunda çizilen su yolları haritasıyla Ulu cami ’de yapılan jeofizik araştırmalar sonucunda elde edilen veriler birbirleriyle örtüşmektedir.

BÖLÜM 9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma alanımız olan Ulu Cami, Diyarbakır il merkezinde, surlar arasında Balıkcılarbaşı semtinde bulunmaktadır. Birçok medeniyeti içinde barındırması sebebiyle tarihte oldukça önemli bir yere sahiptir. Anadolu'nun en eski camisi olan bu caminin yapım tarihi tam bilinmemekle birlikte Hz. Musa zamanında (M.Ö. XIII. yy) yapıldığı söylenmektedir. Cami, Roma ve Bizans döneminde Mar Thoma Kilise'si olarak kullanılmıştır. Ulu Cami bu üç medeniyetin izlerini yansıtmaması nedeniyle tarihte önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, cami duvarlarının ve avluda yer alan sütunların temel derinliğini bulmak ayrıca avlu içinde yeraltında gömülü bir yapı olup olmadığının araştırılmasıdır. Bu amaca yönelik jeofizik yöntemlerden manyetik, yer radarı ve elektrik yöntemler kullanılmıştır. Manyetik yöntemin uygulanması yüzeyde bulunan bozucu etkiler sebebiyle başarısız olmuştur. Bu etkiler çevrede bulunan elektrik trafosu, elektrik kabloları, sütunların dağılmaması için bağlanan demirlerin paslanması ve yoğun metal yapılarıdır. Yer altında bol miktarda su olduğu için radar yöntemi de başarısız olmuştur. Elektrik yöntemin uygulanmasına karar verilmiştir. Bu yöntemin Ulu Cami avlu zeminine döşenmiş olan bazalt üzerinde uygulanması oldukça zordur. Yöntemi uygulayabilmek için elektrotların bazalt zemine yerleştirilmesinin nasıl yapılacağı ve akımın yer altına nasıl iletileceği düşünülmüştür. Profil boyunca 1 metre aralıklarla hilti yardımıyla elektrot çapına uygun olacak şekilde 15-20 cm derinliğinde delikler oluşturulmuş ve elektrotlar bu deliklere yerleştirilmiştir. Bazalt ile elektrot arasında oluşan kontak direnç tuzlu su yardımıyla minimuma indirilmiş ve elektrotlardan akımın geçirilmesinde başarılı olunmuştur.

Daha önce G. N. Tsokas ve diğ. tarafından Atina'da bulunan Kapnikarea kilisesinde benzeri bir çalışma yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada, bazalt zemin üzerine elektrotların yerleştirilmesinin zorluğu nedeniyle düz taban (flat base) olarak adlandırılan elektrotlar kullanılmış ve bunlar zemine iletken bir jelle monte edilmiştir. Elektrik yöntemin bazalt zemin üzerinde uygulanması ve ölçü sonuçlarının başarılı olması bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

Elektrik ölçümlerin uygulanması amacıyla 7 bölge oluşturulmuştur. Bu bölgeler, Ana Kapı Avlu İçi, Ana Kapı Girişi Dışı, Batı Kapısı Sütun Kenarı, Ana Kapı Şadırvan Arası, Ulu Cami Arkası Şafiler Sütun Kenarı ve Zinciriye'dir. Ölçü alanlarının boyutlarına ve şekillerine göre profil sayıları ve boyları farklı alınmıştır. Ana kapı avlu içi alanında 3 profil, ana kapı giriş dışında 1 profil, batı kapısı sütun kenarında 5 profil, ana kapı şadırvan arasında 1 profil, Ulu Cami arkasında 6 profil, Şafiler sütun kenarında 1 profil ve Zinciriye bölgesinde 2 profil olmak üzere toplam 19 profil oluşturulmuştur. Profil ve elektrot aralıkları amaca uygun olarak 1 metre seçilmiştir. Elektrik ölçümler ARES GF çok kanallı rezistivite cihazı ile yapılmıştır. Dizilim çeşidi olarak wenner seçilmiştir.

Bu çalışmada arazide elde edilen elektrik verilerin değerlendirilmesinde ters çözüm teknikleri kullanılmıştır. Ters çözüm yönteminden elde edilen elektrik öz direnç verileri RESDIN2V ve RESDIN3V programları kullanılarak iki boyutlu yatay ve düşey kesitler haline dönüştürülmüştür. RESDIN3V programından elde edilen veriler, RockWorks programı yardımı ile üç boyutlu görüntü haline dönüştürülmüştür. Bu kesitler ve görüntülerden elde edilen verilere göre arazi hakkında yorum yapılmıştır. 7 bölgeden elde edilen sonuçlar ve yorumlar aşağıdaki gibidir;

a. Ana kapı avlu içi bölgesi: Ana kapı avlu içi bölgesinde bulunan sütunların etrafındaki alanın temel yapı derinliklerini bulabilmek ve yeraltında gömülü bir arkeolojik yapı olup olmadığını araştırmak amacıyla oluşturulan düşey kesitlere, üstten görünüş haritalarına ve üç boyutlu görüntülere bakıldığında;

A alanı sıg derinlikteki jeolojik birimi temsil etmektedir. Bu alana ait özdirenç değerleri 77–2853.7 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 0 metre olup temel yapısıdır.

S alanına ait özdirenç değerleri 3.5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan iki parça halinde görülmektedir. Üst yüzey derinlikleri 1.08 metredir. Bu iki parça toplam alanın büyük bir kısmını kaplamakta olup araya sadece B alanı girmektedir. S alanı geometrik bir şekle sahiptir. A ve B alanlarındaki özdirenç değerlerine göre S alanının özdirenç değerinin çok düşük olması (3.5 ohm.m) bu alanın su ile kaplı olduğunu göstermektedir. Üst yüzey derinliği 1.08 metre, boyutları 7 m x 2 m x 3.30 metre olan bu alan üstü kapalı bir havuz görünümünü oluşturmaktadır.

B alanına ait özdirenç değerleri 77–2853.7 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 1.08 metre olan oluşum 7 m x 2 m x 4 m boyutlarında olup S alanı gibi geometrik bir şekle sahiptir. Bu oluşum su havuzunu oluşturan yapı parçasıdır. C alanına ait özdirenç değerleri 35–58 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 0.5 metredir. C alanı B alanını ile geometrik olarak bir bütündür. Sadece B alanın özdirenci C alanından daha yüksektir.

Bir bütün olduğu düşünölen B ve C alanlarından C'nin özdirencinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir. A ile B alanı arasında kalmış S alanının bir parçası görülmektedir. Üst yüzey derinliği 0.5 metre olan bu alan yaklaşık 9 m x 1 m x 0.5 m. boyutlarına sahiptir. Düşey kesitlerde, üstten görünüş haritalarında ve 3 boyutlu görüntülerde açıkça gözüken bu alanın su kanalı olduğu düşünölmektedir.

b. Ana kapı girişi dışı bölgesi: Ulu cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitlerde yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığı görölmüştür. Ulu Cami dışında da bu alanların devam edip etmediği ve yeraltında gömülü olduğu düşünölen arkeolojik yapıların araştırılması amacıyla oluşturulan düşey kesite bakıldığında;

S alanına ait özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasında değişmektedir. Üst yüzey derinliği 2.5 metre olan bu alan yaklaşık 21 m x 2.31 m boyutlarına sahiptir. Özdirenç değerlerinin çok düşük olması bu alanın su ile kaplı olduğunu göstermektedir.

A alanına ait özdirenç değerleri 70-148 ohm.m., H alanının özdirenç değerleri 40-148 ohm.m ve I alanının özdirenç değerleri 40-148 ohm.m, L alanının özdirenç değerleri 70-148 ohm.m arasında değişmektedir. J alanının özdirenç değerleri H ve I alanından daha düşük, 40-58 ohm.m arasında olup bu alan yaklaşık 5 m x 1.80 m boyutlarında kare şeklinde geometrik bir şekle sahiptir. A, H, I ve J alanlarının hepsinin üst yüzey derinliği 0 metre olup temel yapısını temsil etmektedirler.

A, H, I, J ve L alanları bir bütündür. A alanına göre H, I ve L alanlarının özdirenç değerlerinin düşük olması gözeneklerinin suya doymun olduğunu göstermektedir. J alanının özdirenç değeri ise, H, I ve L alanlarına göre daha düşüktür. Buda diğer üç alana göre J alanının gözeneklerinin suya daha da doymun olduğunu göstermektedir.

K alanına ait özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 0.50 metre olan bu alan yaklaşık 1 m x 2 m boyutlarında olup dikdörtgen şeklindedir. K alanında özdirenç değerinin diğer alanlara göre çok düşük olması suyun varlığına işaret etmektedir. Bu alanın bir su kuyusu olduğu düşey kesitte açıkça görülmektedir.

c. Batı kapısı sütun kenarı: Batı kapısı sütun kenarı bölgesinde temel yapı derinliklerini bulabilmek ve yeraltında gömülü bir arkeolojik yapı olup olmadığını araştırmak amacıyla oluşturulan düşey kesitlere, üstten görünüş haritalarına ve üç boyutlu görüntülere bakıldığında;

A alanı sığ derinlikteki jeolojik birimi temsil etmektedir. Bu alana ait özdirenç değerleri 77-8461 ohm.m arasındadır. A alanı 0-1.74 metre arasında yer almakta olup derine inildikçe x ekseni boyunca kapladığı alanın azaldığı görülmüştür. Diğer çalışma bölgelerindeki A alanlarına göre bu bölgedeki A alanının özdirençinin çok

yüksek olduğu görülmektedir. Buda A olarak isimlendirilen alanda, boşluklu küçük ya da gevşek alanlar olabileceğini göstermektedir. B alanının öz direnç değerleri 41-65-ohm.m arasında olup üst yüzey derinliği 0 metredir. Bu alanın, A alanının devamı olduğu düşünülmektedir. A alanına göre düşük öz dirence sahip olmasının nedeninin gözeneklerinin suya doymun olduğu düşüncesidir.

S alanına ait öz direnç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 1.08-4.38 metre arasında olan bu alan yaklaşık 18 m x 4 m x 3.30 m boyutlarına sahip olup geniş bir alan kaplamaktadır. Öz direnç değerlerinin çok düşük olması bu alanın su ile kaplı olduğunu göstermektedir. S alanı üstü kapalı bir havuz görünümü oluşturmaktadır.

K alanına ait öz direnç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 0.75 metre olan bu geometrik alan yaklaşık 21 m x 3 m x 1 m boyutlarına sahiptir. Batı kapı sütun kenarı bölgesinden elde edilen, düşey kesitlere, üstten görünüş haritalarına ve üç boyutlu görüntülere bakıldığında K alanının bir su kanalı olduğu görülmektedir.

G alanına ait öz direnç değerleri 35-58 ohm.m arasında olup üstten görünüş haritalarında 1.74-2.50 metre derinlikleri arasında yer almaktadır. E alanına ait öz direnç değerleri 35-77 ohm.m arasında olup 1.74-2.5 metre derinlikleri arasındadır. M alanına ait öz direnç değerleri ise, 58-83 ohm.m arasında olup 2.50-4.38 metre derinlikleri arasındadır. G ve E'nin M alanının üst parçası olduğu düşünülmektedir.

F alanına ait öz direnç değerleri 35-58 ohm.m arasındadır. Bu alanın üst yüzey derinliği 1.74 metre olup yaklaşık 5 m x 4 m x 1.8 m boyutlarına sahiptir.

Cami avlusunun doğusunda yer alan ana kapı avlu içi bölgesi ile batısında yer alan batı kapı sütun kenarı bölgesinden elde edilen üstten görünüş haritaları ve üç boyutlu görüntüleri bir havuz görüntüsü oluşturmaktadır. Bu da bize avlu içinin tamamının bir su havuzu olabileceğini düşündürmektedir.

d. Ana kapı şadırvan arası bölgesi: Ulu cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitler yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığını göstermiştir. Ana kapı şadırvan arasında da bu alanların devam edip etmediği ve yeraltında gömülü olduğu düşünülen arkeolojik yapıların araştırılması amacıyla oluşturulan düşey kesite bakıldığında;

A alanına ait özdirenç değerleri 70-610 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 0 metre olan bu alan yaklaşık 24 m x 1.25 m boyutlarına sahip olup temel yapısıdır.

S alanının özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan iki parça halinde görülmektedir. Her iki parçanın da üst yüzey derinliği 0.76 metre olup yaklaşık 0.76 m x 4.04 m boyutlarına sahiptirler. S alanının özdirenç değerinin çok düşük olması (5 ohm.m) bu alanın su ile kaplı olduğunu göstermektedir.

B alanının özdirenç değerleri ise 58-610 ohm.m arasında olup 1.56-4.80 metre derinlikleri arasında görülmektedir. B alanı bu derinliklerde su ile temas halindedir. C alanının özdirenç değerleri ise, 29-58 ohm.m arasında değişmekte olup üst yüzey derinliği 0.76 metredir. Bu tanımlamayı yaptıktan sonra bir bütün olduğu düşünülen B ve C alanlarından C'nin özdirencinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir.

Ana kapı şadırvan arası alanında oluşturulan profilden elde edilen düşey kesite bakıldığında A, B ve C alanları arasında kalmış S alanının bir parçası görülmektedir. Üst yüzey derinliği 0.76 metre olan bu alan yaklaşık 13 m x 0.8 m boyutlarında olup geometrik bir şekle sahiptir. Özdirenci düşük olan bu alanın bir su kanalı olduğu düşünülmektedir.

e. Ulu Cami Arkası Bölgesi: Ulu Cami arkası bölgesi, batı kapısının bulunduğu cami duvarına paralel ve caminin arkasında bulunmaktadır. Ulu cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitler yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığını göstermiştir. Ulu cami arkasında da bu alanların devam edip etmediği ve yeraltında gömülü bir arkeolojik yapı olup olmadığını araştırmak

amacıyla oluşturulan düşey kesitlere, üstten görünüş haritalarına ve üç boyutlu görüntülere bakıldığında;

S alanının özdirenç değerleri 2.7-29 ohm.m arasındadır. Bu alanın üst yüzey derinliği 0.50 metre olup yaklaşık 15 m x 4 m x 3.30 m. boyutlarına sahiptir. S alanı geometrik bir şekle sahiptir. Bu alan 1-74-2.50 metre derinlikleri itibariyle dikdörtgen şeklindedir. Ulu Cami arkası bölgesi için elde edilen üç boyutlu görüntüde bu geometrik alan açıkça görülmektedir. Bu da, cami avlusu içinde yer alan ana kapı avlu içi ile batı kapı sütun kenarı bölgelerinden elde edilen havuz yapısına uyum sağlamaktadır.

A, B, D, E, G, H, I, K ve M alanları 0-1.08 metre derinlikleri arasında yer almakta olup özdirençleri ve boyutları farklıdır. Bu yapıların ortak özelliği ise, hepsinin temel yapısı oluşturup 1.08 metreden sonraki derinliklerde görülmemeleridir. Bu temel parçalarından A alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m, B alanının özdirenç değerleri 65-101 ohm.m, D alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m, E alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m, G alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m, H alanının özdirenç değerleri 41-71 ohm.m, I alanının özdirenç değerleri 41-71 ohm.m ve M alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m arasında değişmektedir. Bu alanların özdirenç değerlerinin farklı olmasının sebebi ise, jeolojik birimlerin farklı olması ve yer yer S alanı (su) ile temas etmesi nedeniyle gözeneklerinin su ile dolu olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Üst yüzey derinliği 0 metre olan K alanının özdirenç değerleri ise 2.7-29 ohm.m arasındadır. K alanı diğer derinliklerde gözükmemektedir. Özdirenci çok düşük olan bu alanın oluşmasının sebebinin, 17-19. elektrotlar arasındaki elektrotlardan kaynaklanan kontak direnci olduğu düşünülmektedir.

C alanının özdirenç değerleri 29-58 ohm.m arasındadır. Bu alan 0.50-4.38 metre derinlikleri arasında parçalar halinde diğer alanların etrafında görülmektedir.

F alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m arasındadır. Üst yüzey derinliği 0.50 metre olan bu alan yaklaşık 9 m x 2 m x 2.19 m. boyutlarına sahiptir.

J ve L alanları 0-1.74 metre derinlikleri arasında olup A, B, D, E, G, H, I, K ve M alanları gibi Ulu Cami arkası bölgesinin temelini oluşturan yapı parçalarıdır. Bu temel yapı parçalarından J alanının özdirenç değerleri 47-58 ohm.m, L alanının özdirenç değerleri 58-7924 ohm.m arasında değişmektedir.

f. Şafiler sütun kenarı bölgesi: Şafiler sütun kenarında ana kapı girişine paralel doğrultuda doğu-batı yönünde sıralanan Bizans dönemine ait sütunlar yer almaktadır. Bu sütunların etrafındaki alanın temel yapı derinliklerini ve yeraltında gömülü olduğu düşünülen arkeolojik yapıların araştırılması amacıyla oluşturulan düşey kesite bakıldığında;

S alanının özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasındadır. Bu alan 0.50-4.80 metre derinlikleri arasında yer almakta olup yaklaşık 0.50 m x 4.3 m boyutlarına sahiptir. S alanının özdirenç değerinin çok düşük olması (5 ohm.m) bu alanın su ile kaplı olduğunu göstermektedir.

A, C ve O alanlarının üst yüzey derinlikleri 0 metre olup özdirençleri ve boyutları farklıdır. Bu yapıların ortak özelliği ise hepsinin temel yapısını oluşturmalarıdır. A alanının özdirenç değerleri 41-539 ohm.m, iki parça halinde bulunan C alanının ise, ilk parçasının özdirenç değerleri 35-53 ohm.m, ikinci parçasının özdirenç değerleri 29-53 ohm.m arasında değişmektedir. O alanının özdirenç değeri ise 29 ohm.m'dir. Bu alanlardan C ve O'nun özdirençinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından veya jeolojik birim farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

P alanının özdirenç değerleri 47-250 ohm.m arasındadır. Bu alanın üst yüzey derinliği 4 metre olup, S alanı içinde yer alan bir yapı parçasıdır.

g. Zinciriye Bölgesi: Ulu cami avlusu içinde yapılan elektrik ölçümler sonucu elde edilen kesitler yer altında geometrik şekle sahip alanların varlığını göstermiştir. Zinciriye dede bu alanların devam edip etmediği ve yeraltında gömülü olduğu

düşünülen arkeolojik yapıların araştırılması amacıyla oluşturulan düşey kesitlere bakıldığında;

Zinciriye bölgesine ait 1. profil de, S alanının özdirenç değerleri 5-29 ohm.m arasında değişmektedir. Üst yüzey derinliği 3.5 metre olup, bu alan yaklaşık 5 m x 0.46 m boyutlarına sahiptir. S alanının özdirenç değerinin çok düşük olması (5 ohm.m) bu alanın su ile kaplı olduğunu göstermektedir.

A, C ve D alanlarının üst yüzey derinlikleri 0 metre olup özdirençleri ve boyutları farklıdır. Bu yapıların ortak özelliği ise hepsinin temel yapısını oluşturmalarıdır. A alanının özdirenç değerleri 89-462 ohm.m, C alanının özdirenç değerleri 35-65 ohm.m, D alanının özdirenç değerleri ise 41-77 ohm.m arasında değişmektedir. Bu alanlardan C ve D'nin özdirençinin düşük çıkma sebebinin S olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir.

Zinciriye bölgesine ait 2. profil de, K alanın özdirenç değerleri 5-29 ohm. m arasında değişmektedir. Üst yüzey derinliği 0.75 metre olup, geometrik bir şekle sahip bu alan yaklaşık 5 m x 3.21 m boyutlarındadır. K alanında özdirenç değerinin diğer alanlara göre çok düşük olması suyun varlığına işaret etmektedir. Bu alanın bir su kuyusu olduğu düşey kesitte açıkça görülmektedir.

A, C ve D alanları 0-0.75 metre derinlikleri arasında değişmekte olup özdirençleri ve boyutları farklıdır. Bu yapıların ortak özelliği ise, hepsinin temel yapısını oluşturmalarıdır. A alanının özdirenç değerleri 89-462 ohm.m, C alanının özdirenç değerleri 35-77 ohm.m, D alanının özdirenç değerleri ise 29-77 ohm.m arasında değişmektedir. Bu alanlardan C ve D'nin özdirençinin düşük çıkma sebebinin K olarak isimlendirdiğimiz alandaki suyla temasından kaynaklandığı söylenebilir.

Ulu Cami avlu içi, batı kapı sütun kenarı, Ulu Cami arkası bölgelerinden elde edilen üç boyutlu görüntülere ve ana kapı girişi dışı, ana kapı şadırvan arası düşey kesitlerine bir arada bakıldığında Ulu Cami ve etrafındaki alanda yer altında gömülü

olan yapı hakkında yorum yapmak mümkün olmaktadır. Bu görüntülerde S olarak isimlendirilen alanların su olduğu düşünülürken avlu içinde su havuzu ve buna bağlı kanalların görünümü ortaya çıkmaktadır. Havuzun geniş bir alana yayılmış olması cami avlusunun altının su sarnıcı olabileceğini düşündürmektedir. Büyük kanal görüntüsü oluşturan alanlardan ise şehre su dağıldığı söylenebilir. Tarihi araştırmalar sonucunda çizilen su yolları haritasıyla Ulu Cami 'de yapılan jeofizik araştırmalar sonucunda elde edilen veriler birbirleriyle örtüşmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] TUNCER, O.C., Diyarbakır, Mardin ve Dolaylarında Bazı Hristiyan Dini Yapılarında Türk-İslam Mimari Unsurları”, Sanat Tarihi Yıllığı, 5, İstanbul, 209- 239, 1973
- [2] SÖZEN, M., Anadolu’da Akkoyunlu Mimarisi, İstanbul, 63, 1981
- [3] TUNCER, O.C., Diyarbakır Camileri, 38, 1996,
- [4] SCOLLAR, I., WEITNER, B., SEGETH, K., Display of Archaeological Magnetic Data, Geophysics, Vol.51, p. 623-633, 1986
- [5] HESSE, A., JOLIVET, A., TABBAGH, A., New Prospects in Shallow Depth Electrical Surveying for Archaeological and Pedological Applications, Geophysics, Vol.51, p.623-633, 1986
- [6] NEUBAUER, W., EDER-HINTERLEITNER, A., Resistivity and Magnetics of the Roman Town Carnuntum, Austria: An Example of Combined Interpretation of Prospection Data, Archaeological Prospection, Vol. 4, p. 179-189, 2004
- [7] GAFFNEY, V., PATTERSON, H., PIRO, S., GOODMAN, D., NISHIMURA, Y., Multimethodological Approach to Study and Characterize Forum Novum (Vescovio, Central Italy), Archaeological Prospection, Vol. 11, p. 201-212, 2004
- [8] CARR, C., Handbook on Soil Resistivity Surveying, Center for American Archaeology Press, Evanston, IL., 1982
- [9] SARRIS, A., JONES, R., Geophysical Prospection of Archaeological Sites in the Mediterranean Region, Journal of Mediterranean Archaeology, Vol. 13, 2000

- [10] BARKER, R.D., Offset System of Electrical Resistivity Sounding and Its Use with Multicore Cables, *Geophysical Prospecting*, Vol. 29(1), p. 128-143, 1981
- [11] GRIFFITHS, D.H., TURNBULL, J., OLAYINKA, A.I., Two-Dimensional Mapping with a Computer-Controlled Array, *First Break*, Vol. 8(4), p. 121-129, 1990
- [12] GRIFFITHS, D.H., BARKER, R.D., Two-Dimensional Resistivity Imaging and Modeling in Areas of Complex Geology, *Journal of Applied Geophysics*, Vol. 29, p. 211-226, 1993
- [13] DAHLIN, T., The Development of DC Resistivity Imaging Techniques, *Computers and Geosciences*, Vol. 27, p. 1019-1029, 2001
- [14] DRAHOR, M.G., Integrated Geophysical Studies in the Upper Part of Sardis Site, Turkey, *Journal of Applied Geophysics*, Vol. 59, I.3, 2006
- [15] SASAKI, Y., Two Dimensional Joint Inversion of Magnetotelluric and Dipole-Dipole Resistivity Data, *Geophysics*, Vol. 54, p. 254-262, 1989
- [16] LOKE, M.H., BARKER, R.D., Rapid Least Squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosections by a Quasi Newton Method, *Geophysical Prospecting*, Vol. 44, p.131-152, 1996
- [17] LOKE, M.H., Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys (www.geoelectrical.com/04.04.2012)
- [18] YARAMANCI, A. Keban Projesi Jeofizik Araştırmaları Ön Raporu, 1968 Yaz Çalışmaları, ODTÜ Keban Projesi Yayınları, Seri: 1, Yayın: 1, 13-20., 1970
- [19] DRAHOR, M.G., Arkeolojik Alanların Özdirenç ve Doğal Gerilim (SP) Yöntemleri İle Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 1993
- [20] KAYA, M.A., KEÇELİ, D.,A., ÖZYALIN, S., UYANIK, O., ÇINAR, K., KALYONCUOĞLU, Y. Psidia Antiochiea'sı Roma Hamamı, Psidia Antiochia Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Yalvaç Müzesi, 1998

- [21] VAUGHAN,C.J., Ground – Penetrating Radar Survey Used In Archaeological Investigation, Geophysics, Vol.51, p.595-604, 1986
- [22] WYNN, J.C., Archaeological Prospecting: An Introduction to The Special Issue, Geophysics, Vol.51, p.533-537.
- [23] ERCAN, A., Kazı Öncesi Arkeolojik Aramalarda Yeraltının Görüntüsünün Çekilmesi, İdol (Arkeoloji ve Arkeologlar Derneği Dergisi), Ankara, 2000
- [24] WYNN, J.C., Archaeological Prospecting: An Introduction to the Special Issue, Geophysics, Vol.51, p. 533-537, 1986
- [25] ERCAN, A., Kazı Öncesi Arkeolojik Aramalarda Yeraltının Görüntüsünün Çekilmesi, İdol (Arkeoloji ve Arkeologlar Derneği Dergisi), Ankara, 2000
- [26] ALTUNCU, S., Özdirenç Yöntemi ile Fay ve Dayk Türü Süreksizliklerin Belirlenmesi ve Süzgeçlerin Kullanımı, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2001
- [27] HESSE, A., Prospecciones Geophysiques Á Faible Profondeur: Applications Á l'archèologie, Paris: Dunod, 1966
- [28] GRIFFITHS, D.H., BARKER, R.D., Two-dimensional Resistivity Imaging and Modeling in Areas of Complex Geology, Journal of Applied Geophysics, 29, 211–226, 1993
- [29] OLAYINKA, A. I.,YARAMANCI, U., Use of Block Inversion in the 2-D Interpretation of Apparent Resistivity Data and Its Comparison with Smooth Inversion, Journal of Applied Geophysics, 45, 63-81, 2000
- [30] LEUCCI, G., GRECO, F., GIORGI, L., MAUCERI, R., Three Dimensional Image of Seismic Refraction Tomography and Electrical Resistivity Tomography Survey in the Castle of Occhional (Sicily, Italy), Journal of Archaeological Science, Vol. 34., I.2, 2007

- [31] DOMENICO, D., GIANNINO, F., LEUCCI, G., BOTTARI, C., Integrated Geophysical Surveys at the Archaeological Site of Tindari (Sicily, Italy), *Journal of Applied Geophysics*, , Vol. 33, I.7, 2006
- [32] DRAHOR, M.G., Integrated Geophysical Studies in the Upper Part of Sardis Site, Turkey, *Journal of Applied Geophysics*, Vol.59, I.3, 2006
- [33] NEGRI, S., LEUCCI, G., Geophysical Investigation of the Temple of Apollo (Hierrapolis, Turkey), *Journal of Archaeological Science*, Vol.33, I.11, 2006
- [34] VAFIDIS, A., ECONOMOU, N., GANITSOS, Y., MONAKOU, M., POULIOUDUS, G. SOURLAS, G., VRONTAKI, E., SARRIS, A., GUY, M., KALPAXIS, TH., Integrated Geophysical Studies at Ancient Itanos (Greece), *Journal of Archaeological Science*, Vol. 32, I. 7, 2005,
- [35] CANDANSAYAR, C.E., ULUGERGERLİ, E.U., BATUMUNKH, B., TOSUN, S., GÜNDOĞDU, B., Doğru Akım Özdirenç Verilerinin 2–B Ters Çözümü ve İki Yönlü Gradyen Dönüşümü İle Arkeolojik Yapıların Aranması: Moğolistan’daki Türk Anıtları Etrafında Yapılan Jeofizik Çalışmalar, *Jeofizik Dergisi*, Vol. 15, I. 2, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara, Eylül 2001
- [36] LOERRA, H.L., FUCUGAUCHI, J.U., ELIZONDO, J.L.C., TORRES, R.C., JUAREZ, R.P., PACHEO, A.M.J., VARGAS, E.M., Magnetic Study of Archaeological Structures in La Campana, Colima, Western Mesoamerica, *Journal of Applied Geophysics*, Vol. 43, I.1, 2000
- [37] OLHOEFT, G.R., Maximizing in Information Return From Ground Penetrating Radar, *Journal of Applied Geophysics*, Vol. 43, I. 2-4, 2000
- [38] ALTUNCU, S., Özdirenç Yöntemi ile Fay ve Dayk Türü Süreksizliklerin Belirlenmesi ve Süzgeçlerin Kullanımı, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2001
- [39] HESSE, A., *Prospecciones Geophysiques Á Faible Profondeur: Applications Á l’archèologie*, Paris: Dunod, 1966

- [40] DRAHOR, M.G., Arkeolojik Alanların Özdirenç ve Doğal Gerilim (SP) Yöntemleri ile Araştırılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 1993
- [41] GRIFFITHS, D.H., BARKER, R.D., Two-dimensional Resistivity Imaging and Modeling in Areas of Complex Geology, *Journal of Applied Geophysics*, 29, 211–226, 1993
- [42] OLAYINKA, A. I., YARAMANCI, U., Use of Block Inversion in the 2-D Interpretation of Apparent Resistivity Data and Its Comparison with Smooth Inversion, *Journal of Applied Geophysics*, 45, 63-81, 2000
- [43] SASAKI, Y., Resolution of Resistivity Tomography Inferred from Numerical Simulation, *Geophysical Prospecting*, 40, 453–464, 1992
- [44] LOKE, M. H., BARKER, R. D., Least-squares Deconvolution of Apparent Resistivity Pseudosections, *Geophysics*, 60, 6, 1682-1690, 1995
- [45] deGROOT- HEDLIN, C., CONSTABLE, S., Occam's Inversion to Generate Smooth, Two-Dimensional Models Form Magnetotelluric Data, *Geophysics*, 55, 12, 1613-1624, 1990
- [46] EDWARDS, R. N., 'On the Resource Evaluation of Marine Gas Hydrate Deposits Using a Seafloor Transient Electric Dipole-Dipole Method ', *Geophysics*, 62, 63-74, 1997
- [47] LOKE, M.H., BARKER, R. D., Rapid Least-squares Inversion of Apparent Resistivity Pseudosections by a Quasi-Newton Method, *Geophysical Prospecting*, 44, 131-152, 1996
- [48] LOKE, M.H., Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys, *Geotomo Software*, Malaysia, 2001
- [49] LOKE, M.H., DAHLIN, T., A Comparison of the Gauss-Newton and Quasi-Newton Methods in Resistivity Imaging Inversion, *Journal of Applied Geophysics*, 49, 149–162, 2002
- [50] RockWorks Ücretsiz Eğitim Kitapçığı (www.rockware.com/04.04.2012), 2002

- [51] DSİ, Yukarı Dicle Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik ve Yeraltı suları Dairesi Başkanlığı, Ankara, 113 s. , 1979
- [52] TARCAN, G., FİLİZ, Ş., GEMİCİ, U., SEZER, U., Diyarbakır Akiferlerinin Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Kirlenebilirliği, Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 42, Sayı 2, Ağustos 1999
- [53] ÇAĞDAŞ, F., EMİNOĞLU, M., YALÇINKAYA, H., Diyarbakır'ın İmara Esas Jeolojik Durumu, TMMOB Diyarbakır Kent Sempozyumu, Diyarbakır, Nisan 2009
- [54] AYDEMİR, A., Comparison of Mississippian Barnett Shale, Northern-Central Texas, USA and Silurian Dadas Formation in Southeast Turkey, Journal of Petroleum Science and Engineering 80,81–93, 2012
- [55] PARLAK, A. C., BARÇ, D. Diyarbakır Yer Altı Suyu Potansiyeli ve Niteliği, TMMOB Diyarbakır Kent Sempozyumu, Diyarbakır, Nisan 2009
- [56] SUNGURLU, O., VI. Bölge Kuzey Sahalarının Jeolojisi Ve Petrol İmkanları. Türkiye 2. Petrol Kongresi, Tebliğler, 85-107, 1974
- [57] PERİNÇEK, D., Arabistan Kıtası Kuzeyindeki Tektonik Evrimin Kıta Üzerinde Çökelen İstifteki Etkileri, TPAO Rapor No:1534, 93 S., 1980
- [58] ERCAN, T. ve diğ., Karacadağ Volkanitlerinin Jeolojisi ve Petrolojisi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, S 6, S. 118-133, 1991
- [59] ŞAROĞLU, F. ve EMRE, Ö., Karacadağ Volkanitlerinin Genel Özellikleri Ve Güneydoğu Anadolu Otoktonundaki Yeri. Türkiye 7. Petrol Kongresi, 384-391, 1987
- [60] ERCAN, T., Karacadağ Volkanitlerinin Jeolojisi Ve Petrolojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 6, 118-133, 1991

- [61] ŞENGÖR, A.M.C., Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu, 40, Ankara, 1980
- [62] İMAMOĞLU, M.Ş., ÇETİN, E., Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Bölgelerin Depremselliği, D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi 9, 93-103, 2007
- [63] OKAY, A.İ., and etc., Active Faults and Evolving Strike-Slip Basins in The Marmara Sea, Northwest Turkey: A Multichannel seismic Reflection Study. Tectonophysics, 321, 189-218., 2000
- [64] ALLEN, C.R., Active Faulting In Northern Turkey. Contribution 1577 Div. Geol. Sciences California Inst. Technology, 32., 1969
- [65] İMAMOĞLU, M.Ş., Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı(K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelenmesi Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1993
- [66] MANSPEIZER, W., The Dead Sea Rift: Impact of climate and tectonism on Pleistocene and Holocene sedimentation. in Biddle, K. T. and Christie Blick, N., eds., Strike-slip Deformation Basin Formation and Sedimentation. SEPM Spec. Pub., 37, 143-158., 1985
- [67] PERİNÇEK, D., GÜNAY, Y., KOZLU, H. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Faylar ile ilgili Yeni Gözlemler, Türkiye 7. Petrol Kongresi, 89-103., 1987
- [68] ŞENGÖR, A.M.C. and YILMAZ, Y. Tethyan Evolution Of Turkey A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75, 181-241. 1981
- [69] DBYBHY Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara., 2007
- [70] Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara
- [71] 6 Eylül 1975 Lice Depremi Raporu, İmar ve İskân Bakanlığı, Ankara, 1976

- [72] PARLAK, A.C., ve BARÇ, D., Diyarbakır Yer Altı Suyu Potansiyeli ve Niteliği, TMMOB Diyarbakır Kent Sempozyumu, Diyarbakır, 24–26 Nisan 2009
- [73] AKBULUT, İ. Diyarbakır, İstanbul, s.11., 1998
- [74] BEYSANOĞLU, Ş., Anıtları Ve Kitabeleri İle Diyarbakır Tarihi, Cilt:1, Ankara, s.36., 1998
- [75] TUNCER, O.C., Diyarbakır, Mardin ve Dolaylarında Bazı Hristiyan Dini Yapılarında Türk- İslam Mimari Unsurları, Sanat Tarihi Yıllığı, 5, İstanbul, 209- 239, 1973
- [76] SÖZEN, M., Anadolu’da Akkoyunlu Mimarisi, İstanbul, s.62, 1981,
- [77] AKOK, M., “Diyarbakır Ulu Camii Mimari Manzumesi”, Vakıflar Dergisi, VIII, Ankara, 113-140., 1969
- [78] SÖZEN, M., Diyarbakır’da Türk Mimarisi, İstanbul, 29, 1971
- [79] SÜMER, F., Diyarbakır Şehri Yönetimi ve Yöresinde İnaloğulları Beyliği, I.II. Milli Selçuklu Kültür ve Medeniyeti Semineri Bildirileri, Konya, 113,116., 1993
- [80] BERCHEM, M.V., STRAGOWSK, J., Amida, Heidelberg, 43, 1910,
- [81] TUNCER, O.C., Diyarbakır Camileri, 38, 1969
- [82] GABRIEL, A., Voyages Archeologiques Dans la Turque Orientale, Paris 1940
- [83] BAŞGELEN, N., “Diyarbakır Ulu Camii”, Hayat Tarih Mecmuası, İstanbul, 94, 5, Mayıs1977
- [84] BAŞ,G., Diyarbakır’daki İslam Dönemi Mimarisinde Süsleme, Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat Tarihi Anabilim Dalı, 2006

- [85] TSOKAS G.N., and etc., Non-destructive Electrical Resistivity Tomography for Indoor Investigation: the Case of Kapnikarea Church in Athens Archaeological Prospection Archaeol. Prospect 15, 47–61, 2008
- [86] GÜLMEZ, F., G., AYSEL, N., R., T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSI II. Bölge Müdürlüğü, Eğrikapı Maksemi Tarihi Su Yapıları Konferansı Bildiriler Kitabı, İzmir, 2008
- [87] ÇEÇEN., K., İstanbul Vakıf Sularından Halkalı Suları, İstanbul, 1991
- [88] www.howstuffworks.com, (Erişim tarihi: Mart 2012)
- [89] VITRUVIUS, D. A., Terazileme ve Terazileme Araçları, 1452
- [90] http://tr.wikipedia.org/wiki/Su_kemer_i, (Erişim tarihi: Mart 2012)
- [91] http://www.mehmetbildirici.com/download/suterezisi_web.pdf, 2008 (Erişim tarihi: Mart 2012)
- [92] Temel Britannica, Ana Yayıncılık cilt 15, 1992
- [93] <http://arx.novosibdom.ru> (Erişim tarihi: Mart 2012)
- [93] TÜTENK, M., A., Diyarbakır suları, Kara Amid Dergisi, cilt 2, sayı 6-7, 69 Ankara, 1970
- [94] SATICI, N., Diyarbakır da Suyun İdaresi, Kantarlar Arşivinden, 2012
- [95] BİLDİRİCİ, M., Tarihi Su Yapıları Derlemesi, İstanbul, 2010
- [96] YEŞİLBAŞ, E., Diyarbakır'da su mimarisi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2007
- [97] ERZEN, A., Doğu Anadolu Ve Urartular, Ankara, s.4., 1986

- [98] ÖZDEN,D., "Uygur Karızlarına Yolculuk" Kaynak Yayınları, 2004
- [99] T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Tarihi Su Yapıları Konya Karaman Niğde Aksaray Yalvaç Side Mut Silifke Ankara, 2009
- [100] AKSİN,E., Yerebatan Sarnıcı, İMO İzmir Şubesi, 2004
- [101] SALTİK, A., Bor'un Tarihi Yapıları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, 2007
- [102] VITRUVIUS, Mimarlık Üzerine On Kitap, yem yayınları, İstanbul 1998,180s
- [103] ERTUĞRUL, Ö., "Bizans Dönemi İstanbul Su Mimarisi" Adlı Doktora Tezinde, 1989
- [104] WHEELER, M., Roma Sanatı ve Mimarlığı, (çev. Zeynep K. Erdem), s.25., 2004
- [105] OWENS, E. J., Yunan ve Roma Dünyasında Kent, (çev. Cânâ Bilsel), İstanbul, 2000
- [106] KARATEKE, A., Hakan T., III. Ahmet Devri İstanbul Çeşmeleri, İstanbul, s.33., 1995,
- [107] AYSEL, R.N., T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, DSI II. Bölge Müdürlüğü, Kırıkçeşme Tesisleri, Su yapıları Konferansı Bildiriler Kitabı, İzmir, 2008
- [108] ÇEÇEN., K., İstanbul'un Osmanlı Dönemi Su Yolları, İSKİ Yayınları, İstanbul, 2000.
- [109] HODGE, A.T., Roman Aqueducts&Water Supply, p.126-170, British,1992
- [110] OKUMUŞ, E. "Evliya Çelebi'nin Seyahatnamesinde Diyarbakır" 2. Uluslararası Osmanlı'dan Cumhuriyet'e Diyarbakır Sempozyumu. Diyarbakır, 15-18 Kasım 2006

- [111] Mehmed Murad Bey Tarih-i Umumi, Cilt:1-6 Genel Dünya Tarihi, 2007
- [112] Surlu Kentin Sırlı Suyu Öyküleri, 1994-1995
- [113] KONYAR, B., Diyerbekir Yıllığı, 1936
- [114] Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Diyarbakır Su Ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü, 2010-2014 Yılı Stratejik Plan, 2009

ÖZGEÇMİŞ

Nihan FETTAHOĞLU, 23.06.1986'da Adapazarı'nda doğdu. İlkokulu Sakarya Atatürk İlköğretim Okulu'nda, ortaokulu ve liseyi Sakarya Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2005 yılında Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümüne girdi ve 2009 yılında mezun oldu. 2009 yılında Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir. Şu anda Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.