

39209

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ*FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

D.S.İ. KALECİK BARAJI SU KAÇAKLARINI YÖNLENDİREN
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETMENLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Serkan DAĞLIOĞLU

39209

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21 Haziran 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 9 Temmuz 1993

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Mahir VARDAR

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Erdoğan YÜZER

Y.Doç.Dr. Turgut ÖZTAŞ

TEMMUZ, 1993

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Adana-Osmaniye DSİ Kalecik Barajında gerçekleştirilen kaçakların izlenmesine ve onarım çalışmalarına yönelik araştırma ve incelemeler, eksen yeri ve rezervuar alanı içinde kalan bölge ile sınırlı kalmıştır. Baraj gölü incelemelerinde öncelikle araştırılması gereken konulardan biri, baraj gölünün su tutması, su kaçırmaması, su sızdırmamasıdır. Baraj gölünden suyun kaçması ya burada bulunan kayaçların litolojik özelliklerinden ya da jeolojik yapılarından ileri gelir. Eğer su kaçakları az ise ya da kaçaklardan tekrar yararlanılabiliyor ve bunlar gövdeye zarar vermiyorsa, yeraltındaki bu su hareketleri önemli sayılmaz. Bununla beraber kaçakların az olması ya da hiç olmaması istenir. Bunun için gerek gövde dolayında ve gerekse göl alanında kayaçların litolojik ve yapısal durumu incelenir. Bölgenin ayrıntılı jeoloji, hidrojeoloji ve mühendislik jeolojisi haritaları çıkarılır ve kaçak olasılıkları varsa bu kaçakların nedenleri araştırılır.

Kalecik Barajı; bu alanda, uygulama öncesi ve sonrasına ilişkin değişik mühendislik çalışmalarını içeren iyi bir örnektir. Uygulanan yöntemler ve çıkarılan sonuçlar benzer projelerde çalışacak mühendislere yararlanabilecekleri önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca, bana mühendislik jeolojisini öğreten ve her zaman manevi desteklerini gördüğüm, fikirleriyle ve yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren değerli hocam Prof.Dr. Mahir Vardar'a, Prof.Dr. Erdoğan Yüzer'e ve Mühendislik Jeolojisi dersini aldığım hocam Doç.Dr. Mustafa Erdoğan'a, her zaman yardımlarını gördüğüm öğretim görevlisi arkadaşlarıma; gerek arazi gerekse büro çalışmalarını yürüttüğüm mesai arkadaşlarıma; özellikle Mustafa Çelik, Erhan Köküöz ve Muammer Ünsal'a ve benim herşeyim olan aileme yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Serkan DAĞLIOĞLU
Temmuz, 1993

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	vi
SUMMARY.....	vii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI.....	2
2.1. Coğrafik ve Morfolojik Durum.....	2
2.2. Nüfus ve Yerleşim Özellikleri.....	4
2.3. İklim ve Meteroloji.....	6
BÖLÜM 3. DSİ KALECİK BARAJI ÖZELLİKLERİ.....	7
3.1. Baraj Gövdesi.....	7
3.2. Baraj Yeri.....	7
3.3. Baraj Reservuarı ve Kalecik Deresi.....	8
BÖLÜM 4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
BÖLÜM 5. GENEL JEOLojİ	10
5.1. Stratigrafik Jeoloji.....	11
5.1.1. Tortul Kayaçlar.....	11
5.1.1.1. Paleojen Kireçtaşları.....	11
5.1.1.2. Miyosen taban Kongloması.....	12
5.1.2. Mağmatik Kayaçlar.....	12
5.1.2.1. Diyabaz.....	12
5.1.2.2. Piroklastikler.....	13
5.1.2.3. Bazalt.....	13
5.2. Yapısal Jeoloji.....	13
5.3. Jeolojik Evrim.....	14

BÖLÜM 6. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ.....	17
6.1. Sondaj Kuyuları ve Özellikleri.....	18
6.1.1. Tünel Sondaj Kuyuları.....	19
6.1.2. Sol Yaka Temel Sondaj Kuyuları.....	20
6.1.3. Sağ Yaka Temel Sondaj Kuyuları.....	21
6.2. Enjeksiyon Çalışmaları.....	24
6.2.1. İnşaat Aşamasında Yapılan Perde Enjeksiyonları.....	24
6.2.2. 1985 Yılında Yapılan 2. Perde Enjeksiyonu.....	24
6.2.3. 1989 Yılında Yapılan 3. Perde Enjeksiyonu.....	25
6.2.4. Dolusavak Eşik Betonu Enjeksiyonu.....	26
6.2.5. Dolusavak Gövde Arası Onarım Enjeksiyonu.....	26
6.3. Perde Enjeksiyonunun Analizi ve Sonuçları.....	28
6.3.1. Enjeksiyon Karışımları.....	29
6.3.2. Enjeksiyon Sonuçları.....	30
6.4. Çatlaklı Kayalar Hidrojeolojisi.....	30
6.4.1. Karbonatlı Kayalar.....	31
6.4.2. Çatlaklı Kaya Ortamında Yeraltısuyu Dolaşımı.....	32
6.4.3. Kuyulardaki Yeraltı Su Düzeyi Ölçümleri.....	33
6.5. Kaynaklar.....	35
6.5.1. Enjeksiyon Perdesi Derinleştiril- meden Önceki Kaynaklar.....	35

6.5.2. Enjeksiyon Perdesi Derinleştiril-	
dikten Sonra Oluşan Kaynaklar.....	37
6.5.3. Göl Seviyeleri ile Kaynak Debilerinin	
Karşılaştırılması.....	38
6.6. Yeraltısuyu İzleme Deneyleri.....	40
6.6.1. Enjeksiyon Yerinin Seçimi.....	40
6.6.2. İzleme deneylerinin Yapılması.....	40
6.6.2.1.Enjeksiyon İşlemi.....	41
6.6.2.2.İzleme Deneyi Gözlemleri.....	42
6.6.2.3.Laboratuvar Çalışmaları.....	43
6.6.3. I. ve II. İzleme deneyi.....	43
6.6.4. I. ve II. İzleme Deneylerine Göre	
Baraj Reservuarı İle Su Kaçakları	
Arasındaki İlişkisi.....	44
6.6.5. III. İzleme Deneyi.....	47
6.6.6. İzleme Deneyi Sonuçları.....	48
BÖLÜM 7. İNCELEME ALANININ DEPREMSELLİĞİ.....	51
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	58
EKLER.....	60
EK A- GRAFİKLER.....	61
EK B- TABLOLAR.....	66
EK C- DİYAGRAMLAR.....	81
EK D- FOTOĞRAFLAR.....	84
EK E- HARİTALAR	
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ÖZET

Ceyhan nehrinin Adana-Osmaniye ilçesi yakınındaki bir kolu olan Kalecik deresi üzerine, sulama suyu temini amacıyla 77 m. yüksekliğinde kaya dolgu tipinde Kalecik Barajı inşaa edilmiştir. Baraj yerinde Kalecik Deresinin drenaj alanı 145 km^2 , ortalama akımı $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ dir.

Kalecik Barajının sağ yamacı ve göl alanının bir kısmı melanj içerisindeki kireçtaşı bloğu üzerindedir. Paleojen yaşındaki blok tabandan itibaren kiltası-siltası- kumtaşı (e_1), konglomera-killi kireçtaşı (e_2), kumtaşı- kiltası-kumlu kireçtaşı (e_3) ve kireçtaşından (e_4) oluşmuştur. Baraj gölünden olan kaçaklar bu kireçtaşlarıyla mansaba iletilmektedir.

Baraj inşaatı sırasında baraj gölünden olabilecek kaçakları önlemek amacıyla sağ sahilde 200 m uzunluğunda 60 m derinliğinde enjeksiyon perdesi yapılmıştır. Su tutulduktan sonra mansapta kaynaklar görülünce aynı zon onarılmaya çalışılmıştır. Onarım enjeksiyonlarıyla da kaçaklar önlenemeyince baraj gölünden kaçan suların hareket yönünü belirlemek amacıyla sondaj kuyuları açılmış, açılan kuyularda yeraltı su seviyeleri ölçülmüş, kaynaklarda düzenli akım ölçümleri, su kimyası çalışmaları ve izleme deneyleri yapılmıştır. Baraj inşaatı sırasında inşaa edilen enjeksiyon perdesinin bölgesel olarak geçirimsiz ofiyolit melanja kadar inmediği tesbit edilerek mevcut perdenin derinleştirilmesine karar verilmiştir.

Gövdeyle dolusavak arasında ofiyolitli melanj içerisinde 10 m ilerleyecek ve ofiyolit-kireçtaşı kantağından boşalan K-5 kaynağının kotuna inecek şekilde projelendirilen perdenin inşaatı tamamlandıktan sonra, baraj gölü dolarken sondaj kuyu ve kaynak rasatlarına devam edilmiştir. Göl; 502,5,505,5 ve 526 m kotlarındayken izleme deneyleri yapılmış, karst sisteminin davranışı ve derin enjeksiyon perdesinin sağladığı faydalar araştırılmış, buna bağılı olarak su kaçaklarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

SUMMARY

ENGINEERING GEOLOGY ELEMENTS AFFECTING THE WATER LEAKAGE AT D.S.İ. KALECİK DAM

Kalecik Dam is built on the Kalecik Creek with the aim of irrigation. Kalecik Creek is formed by the springs and brooks that take place on the hills found in the southeast of the inspected area and run towards the north-west direction. At the location of the dam, the drainage area of the Kalecik Creek is 145 km² and average flow is 1.6 m³/s. Kalecik Dam location is 27 km east of Osmaniye Country. On the 20 th km of Osmaniye-Bahçe Highway, at the Kızıldere village-Hasanbeyli cross, a road leads to the dam area. This distance between Adana and Kalecik dam area is 112 km. The 2 km long unpaved road that leads to the axel section of the dam may caused hardship in travelling during the rainy season.

In the inspection area, Mediterranean climate is dominant. The summers are hot and dry and the winters are warm and rainy. Snowing is insignificant. The Kalecik Dam is built in the style of rock-filling at the height of 77 m. The dam axel lenght is 194 m and maximum water level is 533 m.

Earlier in the year of 1970, K. Akdere has compiled a report on the dam and prepared a map in the scale of 1/25.000. Also in the year 1976,

N. Yavuz has written a report on the dam and prepared a geological map in the scale of 1/1000.

From the lowest part of the Paleogene, e₁ (claystone, silstone, sandstone), e₂ (Conglomerate, clayey limestone), e₃ (standstone claystone, sandy limestone) and e₄ (limestone) have formed.

The seepages from the reservoir area are taken to the downsteam with the help of the limestone. This unit goes on by getting thicker under the conglomerates of Kalecik towards the right clayish slope.

On the right bank, a grout curtain which is 200 m long and 60 m deep was built to prevent the probable seepages from the reservoir area during the construction.

After the water had been kept, the zone was tried to be repaired when the sources were seen around the downstream.

When the seepages couldn't be prevented by the help of repair grouts, karstic investigation drills were opened to find out the movement direction of the water from the reservoir area. Later, in these drills ground water. Level and regular flow of the sources were measured. Also, water chemistry was studied and dye tests were made.

The units in the inspection area, based on the land surveys made and drilling results archived, are lined up as follows: miocene conglomerates, basalt, paleogene limestone and ophiolite.

On Mount Amanos, there is the sedimentation of carbonate which is thicker than 1000 m. On this sedimentation of carbonate, you can see the series which carry ophiolitic materials and which have complicated inner parts with in characteristics of melange. These series have an unconformity contacts. The right slope of Kalecik Dam and some parts of the reservoir area are above the blocks of limestone which is in melange.

The layer thicknesses of the paleogene limestone in the inspection area differ between 7 to 40 cm. They are of white-grey color and have the texture of cryptocrystalline. In their cracks, secondary calcite seams are located. The paleogene limestone are seen at Kalecik conglomerate and at uncovered sections. In the limestones, sandstones levels are increased. The miocene conglomerates generally are of red color. The red color in the cement are caused by FeO. The pebbles are basically basic and ultrabasic. The limestone, from place to place, contains pebbles.

The Kalecik Dam is constructed on the ophiolite rocks group and the limestone layer

that covers it. The left bank of the Kalecik Dam takes place on the ophiolite rocks and the right bank on the limestones. The ophiolite ceiling topography not being smooth, shows different elevations from place to place. The ophiolite-limestone contact on the right bank, while being at an elevation of 520 m, is 460 m in the drill numbered SK-9 and are raised to 480 m in the drills numbered SK-11 and SK-16.

As going upstream towards the fountainhead from the dam axel the ophiolite ceiling is raise and the thickness of the limestone is decreased.

The Kalecik Dam grout curtain injection works have been carried on for 3 times at different times. Namely, these are, the 1st grout curtain injection done at the time of construction, the 2nd one being the one done in the year 1985 and the 3 rd one being the one done in the year 1989. In the grout curtain injections that have been carried, 825 tons of cement, 4.8 tons of sand, 0.2 ton of natrium silicate are used. 99% of the mixture volume is consisted of water.

In the Kalecik Dam, there are 5 important springs. Some of these have come outafter the injection works. The K1 spring flows thourgh the deviation tunnel at a discharge rate of 80 lt/sec when the ram water level reaches a height of 495.35 m., the K2 spring flows through the

derivation tunnel of the left bank at a discharge rate of 3 lt/sec. The K2 spring comes out through the limestones layer. When the lake level has reached 504 meter, the discharge rate of the spring has increased. The K3 spring is coming out from the limestone and sandstone mudstones contact. The K4 spring is observed when the lake level reaches a height of 520 m. and is coming out the contact of limestones and sandstones-mudstones. When the dam lake level has reached 527 m, its discharge rate has increased to 80 lt/sec. The K5 spring comes out the ophiolite rocks and limestones contact and till the lake level reaches 514 m. its discharge rate stays fixed at 40 lt/sec and only increases after 514 meters.

In order to determine the water leakage from the dam lake, dye-tests are carried at levels of 502 m, 504 m. and 526 m. The dye tests carried out while the lake level was at 502 and 526 meters before the grout curtain injection works, have been repeated at 504 meters after the grout curtain injections work. Upon completion of these, the benefits achieved by the grout curtain injection works have been examined.

BÖLÜM 1.GİRİŞ

Ceyhan Sarıkız projesi kapsamına giren Kalecik Barajının; Adana ili Osmaniye ilçesinin 28 km doğusunda, Ceyhan Nehrinin kolu olan Hanıs Çayına katılan Kalecik Deresi üzerinde 1977-1985 yılları arasında yapımı tamamlanmıştır. Barajın yapımı tamamlandıktan sonra su tutulmuş ancak mansapta dolusavak ile gövde arasında su kaçaklarının varlığı gözlenmiştir (Foto. 1). Göl su seviyesi 520.2 m kotuna yükselince kaynak debileri 377 lt/sn'ye ulaşmıştır. Kaçak miktarı kurak yıllar için toplam akımın yarısı, yağışlı yıllar için dörtte biri mertebesinde dir. Bu nedenle Kalecik Barajında farklı zamanlarda 2 kez perde enjeksiyonu çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar bittikten sonra göl 531.1 m ye yükseldiğinde toplam kaçak miktarının 456 lt/sn'ye ulaştığı, ayrıca dolusavak altında yeni kaynaklar oluştuğu görülmüştür. Baraj 526 m. kotundayken yapılan izleme deneylerinde, kaçakların çoğunun enjeksiyon yapılmayan (dolusavaktan itibaren) alandan kaynaklara ulaştığı belirlenmiştir. Daha sonra derin enjeksiyon perdesinin sağlayacağı faydalar araştırılmıştır. Bu araştırmaların sonucu ve bundan sonra yapılması gereken mühendislik çalışmaları ile eski ve yeni araştırmalar izleyen bölümlerde anlatılmıştır.

BÖLÜM 2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

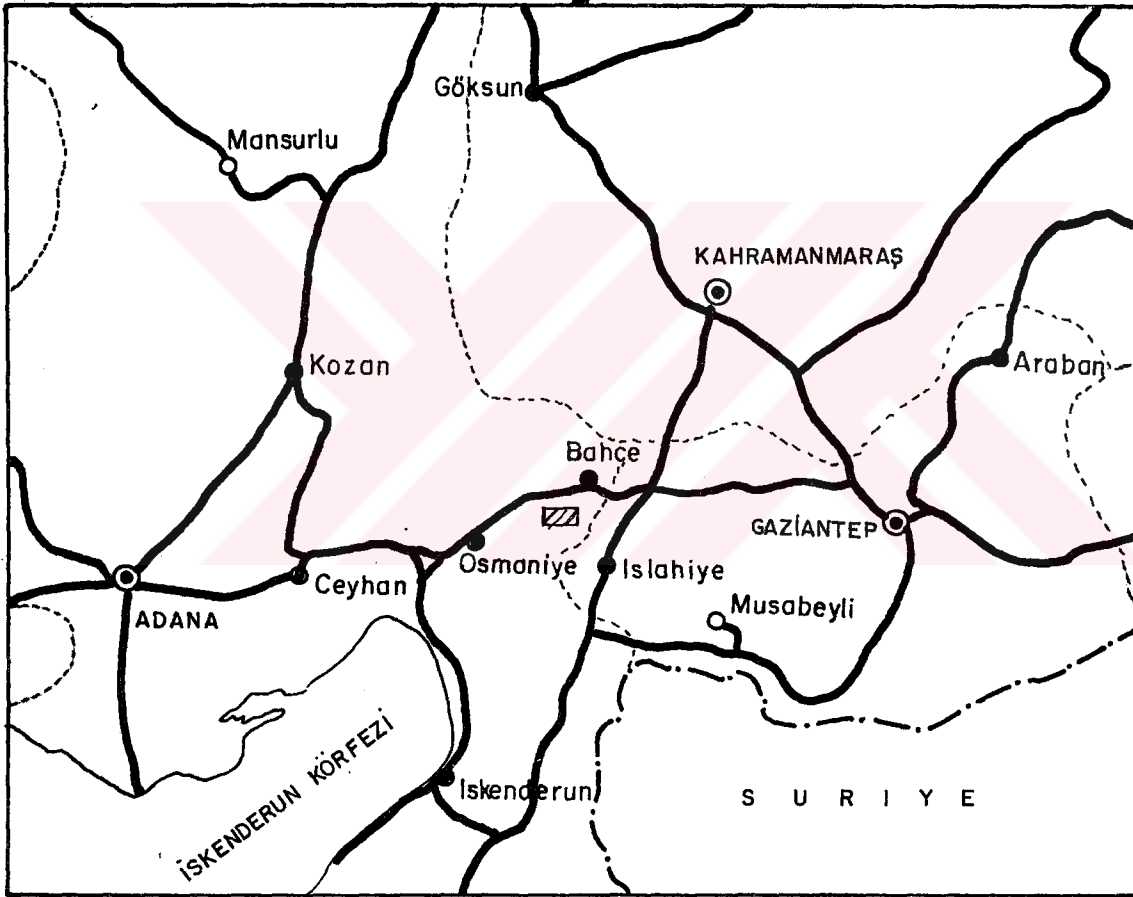
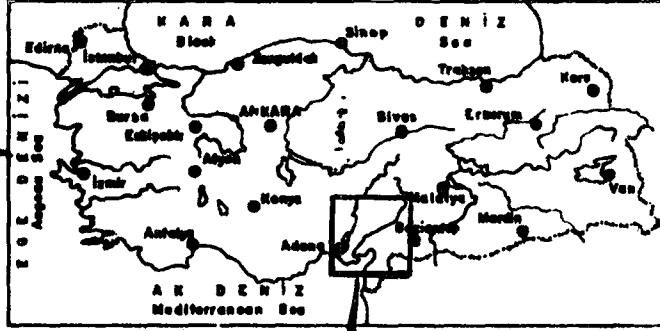
Kalecik Barajı, Ceyhan-Sarıkız Projesi kapsamında Güneydoğu Anadolu'da Aşağı Ceyhan havzası içinde yer almakta olup Ceyhan nehrinin kollarından biri olan ve Hanıs Çayına katılan Kalecik Deresi üzerinde 1985 yılında inşaa edilmiştir.

2.1. Coğrafik ve Morfolojik Durum

Kalecik Baraj yeri Adana-Osmaniye ilçesinin 28 km doğusundadır. Osmaniye-Bahçe karayolunun 20. km'sinde Kızıldere Köyü-Hasanbeyli yol ayrımından baraj yerine gidilebilir. Adana ile Kalecik Baraj yeri arası 112 km.dir. Aks yerine ulaşabilecek 2 km.lik ham yol yağışlı mevsimlerde ulaşım güçlüğü çıkartabilir.

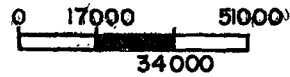
Kalecik Barajı, Ceyhan Nehrinin kolu olan Kalecik Deresi üzerine sulama amacıyla inşaa edilmiştir. Baraj yerinde Kalecik Deresinin drenaj alanı 145 km^2 ve derenin ortalama debisi $1,6 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. Barajın sulayacağı alan Haruniye Ovası 27.20 km^2 , Osmaniye Ovası 16.75 km^2 olmak üzere 43.95 km^2 dır. İnceleme alanı Osmaniye ve Haruniye ovaları hariç çok dağlıktır. Bölgenin kuzeyinde Daztepe (1128 m), Beşikdöğül tepesi (2246 m), Yatak tepe (2079 m), Karlık tepe (2083 m),

ETÜT SAHASININ TÜRKİYEDEKİ YERİ Location of the Study Area in Turkey



İŞARETLER- Legend

	DEVLET SINIRI International boundary		İL MERKEZİ Province Center		ETÜT SAHASI Study Area
	KARAYOLU Good Conduition Road		İLÇE MERKEZİ District Center		
	İL SINIRI Province Boundard		BUCAK MERKEZİ Sub - District Center		



Şekil 2.1' — İnceleme alanı bulduru haritası

Hareket gaman tepesi (1841 m); doğusunda Kocadaz tepe (1649 m), Esekçibeli tepesi (1302 m), Yoğunluk tepe (1446 m), Yellitepe (1737 m), Güneyinde Koyunmeleten dazı tepesi (2108 m), Küçük yanva tepesi (988 m), Batısında Ziyaret tepe (701 m), İncirli tepe (620 m) ve Hümber tepe (303 m) bulunur.

İki ayrı drenaj havzası şeklinde olan inceleme sahasında Haruniye ve Osmaniye ovaları drenaj alanını birbirinden ayıran yükseltiler batı-doğu istikametinde sırtlar halinde uzanmaktadır. Bu tepeler arasında Kumluca (1339 m), İncebel (1398 m) ve Adatepe (1643 m) önemlileridir. Bölgedeki iki büyük ova Haruniye ve Osmaniye ovalarıdır. Haruniye ovası, Sabun suyu ile bu derenin kollarının yeraldığı 10.829 km² genişliğinde engebeli bir sahadır. Ova ortalama 250-380 m kotlarındadır. Osmaniye ovası, Hamis çayı ve bunların kollarının vadilerinden teşekkül etmiş düz ve geniş bir ova durumundadır. 214.51 km² büyüklüğünde olan bu ovanın 138.77 km²'si proje sahası dahiline girer. Ovanın ortalama kotu 100-200 m'dir.

2.2. Nüfus ve Yerleşim Özellikleri:

İnceleme sahasının Osmaniye ovası kısmında 1 kaza merkezi (Osmaniye), 1 nahiye merkezi (Toprakkale) ile 18 köy; Haruniye kısmında ise 1 nahiye merkezi (Haruniye) ile 12 köy bulunur. Son 10 yıllık nüfus artış hızı %0.52 dir. Bu artışın devam edeceği kabulüyle 2015 yılında

nüfusun 593.000 olacağı tahmin edilmiştir. Haruniye kısmındaki yerleşim merkezlerinin son 10 yıllık nüfus artışı %0.45 tir. Aynı artışa göre nüfus 2015 yılında 205.000 olacağı tahmin edilmiştir.

2.3.İklim ve Meteoroloji:

İnceleme yöresinde Akdeniz iklimi egemendir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Kar yağışı önemsizdir. İnceleme sahasında ortalama yağış 952.6 mm dir. Yağışlar dağlık bölgelerde artar. Yağışların mevsimlere göre dağılışları uniformluk göstermez. Aralık-Nisan ayları arasındaki beş aylık bir periyotta yıllık yağışın %68.6'sı yağar. İnceleme alanında ortalama sıcaklık 18 C°, buharlaşma ise 1599 mm.dir.

BÖLÜM 3. KALECİK BARAJI ÖZELLİKLERİ

Kalecik Deresi üzerinde inşaa edilmesi kararlaştırılan barajın nihai yerinin belirlenmesinde jeolojik durum dikkate alınmıştır. Eksen civarındaki kireçtaşlarından mümkün olduğu kadar kaçınılmıştır. Baraj maliyetinin minimum olması için yapılan ekonomik çalışmalar sonucunda dolusavağın sağ sahildeki boyuna yerleştirilmesi uygun görülmüştür. Ekonomik açıdan uygunluğu ve inşaa kolaylığı yönünden kaya dolgu baraj tercih edilmiştir (Foto. 3,4,5).

3.1. Baraj Gövdesi

Baraj Tipi	: Kaya Dolgu
Baraj Yüksekliği	: 77 m
Kret Uzunluğu	: 194 m
Kret Genişliği	: 10 m
Kret Kotu	: 537 m
Max. Su Düzeyi	: 535 m
Gövde Dolgu Hacmi	: 843.000 m ³
Dolusavak Tipi	: 6 adet kapaklı önden alıslı sıçratma eşikli
Çevirme Tüneli Çapı	: 3 m
Çevirme Tüneli Uzunluğu	: 449 m

3.2. Baraj Yeri

Kalecik Barajı Kızıldere Köyünün 1.5 km güneybatısında Gavurkale tepenin 250 m. doğusunda

Kalecik Deresi üzerindedir. Baraj eksen yerinin dar olması, menbaında rezervuar için uygun bir düzlük bulunması, mansabın ise dik meyilli dar bir vadi olarak uzanması ve eksen yerinin jeolojik ve topoğrafik yönden uygun kesit olması seçilen mevkinin baraj yeri olmasını sağlamıştır.

3.3. Baraj Rezervuarı ve Kalecik Deresi

İnceleme alanının güneydoğusundaki Gökçedağ tepe (1630 m), Kocakıztepe (1359 m), Ardıçlıkaya tepesi (1324 m) ve Yellibelen tepe (1527 m) yamaçlarındaki pınar ve dereciklerin birleşmesiyle meydana gelen Kalecik Deresi genellikle güneydoğu-kuzeybatı istikametinde akar. Gavurkale civarında Kalecik Baraj mevkiinden geçer. Burada kot 460 m ve drenaj alanı 145 km² dir. Çok dar ve dik bir boğazdan yoluna devam ederek Kanlıgeçit mahallesi civarında Hamis çayına birleşir. Bu mevkide kot 200 m ve Kalecik Deresi drenaj alanı 176 km² dir. Kalecik Deresi güneydoğu-kuzeybatı yönlerinde, baraj yerinde bir boğaz içinde akım gösterdiği için yamaç zirveleri ile talveg arasında birden artan kot farkı vardır. Aktif hacim ve barajda regüle edilecek su miktarının tesbiti amacıyla yapılan maliyet çalışmalarında regüle su maliyetinin baraj yüksekliği artışı ile azaldığı tesbit edilmiştir. Buna göre 1.5x10⁶ m³'lük ölü hacimle birlikte barajın toplam depolama hacmi 38.80x10⁶ m³ olarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM 4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

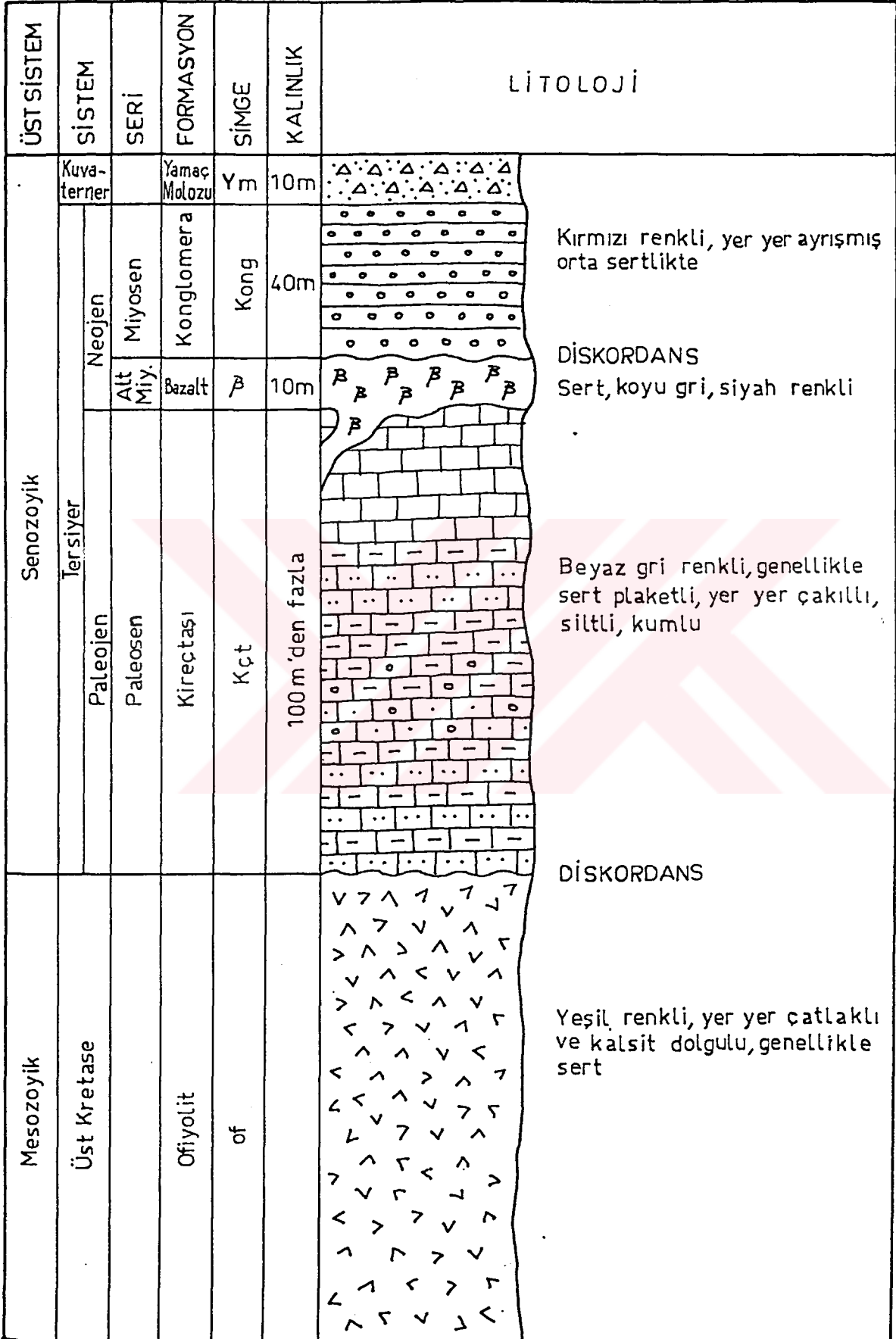
K.Akdere (1970) hazırladığı planlama raporunda, 1/25000 ölçekli yöre jeolojisi ve 1/1000 ölçekli aks yeri jeoloji haritalarını yapmıştır. 1/25000 ölçekli harita çalışmalarında hava fotoğrafından yararlanmıştır. Bu çalışma sonucunda, baraj yerinin su tutma ve yamaç duyarlılığı yönünden sorun yaratmayacağı belirtilmiştir.

N.Yavuz (1976); Ceyhan-Sarıköz Osmaniye ovası Kalecik Barajının kesin proje aşaması raporunu hazırlamıştır. 1/1000 ölçekli baraj yeri jeoloji haritasını yapmış barajı olumsuz yönde etkileyecek yapısal unsurların görülmediğini belirtmiştir. Baraj gövdesinin duraylılığını sağlamak ve geçirimsizlik perdesini oluşturmak için enjeksiyon önermiştir.

BÖLÜM 5. GENEL JEOLojİ

Kalecik Barajı ofiyolitik kayaçları örten kireçtaşları üzerinde inşaa edilmiştir (Foto. 2). Amanosların doğu ve batı kenarında SW-NE yönünde uzanan yaygın kireçtaşı istifı, Toroslardaki "Komprehensif Serinin" eşdeğeridir. 1000 m.'yi aşan bu karbonatlı istif üzerindeki allokton konumlu ofiyolitik kayaçlar, Kalecik Barajının ve rezervuarının temel kayasını oluşturur. Temel kaya içerisinde çeşitli büyüklükte kireçtaşı blokları bulunmaktadır. Kireçtaşları açısız diskordansla Kızıldere formasyonu ile örtülü olup Kızıldere formasyonun üst seviyelerinde resifal kireçtaşları ve volkanitler görölmektedir (Arda, 1980).

Bölgede sürekli ve büyük atımlı faylar yer almaktadır. Düşey faylar Amanosların doğu kenarında yoğunlaşır. Sürekli ve büyük atımlı fayların dışında çok sayıda ve aynı sistem içerisinde gelişmiş kırıklar bulunmaktadır.



Sekil 5.1 — İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti

5.1.Stratigrafik Jeoloji

İnceleme alanında kayaçlar litostratigrafik özellikler gözönüne alınarak yapılan arazi gözlemleri ile sondaj verilerine göre yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanabilir. Ofiyolit, Palejen kireçtaşı bazalt ve Miyosen taban konglomerası.

5.1.1.Tortul Kayaçlar

Paleojen kireçtaşları ve Miyosen taban konglomeraları baraj ve göl alanındaki çökel kayaçları oluşturur.

5.1.1.1.Paleojen Kireçtaşları: İnceleme alanındaki tabaka kalınlıkları 7-40 cm arasında değişir. Silisli ve beyaz-gri renklidir. Alt seviyelere doğru rengi kurşuniye döner. Çatlakları sekonder kalsit dolguludur. Genel görünüm olarak plaketli bir tabakalanması vardır. Kriptokristalin dokuludur.

Kireçtaşı birimi, piroklastiklerin üzerinde yer almakta ve Kalecik konglomerası tarafından örtülmediği kesimlerde mostra vermektedir. Karotlarda alta doğru kumtaşı, konglomera ve kireçtaşı seviyelerinin sıklaştığı, üste doğru da sadece kireçtaşı seviyelerinin bulunduğu tesbit edilmiştir. Kireçtaşı genellikle ince tabakalı, çok parçalı ve çatlaklıdır. Kireçtaşında SK-13 no'lu sondaj kuyusu dışında erime boşluğu görülmemiştir. Baraj yeri mansabında Kalecik Deresi vadisinde

kireçtaşları; kiltası, silttaşı, kumtaşı (e_1), konglomera-killi kireçtaşı (e_2), kumtaşı, kiltası, kumlu kireçtaşı (e_3) ve kireçtaşları (e_4) olarak 4 seviyeye ayrılmıştır.

5.1.1.2.Miyosen Taban Konglomerası: Miyosen taban konglomeraları, Paleojen kireçtaşları üzerine diskordan olarak gelirler. Arazide yer yer ayrılmış olarak görülmektedir. Ayrılmadığında sert-orta serttir. Çimento içerisinde bulunan demiroksit nedeniyle kırmızı renklidir. Bu nedenle arazide çok kolay ayırtlanır. Çakılları genelde bazik ve ultrabazik elemanlıdır. Yer yer kireçtaşı çakılları da içerir. Taneler homojen dağılmamıştır. Çapraz tabakalanma görülür.

5.1.2.Mağmatik Kayaçlar:

İnceleme alanında gerek arazi gözlemleri sırasında gerekse temel araştırma kuyularından alınan karotlarda yapılan incelemelerde ofiyolitlerin, dibayaz ve piroklastikler olmak üzere iki birime ayrıldığı belirlenmiştir.

5.1.2.1.Diyabaz: M.T.A. Enstitüsünde yaptırılan petrografik analiz neticesinde, baraj yerindeki yeşil görünümlü bu kayacın albitleşmiş, uralitleşmiş diyabaz olduğu saptanmıştır. Yer yer çatlaklı ve kalsit dolguludur. Genellikle serttir. Sondaj verilerine ve arazi gözlemlerine göre diyabazlar kireçtaşlarını kesmektedir. Karot örneklerinde diyabaz içerisinde kireçtaşı parçaları bulunması bu görüşü doğrulamaktadır.

5.1.2.2.Piroklastikler: Diyarbazın üstünde yeralan yeşil renkli aglomeralar ve volkanik breşler şeklindedir. Yer yer iri bazen ince tanelidir. Kalsit dolgulu çatlakların çok olduğu gözlenmiştir. Karot yüzdesi yüksektir.

5.1.2.3.Bazalt: Bazalta sadece dolusavak dolayında rastlanır. Koyu gri, siyah renkli masif görünümlüdür. İnceleme alanındaki kalınlığı 9-18 m civarındadır.

5.2.Yapısal Jeoloji

Baraj yerinde Miyosen taban konglomeraları NE-SW doğrultulu ve SE yönünde 5° - 15° ile eğimlidir. Paleojen kireçtaşları ise genellikle NW-SE doğrultulu ve NE yönünde 30° - 40° eğimlidir. Eklem takımları kireçtaşlarında gelişmiştir. 1976 yılında Jeoloji Yük. Mühendisi Nezih Yavuz tarafından egemen eklemleri saptamak için alınan 356 ölçüye göre egemen eklem takımı N 40W, 42 SW, ikincil egemen eklem takımı N 52 E 42 SE ve üçüncül egemen eklem takımı ise N 67W, 30 SW yönlerinde gelişmiştir (Yavuz, N, 1976).

Miyosen konglomerası Paleojen kireçtaşları üzerine diskordans olarak gelmiştir.

Kireçtaşları içerisinde K-4 kaynağı çevresinde N-S ve W-E yönünde gelişen iki önemli fay mevcuttur. Kireçtaşı grubuna ait birimlerin eğimleri ve doğrultuları birbirleriyle uyumludur. Baraj yakınında menbaya doğru NE olan 30 - 40° lik eğimler kırıkların

etkisiyle değişmekte dolusavak yönüne doğru 7°-10° olmaktadır.

Eklemler genellikle düşeye yakın konumlu olarak baraj gölündeki mansap kaynakları yönünde gelişmiştir. Bölge genelinde yeralan büyük atımlı düşey faylar Amanosların doğu kenarında yoğunlaşmaktadır. Büyük atımlı fayların yanısıra aynı sistem içerisinde gelişmiş çok sayıda kırık bulunmaktadır.

5.3. Jeolojik Evrim

Amanoslar, ilginç jeotektonik konumu bir yana bırakıldığında bile kendi içerisindeki yapısal unsurların çeşitliliği ve jeolojik evrime olan etkileri açısından son derece özgün bir bölgedir. Bölge Kambriyen'den Siluriyen sonuna dek duraylı bir self niteliğini korumuştur. Bu zaman aralığında küçük ölçekli epirojenik hareketlerin dışında çökmeyi ve yapıyı etkileyen büyük hareketler yoktur. Siluriyen sonrasında, Devoniyen tabanındaki belirgin açılı diskordansın tanıttığı bir kıvrımlanma evresi geçmiştir.

Devoniyen sonrası Permotriyas öncesinde, bölgede yeni bir kıvrımlanma fazı geçmiştir. Bu faz, Permotriyas (?), Kretase yaşlı Amanos grubu tabanındaki diskordans ve Devoniyen yaşlı çökeller ile Amanos grubunun kıvrım şekillerindeki farklılıkla belirgindir. Amanos grubundaki kıvrımlar, Amanoslarda Mesozoyik sonunda yeni bir orojenez fazın etkili olduğunu gösterir. Bu faz,

bölge için paroksizma niteliğindeki Laramik orojenez fazı olmalıdır. Paroksizma evresi, yalın kıvrımlanmadan çok, bölgeye ofiyolit yerleşmesiyle karakterize edilir. Ofiyolit yerleşme mekanizması, şiddetli tektonik sürüklenme cephelerindeki genişliği yeryer 1 km'yi bulan ezik zonlarla belirgindir. Söz konusu ezik zonlardaki ofiyolitik kayaçlar, ile çökel kayaçlara yapraklanma kazanmış ve milonitleşmeye uğraşmıştır. Kireçtaşı kalkıştı, Paleozoyik yaşlı kırıntılı kayaçlarda ise kayrak gelişimi, ezik zon için temsilcidir.

Ofiyolitik kayaçların yer aldığı kesimlerin özellikleri değişiktir. Kuzeyde, ofiyolitik kayaçlar ile Amanoslardaki diğer birimlerin sık sık tekrarlandığı ekaylı yapı ve sürüklenme dilimleri egemendir. Bu nedenle tüm dokanaklar tektoniktir. Harita alanının batısında ofiyolitik kayaçlar diğer birimler üzerine itilmiştir. Doğuda ise bu kez çökel kayaçlarının ofiyolitler üzerinde yer aldığı görülür.

Amanoslar, günümüzdeki morfolojisini düşey faylarla kazanmıştır. Bölgedeki yapı unsurlarından en önde geleni de söz konusu bu düşey faylardır. Düşey faylar, Amanosların doğu kenarında yoğunlaşırlar. Çoğun Doğu Anadolu Fay Zonunun devamı olarak yorumlanan bu kırık sisteminde sol yönlü doğrultu atımın egemen olduğu öne sürülmektedir. Ancak saha verileri yanal atımdan çok, büyük düşey atımların varlığını ortaya çıkarmıştır. Amanosları doğudan sınırlayan bu sistem, birbirine paralel uzanan bir dizi kırıkla temsil edilir. Dağ

sırası içinde de ana sisteme paralel gelişmiş kırıklar bulunmaktadır. Kenar zonundaki kırıklar için düşey atım miktarı belirlenememiştir. Ancak atımın 400 m dolayında olduğu, daha güneydeki farklı yükseltilerdeki volkan konilerinden bilinmektedir. Batıda yaklaşık E-W uzanan Bahçe Karabaldır yarılımı, gerek sürekliliği gerekse atım miktarı açısından bölgenin en önemli kırığıdır. Doğuya uzanımı olası sürüklenme yüzünden değişen, SW-NE'ya dönen ve izlenildiği en uç noktasında ana kırık sistemine paralel hale gelen bu fayın atımı, kuzeydoğudan güneybatıya doğru artmaktadır. Güneybatıda 1000 m nin üstünde olan düşey atım, kuzeydoğuda 700 m ye kadar düşmektedir (Candan, Z.U. 1977).

Sürekli ve büyük atımlı bu faylar dışında, aynı sistem içerisinde gelişmiş çok sayıda kırık bulunmaktadır.

BÖLÜM 6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Kalecik baraj yerinde açılan tüm kuyuların karotları, yüzey jeolojisi çalışmaları ve jeofizik veriler değerlendirilerek baraj yeri ve çevresinin yeraltı jeolojisi çıkartılmıştır. Buna göre baraj yerinde yer alan birimler alttan üste doğru ofiyolit (diyabaz, piroklastik), kireçtaşı, bazalt ve Kalecik konglomasıdır.

Kalecik barajı ofiyolitler ile üzerindeki kireçtaşıda inşaa edilmiştir. Enjeksiyon platformundaki SK-11 no'lu kuyu civarında başlayarak sağ yamaca uzanan Kalecik kongloması, baraj gölünün kuzeydoğusunda, kireçtaşının göl suyu ile temasını keserek geçirimsizliği sağlamaktadır. Kalecik Barajının sol yamacı ofiyolitik kayaçlar, sağ yamacı ise iri bir blok konumundaki kireçtaşı üzerinde yer almaktadır. Kireçtaşları, üzeri dolusavak yolundan itibaren Kalecik konglomasıyla (Kızıldere fm) örtülmüştür. Kireçtaşları; ince tabakalı, çok parçalı eklemli ve çatlaklıdır. Baraj yeri mansabında, Kalecik Deresi vadisinde görülen kireçtaşları, kıltaşı, silttaşı kumtaşı (e₁), konglomera, killi kireçtaşı (e₂), kumtaşı, kıltaşı, kumlu kireçtaşı (e₃) ve kireçtaşları (e₄) seviyelerine ayrılmıştır.

Ofiyolitlerin tavan topoğrafyası düzgün olmayıp yer yer yükselip alçalmaktadır. Baraj ekseninden geçen kesitte görüldüğü gibi, sağ yamaçtaki ofiyolit kireçtaşı dokanağı 500 m. kotlarındayken, SK-9 da 460 kotuna inmekte, SK-11 ve SK-16'nın olduğu bölgede ise 480 m. kotuna yükselmektedir. SK-16 dan dolusavak tarafına gidildikçe ofiyolit-kireçtaşı dokanağı alta dalmakta ve kireçtaşının kalınlığı artmaktadır. SK-16 nolu kuyuda ofiyolite 55.00 m'de, SK-12'de 72 m'de ve SK-13 nolu kuyuda ise 138 m'de girilmektedir. Baraj ekseninden membaya doğru gidildikçe ofiyolit tavanı yükselmekte, kireçtaşı kalınlığı azalmaktadır. Ofiyolitlere, SK-17 de 45 m'de, SK-6'da 33 m'de SK-7'de 62 m'de ve SK-19'da ise 69 m'de rastlanmaktadır.

Temel araştırma kuyularından alınan karotlarda ofiyolitlerin, diyabaz ve piroklastikler olmak üzere iki birimden oluştuğu görülmüştür.

6.1. Sondaj Kuyuları ve Özellikleri:

Kalecik Barajı eksen yeri ve göl alanındaki formasyon kalınlıklarını öğrenmek, aralarındaki ilişkiyi araştırmak, stabilite ve geçirgenlik değerlerini saptayabilmek amacıyla temel araştırma sondajları açılmıştır.

SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, DS-1 temel sondaj kuyuları 1969 yılında açılmıştır. SK-6, SK-7, SK-8, DSK-1, DSK-2, DSK-3, DSK-4, DSK-5, TSK-1, TSK-2, PSK-1 kuyuları 1976 yılında açılmıştır. Bunların 4 adedi sol yakada 14 adedi sağ yakada olmak üzere 18 adet temel

sondaj kuyusu vardır. Derinlikleri 30m-100m arasında değişmektedir. Sondajların hepsinde basınçlı su tecrübeleri yapılarak (K) permeabilite ve (L) lugeon değerleri saptanmıştır.

Sondajlarda karot yüzdeleri genellikle %70-%100 arasındadır. Sağ yaka ile sol yakanın basınçlı su deney sonuçları birbirine benzemektedir. Basınçlı su deneylerinde su kaçaklarının bulunmadığı düzeylerle birlikte su kaçaklarının oldukça fazla olduğu seviyeler de bulunmaktadır.

6.1.1. Tünel Sondaj Kuyuları

TSK-1: Kuyu derinliği 60 m.dir.

Tablo 6.1- TSK-1 Sondaj Kuyusunun Geçirimsizlik Değerleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Permeabilite (cm/sn)
TSK-1	0.00-2.00	Toprak Örtü
	2.00-60.00	Geçirimsiz
	10.00-12.00	10^{-6}
	12.00-14.00	10^{-4}
	14.00-18.00	10^{-5}
	18.00-20.00	10^{-6}
	20.00-26.00	Geçirimsiz
	26.00-32.00	10^{-4}
	32.00-34.00	10^{-8}
	38.00-40.00	Geçirimsiz
	40.00-42.00	10^{-6}
	42.00-46.00	Geçirimsiz
	46.00-48.00	10^{-7}
	48.00-56.00	Geçirimsiz
	56.00-58.00	10^{-7}
	56.00-60.00	Geçirimsiz

TSK-2: Kuyu derinliği 35.00 m. dir. 2.00-35.00 m arası kireçtaşıdır.

Tablo 6.2- TSK-2 Sondaj Kuysunun Geçirimsizlik Değerleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Permeabilite (cm/sn)
TSK-2	0.00-2.00	Toprak Örtü
	2.00-4.00	10^{-7}
	4.00-16.00	Geçirimsiz
	16.00-20.00	10^{-6}
	20.00-24.00	10^{-5}
	24.00-28.00	10^{-6}
	28.00-35.00	10^{-7}

6.1.2. Sol Yaka Temel Sondaj Kuyuları:

SK-1: Derinliği 80 m'dir. Genellikle 25 metreye kadar su kayıpları olmuştur.

14.00-16.00 metreler arasında 600 lt su kaybı olmuştur. (3.5 atmosfer basınç altında ve toplam 10 dakikada) Permeabilite katsayısı 10^{-4} cm/sn'dir. 25 metreden aşağıda ise 10^{-5} cm/sn ve 10^{-6} cm/sn değerleri saptanmıştır.

SK-2: Derinliği 60 m'dir. 15-20 metreye kadar su kaçakları yönünden sorun olabilir. Permeabilite katsayısı 10^{-4} cm/sn'dir. 20-25 m.den 60 metreye kadar 10^{-5} cm/sn ve 10^{-6} cm/sn değerleri vardır.

SK-8: Derinliği 42 m. dir. SK-2 kuyusunun hemen yanında açtırılmıştır. Değerler aynıdır. 0.00-12.00

metreye kadar 10^{-5} cm/sn, 12.00-16.00 metrelerarası 10^{-4} cm/sn, 16.00-28.00 metreler arası 10^{-5} cm/sn, 28.00 metreden sonra ekseri 10^{-6} cm/sn'lik permeabilite katsayısı değerleri saptanmıştır.

6.1.3.Sağ Yaka Kuyuları:

SK-3: Kuyu derinliği 63 metredir. 0.00-35.00 ve 52.00-63.00 metreler arasında diabaz geçilmiştir. Su kayıpları fazla değildir. 10 metreye kadar 10^{-4} cm/sn diğer metrelerde 10^{-5} cm/sn ve 10^{-6} cm/sn değerleri saptanmıştır.

SK-4: Kuyu derinliği 80 m'dir. Yaklaşık 60 metreye kadar fazla su kayıpları görülür. 60.00-68.00 metreler arasında kayıp yoktur. 68.00-80.00 metreler arasında permeabilite katsayısı 10^{-5} cm/sn olup kuyu üst düzeylerine oranla su kayıpları daha düşüktür.

SK-5: Kuyu derinliği 100 metredir. 0.00-44.00 m. kireçtaşı, 44.00-100.00 metreler arası diyabazdır. 45.00-60.00 metreler arasındaki su kayıpları oldukça fazladır. Permeabilite katsayısı değerleri 10^{-4} cm/sn 32.00-96.00 metreler arasında da su kayıp değerlerinde artış görülür. 96.00 metreden sonra 10^{-6} cm/sn değerleri saptanmıştır.

SK-6: Kuyu derinliği 75.00 m'dir. 0.00-33.50 m kireçtaşı, 33.50-75.00 metreler diyabaz geçilmiştir.

33.00-35.50 metreler arasında 10 atmosfer basınç altında 10 dakikada toplam 775 lt su kaybı olmuştur. Permeabilite katsayısı 10^{-4} cm/sn olarak hesaplanmıştır. 35 metreden daha derin düzeylerde su kayıpları azalmış bazı düzeylerde hiç kayıp olmamıştır. 10^{-6} , 10^{-8} cm/sn permeabilite değerleri saptanmıştır.

SK-7: Kuyu derinliği 75 m'dir. 0.00-61.75 m. kireçtaşı, 61.75-75.00 m diyabaz geçilmiştir. En fazla su kaybı 62.00-64.00 metreler arası 10 atmosfer basınç altında ve 10 dakikada gerçekleşen toplam 220 litrelik miktardır. Permeabilite değeri 10^{-6} cm/sn, 66.00-75.00 metreler arasında 10^{-6} cm/sn olarak saptanmıştır.

DSK-4: Kuyu derinliği 60 metredir. 13.00-19.00 metreler arasında diyabaz geçilmiştir. Su kayıpları azdır. Permeabilite katsayısı değerleri 10^{-5} cm/sn dir.

Sonuç olarak diyabazda, genellikle 25-30 m. derinliğine kadar olan düzeylerde 10^{-3} cm/sn, 10^{-4} cm/sn değerleri saptanmıştır. Derinlere inildikçe geçirimsizlilik artmaktadır.

DS-1: Kuyu derinliği 80 m'dir. 0.00-27.30 m arasında Miyosen taban konglomerası geçilmiştir. Genellikle permeabilite değerleri 10^{-3} cm/sn olarak saptanmıştır.

DSK-1: Kuyu derinliği 30 m'dir. 0.00-3.00 m. arası toprak örtüsü ve 3.00-21.00 m arasında Miyosen taban konglomerası geçilmiştir. Genellikle permeabilite

katsayısı 10^{-4} cm/sn ve 10^{-5} cm/sn En fazla su kaybı 8.00-10.00 metreler arasında 4 atmosfer basınç altında ve 10 dakikada toplam 865 lt.dir. Kireçtaşı- konglomera kontaklarında su kayıpları fazlalaşmaktadır (1340 lt/sn kadar).

DSK-2: 0.00-3.00 m. toprak örtüsü 3.00-12.75 m. Miyosen taban konglomerasıdır. Genellikle permeabilite katsayıları 10^{-5} cm/sn değerlerini vermektedir. Su kayıpları azdır. Kireçtaşı dokunaklarında 10^{-3} cm/sn değeri saptanmıştır.

DSK-3: Kuyu derinliği 60 m'dir. 0.00-34.00 m'ler arasında Miyosen taban konglomerası geçilmiştir.

0.00-14.00 m'ye kadar hiç kaçak olmamıştır. 14.00-16.00 metrelerde 10^{-5} cm/sn değeri saptanmıştır. 16.00-28.00 metreler orkanı geçirimsizdir. 28.00-30.00 metrelerde 10^{-5} cm/sn 30.00-32.00 metrelerde 10^{-4} cm/sn permeabilite değerleri hesaplanmıştır.

DSK-4: Kuyu derinliği 60.00 m'dir. 0.00-6.00 metre toprak örtü, 6.00-13.00 metreler arası Miyosen taban konglomerası geçilmiştir. Permeabilite katsayısı 10^{-5} cm/sn olarak saptanmıştır.

Sonuç olarak Miyosen taban konglomerasında 20-25 metreden aşağı düzeylerde geçirimsizlik artmaktadır.

6.2.Enjeksiyon Çalışmaları

Kalecik Barajı perde enjeksiyonu çalışmaları farklı zamanlarda 3 kez yapılmıştır.

6.2.1.İnşaat Aşamasında Yapılan Perde Enjeksiyonları

Baraj inşaatı sırasında enjeksiyon çalışmaları bir sıra perde, 2 sıra kapak (konsolidasyon) şeklinde yapılmıştır. Perde alt sınırı geçirimli birim olan kireçtaşı içerisinde bırakılmıştır. Perdenin taban kotu 470 m'dir (Ek E.3).

6.2.2.1985 Yılında Yapılan 2. Perde Enjeksiyonu

Baraj inşaatı bitiminden sonra gölde su tutulmuş ve su seviyesi işletme kotlarına geldiğinde mansaptan suyun sızdığı görülmüştür. Kaçakların izlendiği çatlakları onarmak amacıyla ilk yapılan perde, ilave enjeksiyonlarla takviye edilmiştir. Perde derinliği daha önceki ile aynı derinlikte bırakılmıştır. Enjeksiyon çalışmaları sırasında düşük basınç uygulanmıştır (P (0.23-0.33) h arasında değişen kademe basıncı). Bazı kuyularda ise 3 metrelik kademeler halinde su testleri yapılmıştır. Perde genellikle eğimli yapılmıştır. (Ek E 3).

Perde bitiminden sonra su seviyesi tekrar yükseltildiğinde kaçak miktarlarında herhangi bir değişme olmadığı görülmüştür.

6.2.3.1989 Yılında 3. Kez Yapılan Perde Enjeksiyonu

Birinci ve ikinci perde enjeksiyonlarından sonra kaçakların kesilmemesi nedeniyle yeni çalışmalar yapılmıştır. Çalışma platformunun hazır oluşu ve perde üzerinde daha önce 60 m derinliğinde 30 adet kuyuda yapılan enjeksiyon ile zemini kısmen ıslah edilmiş olması, yanısıra 7 adet derin kuyu açılarak jeolojik yapının ve su hareketinin belirlenmesi nedenleriyle mevcut enjeksiyon perdesi üzerinde yeniden bu perde ıslahına gidilmiştir.

Yeni enjeksiyon boyutlarının belirlenmesi amacıyla 442 m. kotuna inecek şekilde 11 adet araştırma kuyusu açılmıştır. Dolusavak ile gövde arasında, gövdenin alt kısmını ve tünelin çevresini takviye etmek amacıyla 6 adet eğimli kuyu açılmış ve enjeksiyonları tamamlanmıştır. Bu kuyuların enjeksiyon basınçları düşük tutulmuş, filtre ile derivasyon tüneline zarar vermemesine özen gösterilmiştir.

Delgi Sistemi: Enjeksiyon çalışmalarında Hauser ve Joy marka sondaj makinaları kullanılmıştır. Zeminin değişken olması nedeniyle kuyulardaki düşeyden sapmayı önlemek için karotiyer kullanılmıştır. Karot örnekleri ancak gerekli görülen yerlerde alınmıştır.

Enjeksiyon Sistemi: Enjeksiyon, kuyuları birer atlayarak yapılmıştır. Zeminin duraysız olduğu ve yıkıntı ihtimalinin bulunduğu yerlerde kademe

enjeksiyonu(yukarıdan aşağıya doğru) yapılmıştır. Kademeler 5'er metreler halinde yapılmıştır. Enjeksiyona 1/6'lık (1 çimento, 6 su) karışımla başlanmış, alış miktarına göre koyu karışıma geçilmiştir.

6.2.4.Dolusavak Eşik Betonu Enjeksiyonu

Dolusavak eşik yapısının yaklaşık 10 m. memba kısmında tek sıra halinde betonla anakaya arasındaki boşluğu doldurmak ve zeminin ilk 10 metresini sağlamlaştırmak amacıyla yapılmıştır.

Enjeksiyon kuyuları 3 metre ara ile önce birer kuyu atlayarak daha sonra araya girmek suretiyle açılmış ve 2 kademe şeklinde aşağıdan yukarıya doğru enjekte edilmişlerdir.

6.2.5.Dolusavak Gövde Arası Onarım Enjeksiyonu (3. Enjeksiyon)

Mansap sırası (DPE-II kuyuları)

Enjeksiyon çalışmaları birer kuyu atlayarak önce çift numaralı kuyular sonra tek numaralı kuyularda yapılmıştır (Ek E.4). Kuyular düşey açılmıştır. Derinlikleri 95.00 m olup, 442 m kotuna kadar inilmiştir. Toplam 10 adet kuyu açılarak ortalama alış miktarı 115 kg/m olmuştur.

Menba Sırası (DPE-I Kuyuları)

Mensap sırasının 2 m memba kısmında ve aks boyunca yapılmıştır. Kuyular önce birer atlayarak daha sonra

araya girerek açılmıştır. Derinlikleri 95.00 m olup, 442 m kotuna inilmiştir (baraj temel kotunun yaklaşık 18-20 m. altına).

Kuyulardaki enjeksiyon ve delgi işlemleri, önce 6 m ara ile (birer atlayarak) daha sonra 3 m araya girilerek yapılmıştır. Menba sırasında 50 adet perde kuyusu açılmış, 4,639 m delgide 563,735 kg çimento ve bentonit alış olmuştur. Kuyuların fazla alış yaptığı yerlerde 1.50 m. araya girilerek ilave kuyular açılmıştır (Ek E.4).

Menba sırasında 1.50 m ara ile yapılan 13 adet ilave kuyuda alış miktarı az olmuştur. Enjeksiyon talimatında öngörülen miktarların dışında açılan ilave kuyular perde kuyuları ile aynı derinlikte açılmıştır. Ortalama malzeme alış 63 kg/m olmuştur.

Memba sırasında normal perde ile ilave kuyuların bitiminden sonra perdeyi kontrol etmek amacıyla eğimli kontrol kuyuları açılmıştır (Ek E.4).

Kontrol kuyuları yukarıdan aşağıya doğru 5 metrelik kademeler halinde su testi yapılarak açılmış ve karot alınmıştır. Kuyuların enjeksiyonu aşağıdan yukarıya doğru kademeler halinde yapılmıştır. İki kuyuda ortalama alış miktarı 63 kg/m dir.

Dolusavak, ile gövde arasında gövdenin alt kısmını ve derivasyon tünelinin çevresini takviye etmek amacıyla

6 adet eğimli kuyu açılmıştır. Eğimli kuyularda enjeksiyonun gövdeye zarar vermemesi ve filtreyi tıkamaması için basınçlar düşük tutulmuştur.

6.3. Perde Enjeksiyonunun Analizi ve Sonuçları

Kalecik Barajı kaçaklarını önlemek amacıyla hazırlanan sondaj enjeksiyon talimatı uyarınca onarım enjeksiyonu çalışmalarına başlanmıştır. Enjeksiyon sistemine 3 m aralıklarla temel kotunun 15-20 m altına inecek şekilde tek sıralı, kuyu atlayarak yapılmıştır. Delgi sırasında kayaların niteliklerini belirleyebilecek karot almak ve eksenel sapmayı önlemek amacıyla karotiyer kullanılmıştır.

Onarım enjeksiyonları sırasında açılan 53 adet kuyunun sonuçları incelendiğinde 40 m derinlikten sonra enjeksiyon şerbeti alışların arttığı görülmüştür.

Kademeler boyunca enjeksiyon sonuçları ayrı ayrı incelendiğinde açılan kuyuların %70'i, 25 kg/m'nin altında alış yapmıştır (Ek B.7).

Alış miktarlarının fazla olduğu kademeler incelendiğinde kaçakların belirli bir sistemde olmadığı görülmüştür.

Perde kuyularının tamamlanmasından sonra 1.50 m aralıklarla araya girilerek perdenin alt tabanına kadar

ilave kuyular açılmıştır. Enjeksiyon ile delgi sistemi aynı olduğu halde ilave kuyularda alış miktarı fazla olmuştur. Derinlere inildikçe malzeme alış artmıştır Ek B.8).

Kontrol kuyuları, dolusavak ile gövde arasında yapılan perde enjeksiyonlarında kuyuların fazla alış yaptığı kademeleri kesecek şekilde eğimli açılmışlardır. Kuyu boyunca dönüşlü su testleri yapılmış ve kaçak miktarları tesbit edilmiştir (Ek B.9).

Kaçaklar, çatlakların olduğu kesimlerde görülmüştür. Su kaçağının olduğu yerlerde enjeksiyon alış da fazla olmuştur.

6.3.1.Enjeksiyon Karışımları

Onarım enjeksiyonlarında toplam 2507 m³ enjeksiyon şerbeti (karışım), 825 ton çimento, 4.8 ton kum ve 0.2 ton sodyum silikat kullanılmıştır (Karaoğullarından, T., 1990).

Enjeksiyon çalışmalarında karışımın ortalama oranları aşağıda verilmiştir.

Ağırlık olarak: %37 çimento

%63 su

Hacim olarak : %11 çimento

%89 su

6.3.2. Enjeksiyon Sonuçları

Enjeksiyon çalışmaları sırasında ano sistemine yani daralan aralıklar metoduna uyulmadığı için açılan ilave kuyuların sonuçları sağlıklı olmamıştır.

Kontrol kuyuları eğimli ve karotlu olarak açılmış ancak, karotlarda çimento şerbetine çok az rastlanmıştır.

Enjeksiyon sırasında Kalecik Barajı temel kayasını oluşturan kireçtaşı birimindeki çatlaklara uygun olarak, koyu karışım yerine ince karışım kullanılmıştır. Halbuki benzeri birimlerde karışım arasında ağırlık olarak en az %50 civarında katı malzeme (çimento+betonit) olması gerekmektedir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde karışımın hacim olarak %90'ını su oluşturmaktadır. Benzeri birimlerde ve yeraltısuyu akımının olduğu yerlerde ince enjeksiyon şerbeti (karışımı) yıkanabilmektedir. Bu nedenle ince karışımın çok az kullanılması gerekmektedir.

6.4. Çatlaklı Kayalar Hidrojeolojisi

Kayaçlar içerisinde çeşitli yollarla oluşmuş çatlaklar, suların kolayca iletilmesine yardımcı olurlar. Kalecik baraj yerinde görülen çok sayıda çatlak ve kırık, barajın su tutumu açısından oldukça önemlidir. Özellikle gövde ve dolusavak arasında su kaçaklarının

görüldüğü kısımda bu tür kayaçlar mühendislik araştırmaları açısından büyük önem taşırlar. İnceleme alanında bu tür özellik gösteren birim karbonatlı kayaçlardır.

6.4.1.Karbonatlı Kayaçlar

İnceleme alanındaki karbonatlı kayaçları Paleojen yaşlı kireçtaşları oluşturmaktadır. Mühendislik Jeolojisi haritasında görüldüğü gibi 4 gruba ayrılan kireçtaşlarında karstlaşma en çok e₄ sembolü ile gösterilen kireçtaşlarında gelişmiş olup, üst kotlarda az miktarda erime boşlukları yer almaktadır. Kireçtaşları göl alanında 480 m kotundan başlamakta, 580 m kotuna kadar devam etmektedir. Göl seviyesine bağlı olarak su ile örtülmektedir. İnceleme sırasında 501 m kotunun üzerinde yapılan gözlemlerde kireçtaşlarının kırıklı, çatlaklı, açık eklemlili fakat çok az erimeli olduğu izlenmiştir. Özellikle baraj aksı dolusavak ulaşım yolu üzerinde açık eklemler belirgin olarak görülmektedir. Kireçtaşlarının dolusavak mansabı ile K-5 kaynağı arasındaki bölümü ise üst kotlarda diğer kısımlara oranla daha çok erime boşlukludur. Ağız genişliği 1 m² boyutlarına ulaşan irili ufaklı erime boşlukları kireçtaşının Kalecik Deresine bakan yamacında yer almaktadır.

İnceleme alanındaki büyük kaynaklar e₄ simgeli kireçtaşı birimi ile geçirimsiz veya daha az geçirimli

birimlerin kontağından çıkmaktadır. Haritalanan kaynaklar ve çıkış yeri jeolojisi aşağıda özetlenmiştir.

K-1 ve K-2 kaynakları: Konglomera, killi kireçtaşı (e₂) ve kiltası, silttaşı kumtaşı (e₁) dokanağı,

K-3 ve K-4 kaynakları: Kireçtaşı (e₄) ve kumtaşı, kumlu kireçtaşı (e₃) dokanağı,

K-5 kaynağı: Kireçtaşı (e₄) ve ofiyolit dokanağı çıkmaktadır.

6.4.2.Çatlaklı Kaya Ortamında Yeraltısuyu

Dolaşımı:

Karstik kayaçlarda esas geçirgenlik çatlak, ve kırıkların gelişmesine bağlı olarak heterojen ve anizotrop bir karakter gösterir. Kalecik Barajında Paleojen kireçtaşlarında delinen enjeksiyon ve karst araştırma kuyularında görülen çok sayıdaki kırık gelişimi ve bunların birbirleriyle bağlantılı olmaları sonucu karst sisteminin sürekli olduğu belirlenmiş ve baraj gölünün farklı su seviyeleri için bu çatlaklı kaya ortama ait yeraltı su düzeyi haritaları çizilmiştir (Ek E.5).

Baraj gölünden karstik sisteme giren su 4 bölgeden geçerek mansap kaynaklarına gelmektedir.

A BÖLGESİ: Ofiyolit kayaçların yer aldığı zondur. Ofiyolit kayaçlar alloktan konumda bulunduğu ve üst seviyeleri de alterasyona uğradığından, bu kısımdan bir miktar su geçmektedir. Perde enjeksiyonundan önce

kuyulardaki test sonucuna göre geçirimsizlik değerleri 1-5 lugeon arasında hesaplanmıştır.

B BÖLGESİ: Ofiyolit ve kireçtaşının yer aldığı zondur. III. perde enjeksiyonunda eğik kuyularla enjekte edilmiştir. Bu kısımdan sızan sular K-1 ve K-2 kaynaklarından boşalmaktadır.

C BÖLGESİ: III. perde enjeksiyonunda 442 m kotuna kadar enjekte edilen zondur.

D BÖLGESİ: Bu bölge iki alt zona ayrılabilir.

D-1 zonu SK-13 nolu kuyuya kadardır. Buradaki ofiyolit kayaçların derinliği 140 m. civarındadır.

D-2 zonu SK-13 nolu kuyudan sağ yamaca kadar uzanan ve kireçtaşının konglomera altındaki derinlik ve konumunun bilinmediği zondur.

6.4.3.Kuyulardaki Yeraltı Su Düzeyi Ölçümleri:

Arazi çalışmaları süresince enjeksiyon yapılmayan SK-9, SK-10, SK-12, SK-13, SK-14, SK-16, SK-17, SK-18 ve SK-19 no'lu kuyularda önce her gün, daha sonra haftada bir defa yeraltı su düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Değerlendirmelerde 25.2-9.5.1988 tarihleri arasındaki ölçüm değerleri kullanılmıştır. Bu nedenle göldeki su seviyesi 501.5 m. kotundan 527.2 m.ye çıkartılarak, göldeki seviye değişiminin kuyulara etkisi gözlenmiştir. Kuyulardaki su seviye yükselmeleri aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Tablo 6.3- Kuyulardaki Yeraltı Su Düzeyi Ölçümleri

Kuyu No.	Göl su seviyesi (501.5-510.2 m) YSD yükselim(m)	Göl su seviyesi (501.5-527.2m) YSD yükselim(m)
SK-9	13.5	-
SK-10	13.0	-
SK-13	17.8	40.7
SK-14	11.0	18.5
SK-17	14.1	24.1
SK-18	7.3	
SK-19	14.4	
Baraj (Gölü 501.5 m)	8.7	35.7

Tablo 6.4- Baraj gölü ile sondaj kuyuları arasındaki hidrolojik eğim

Kuyu No	Göl Kotu (m)		
	501.4	518.2	527.2
	Hidrolik Eğim		
SK-9	$\frac{502-461}{100} = 0.4$	$\frac{518-474}{50} = 0.8$	-
SK-10	$\frac{502-455}{150} = 0.3$	$\frac{518-467}{100} = 0.5$	-
SK-12	-	$\frac{518-480}{170} = 0.2$	-
SK-13	$\frac{502-452}{250} = 0.2$	$\frac{518-467}{140} = 0.3$	-
SK-14	$\frac{502-461}{100} = 0.4$	$\frac{518-472}{40} = 1.1$	-
SK-16	$\frac{502-455}{170} = 0.2$	-	$\frac{527-481}{30} = 1.1$
SK-17	$\frac{502-478}{50} = 0.4$	$\frac{518-492}{20} = 1.3$	-
SK-18	$\frac{502-502}{30} = 0.01$	Su altında kaldı	-

Yukarıdaki tablodan görüldüğü gibi perde üzerindeki kuyularda en yüksek hidrolik eğim SK-10, SK-9 ve SK-14 kuyuları arasındadır. Gölde su seviyesi yükselince bu kuyularda da hidrolik eğim artmıştır. SK-10'da 0.3'den 0.5'e SK-9'da 0.4'den 0.8'e SK-14'de ise 0.4'den 1.1'e değişme görülmüştür.

6.5.Kaynaklar

Kalecik barajı mansabındaki bütün kaynaklar 1988 yılından itibaren düzenli olarak rasata alınmıştır. Aşağıdaki debiler 1992 yılına kadar olan değerleri kapsamaktadır. Kaynaklar pende derinleştirilme öncesi ve sonrası olarak iki grupta incelenmiştir.

6.5.1.Enjeksiyon Perdesi Derinleştirilmeden Önceki Kaynaklar

K-1 kaynağı: 1985 yılında baraj gölü 495.35 m'ye gelince derivasyon tüneli içerisinden 39-444 m.ler arasında, taban ve yan duvarlardan toplam 80 lt/sn bulan kaçaklar olmuştur. 1986 yılında tünel taban betonu tekrar dökülmüş taban ve yan duvarlardan gelen su kaçakları boru içerisine toplanmış, tünelin 232-441 m. leri arasında kontakt ve konsolidasyon enjeksiyonu yapılmıştır.

1987 yılında tünel tabanında 3'er m aralıklı, 3 m derinlikte 57 adet drenaj deliği açılmıştır. K-1 kaynağı olarak adlandırılan kaynak bugün drenaj deliklerinden

gelen sudur. Kaynak tünel içinde kotlandırılmış olup 447.57 m'den boşalmaktadır. Kaynağın debisi 20 lt/sn dolayındadır.

K-2 Kaynağı: Derivasyonda kontakt ve konsolidasyon enjeksiyonları devam ederken, derivasyon çıkışındaki sol yakada yaklaşık 3 lt/sn civarında su kaçağı başlamıştır. Bir müddet sonra aynı yerin yaklaşık 4 m. üzerinden su çıkışları görülmüştür. Kaynak, bu üst çıkışta 453.71 m'den kotlandırılmıştır. K-2 kaynağı kireçtaşıdan çıkmakta ve baraj gölü kaçaklarıyla oluşmaktadır. Kaynak çıkış yeri önündeki yamaç molozu, bu bölgedeki yıkama ve aşınmayı önlemek için kaldırılmış ve kum, çakıl ve kaya parçalarıyla kaplanmıştır. Deney sırasında bu malzemenin altından boşalan K-2 kaynağı, e_2 sembolü ile gösterilen konglomera, killi kireçtaşı, kireçtaşı birimlerinin oluşturduğu yerden boşalmaktadır. zerinde kısmen geçirimsiz olan e_3 sembollü kumtaşı, silttaşı yeraldığından, kaynağın beslenimi gövde zerindeki SK-5 kuyusu ile derivasyon tüneli arasında olmaktadır. Gl kotu 527 m ulaştıktan sonra kaynak boşalımı artmış ve boşalım zonu genişlemiştir.

K-3 Kaynağı: Plaketli kireçtaşları (e_4) ile kumtaşı kiltası, kumlu kireçtaşı (e_3) kontağından çıkmaktadır. Kaynak 450 m. kotundan Kalecık deresi seviyesinden boşalmaktayken, gl su seviyesi 514 m. ye yükselince daha üst kottardan çıkışlar ve debisinde artış gözlenmiştir.

K-4 Kaynağı: Göl seviyesi 520 kotuna yükselince plaketli kireçtaşı (e_4) ile kilitaşı, kumtaşı (e_3) kantağında yeralan bir zon boyunca 462-470 m. kotları arasından boşalmaktadır. 30.3.1988 tarihinde göl düzeyi 518 m'ye çıkınca zonda nemlilik başlamış göl seviyesi 527.2 m'ye ulaştığında boşalım 80 lt/sn ye ulaşmıştır.

K-5 Kaynağı: Ofiyolit kayalarları ile kireçtaşı kantağından ve 430 m. kotundan boşalmaktadır. Kalecik deresinin sağ ve solundan (K-5.1, K-5.2) çıkan gözler dereyle birlikte ölçülmektedir. Diğer kaynak debileri toplamı ölçüm değerinden çıkartılarak K-5.1 ve K-5.2 nin değeri bulunmaktadır. Bu çevredeki ölçümlere 25.2.1987 tarihinde başlandığından kaynağın baraj öncesi değerleri bilinmemektedir. Ancak kireçtaşı alanı büyüklüğünden ve yağış değerlerinden yararlanılarak yapılan hesaplamada ortalama debisi 30-40 lt/sn olarak bulunmuştur. Yapılan gözlemlerde, gölün 514 m. kotuna kadar kaynak debisi 40 lt/sn de sabit kalmış ve bu seviyeden sonra boşalımda artış başlamıştır.

6.5.2.Enjeksiyon Perdesi Derinleştirildikten Sonra Oluşan Kaynaklar

K-3.2 Kaynağı

Dolusavağın Kalecik deresi ile birleştiği yerden çıkmaktadır. Debisi K-3.1 ile birlikte 11-92 lt/sn arasındadır. Bunun %80'i K-3.2 kaynağından gelmektedir.

Seviye ölçümü yapılan bütün kuyularda yeraltısuyu seviyeleri kaynaklardan daha yüksek kotlardadır. En üst

kottan boşalan K-4 kaynak zonu 462-470 m en alt kottaki K-5 kaynağı ise 430 m. kotundan boşalmaktadır.

Tablo 6.5- Baraj gölü ile kaynaklar arasındaki hidrolik eğimler

Kaynak No	Göl Kotu 518 m	Göl Kotu 527 m
	Hidrolik Eğim	
K-1	$\frac{518-447}{300} = 0.23$	$\frac{427-447}{300} = 0.26$
K-2	$\frac{518-453}{300} = 0.21$	$\frac{527-443}{300} = 0.24$
K-3	$\frac{518-450}{400} = 0.17$	$\frac{527-450}{400} = 0.19$
K-4	$\frac{518-462}{310} = 0.18$	$\frac{527-462}{300} = 0.20$
K-5	$\frac{518-430}{600} = 0.14$	$\frac{527-430}{600} = 0.16$

bulunmuştur. En yüksek hidrolik eğim K-1 ve K-2 kaynağındadır.

K-1 kaynağının boşalım yeri olarak derivasyon tüneli açzı alınmıştır. K-2 kaynağının boşalım yeri tünel önündeki moloz seviyesi kabul edilmiştir.

6.5.3.Göl Seviyeleri ile Kaynak Debilerinin Karşılaştırılması

Kalecik Baraj yerindeki kaynak akımları göl seviyesi ile karşılaştırılarak kaynakların özellikleri hakkında bilgi edinilmiştir (TEK B.1,6). Derin

enjeksiyon perdesinden önce yapılan akım ölçümleri de perde sonrası ölçümlerle karşılaştırılarak perdenin sağladığı faydalar belirlenmeye çalışılmıştır (Ek D.2).

K-1 ve K-2 kaynakları ile K-3 ve K-4 kaynakları benzer özellik göstermekte, K-5 kaynağı ise bu iki gruptan ayrılmaktadır (Ek A.1). En düşük kottan boşalan K-5 kaynağı göldeki su seviyesi değişimlerinden etkilenmemekte, baraj öncesi aktığı ortalama debiyle akmaktadır.

Gövde yakınında yeralan K-1 ve K-2 kaynaklarında debide görülen en belirgin artış, göl kotu 523.8 m ile 529.8 m arasındayken oluşmuş ve K-1'de drenaj deliklerinden gelen su 14 lt/sn'den, 24 lt/sn'ye, K-2 kaynağında ise debi 20 lt/sn'den 40 lt/sn'ye yükselmiştir (1 m göl su seviyesi yükselimine karşı debi artışı K-1 kaynağında 1.6 lt/sn, K-2 kaynağında ise 4 lt/sn'dir).

K-3 ve K-4 kaynak grupları, su kaçaklarının oluşturduğu yüksek debili kaynaklardır.

K-3 kaynağındaki önemli değişimler, göl kotu 530.5 m'den 531.4 m'ye yükselince ortaya çıkmıştır. 0.9 metrelik yükselime karşı artış 30 lt/sn'dir. K-4 kaynağında, göl kotu 523.8 m'den 529.8 m'ye yükselince, 1 m'ye karşı debi artışı 15 lt/sn, 530.5 m'den 531.4 m'ye yükselince de 1 m'ye karşı debi artışı 26 lt/sn olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.6- Perde Derinleştirilmesi Öncesi ve Sonrası
Kaynak Akım Değeri Göl Seviyesi
Karşılaştırılması

Göl Seviyesi (m)	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5
502.00 (P.D.Öncesi)	15	39	54	Kuru	42
504.00 (P.D.Sonrası)	1	3	11	Kuru	39
523.4 (P.D.Ö)	15	41	91	4	101
523. (P.D.S)	14	20	91	2	76
527.7 (P.D.Ö)	20	57	129	80	95
531.4 (P.D.S)	25	51	136	136	62

6.6. Yeraltısuyu İzleme Deneyleri:

6.6.1.Enjeksiyon Yerinin Seçimi:

Etüt alanında mevcut kuyulardaki yeraltı su seviyeleri ölçülerek, eş yeraltı su seviyesi eğrileri çizilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre belirlenen izleme deneyi sistemi kapsamında rezervuar alanında bulunan SK-18 kuyusundan fluoresssein, SK-17 kuyusundan tuz ve dolusavak önünde bulunan SK-19 kuyusundan rodamin verilmiş SK-9, SK-12, SK-13, SK-16 kuyularından ve baraj mensabında bulunan K-1, K-2, K-3, K-5 kaynaklarından gözlemler yapılmıştır.

6.6.2. İzleme Deneylerinin Yapılması

Çatlaklı kaya ortamda yeraltı suyu hızı ve akım yönünü belirlemek amacıyla izleme deneyleri yapılmıştır.

SK-17 no'lu kuyudan tuz, SK-19 no'lu kuyudan rodamin, SK-18 no'lu kuyudan fluoresssein enjekte edilerek, sondaj kuyularından ve kaynaklardan su örnekleri alınmıştır. Boya deneyinden önce alınan numunelerdeki fluoresssein ve kondüktivite değerleriyle deney sonrası tesbit edilen değerler karşılaştırılarak izleyicilerin sondaj kuyularına ve kaynaklara ulaştığı süre tesbit edilmiş, bu değerlerden alınan sonuçlar yorumlanarak yeraltı suyunun akım yönü ve hızı belirlenmiştir.

6.6.2.1. Enjeksiyon İşlemi

Enjeksiyon; rodamin, fluoresssein ve tuz enjeksiyonu olmak üzere üç çeşit yapılmıştır.

Rodamin Enjeksiyonu: Deney ile ilgili tüm hazırlıklar tamamlandıktan sonra 2.3.1988 günü saat 15 de 1 kg. rodamin 200 litre suda karıştırılarak SK-19 kuyusuna verilmiştir. Boya verilme işleminden hemen sonra kuyuya bir saat süre ile su basılmıştır.

Fluoresssein Enjeksiyonu: 3.3.1988 günü saat 15 de 1 kg. fluoresssein 200 litre suda karıştırılarak SK-18 kuyusuna enjekte edilmiştir. Kuyudaki su seviyesi göl kotuna yakın ve S-14 kuyusu ile arasındaki hidrolik eğim yüksek olduğu için boya verildikten sonra kuyuya su basılmamıştır.

Tuz Enjeksiyonu: 4.3.1988 günü saat 14'de 20 kg tuz eritilerek SK-17 kuyusuna verilmiştir.

6.6.2.2. İzleme Deneyi Gözlemleri:

Rodamin, fluoresssein ve tuz enjeksiyonlarından sonra SK-9, SK-12, SK-13, SK-16 no'lu kuyulardan ve K-1, K-2, K-3, K-5-1 ve K-5-2 kaynaklarından su örneği alımına başlanmıştır.

Fluoresssein 6.3.1988 günü saat 16'da K-2 kaynağında çıplak gözle izlenmiştir. Aynı gün saat 24'de K-3, 8.3.1988 günü saat 06'da K-5.2, 3.3.1988 günü saat 24'de SK-17, 4.3.1988 günü saat 02'de SK-14 ve 5.3.1988 günü saat 20'de SK-12 gözlem noktalarında fluoremetre ile ilk boya çıkışları gözlenmiştir. Ayrıca bu noktalarda, sonraki analizlerde de sürekli boya akışı gözlenmiştir.

Gözlem noktalarından alınan su örneklerinde 5.3.1988 tarihine kadar rodamin'e rastlanmamıştır. Boya enjekte edilerek SK-19 kuyusundan su örneği alınarak boya kontrolü yapılmış ve boyanın kuyuda olduğu tesbit edilmiştir. Kuyuya iki saat süre ile su basılmış ve su örneği alımına devam edilmesi sonunda rodamine 7.3.1988 günü saat 24'de SK-13 kuyusunda rastlanmıştır. Alınan diğer örneklerde de rodamin gözlenmiştir.

SK-17 kuyusundan enjekte edilen tuz, alınan su örneklerinin kondüktivite değerleri ölçülerek kontrol edilmiştir. 8.3.1988 günü saat 01'de K-5.1 kaynağında en yüksek tuz değerine rastlanmıştır

6.6.2.3. Laboratuvar Çalışmaları:

Su örneklerinin boya kontrolu "Turner Filter Fluometer Model 111" cihazı ile yapılmıştır. Cihaz otomatik voltaj regülatörü ile birlikte kullanılmıştır.

Deneyde gözlem noktalarından su örneği alınmış ve suyun fluoresssein ve rodamin değerleri tesbit edilmiştir. Hazırlanan standart fluoresssein ve rodamin çözeltileriyle cihazın kalibrasyonu yapılmıştır.

6.6.3. I. ve II. İzleme Deneyi

Baraj gölünden kaçan suların hangi yollarla kaynaklara ulaştığını belirlemek amacıyla perde enjeksiyon derinleştirilmeden önce SK-18 nolu kuyuya fluoresssein, SK-19 nolu kuyuya rodamin ve SK-17 nolu kuyuya da tuz verilerek deney yapılmıştır (Ek E.5).

Tablo 6.7- SK-18 nolu kuyudan verilen fluoresssein deneyi sonuçları

<u>Gözlem yeri</u>	<u>Yeraltısuyu hızı m/saat</u>
SK-17 Sondaj kuyusu	12.0
SK-14 Sondaj kuyusu	14.0
K-2 Kaynak	6.0 gözle görüldü
K-3 Kaynak	5.5
K-4 Kaynak	Kuru
K-5 Kaynak	6.0

SK-19 nolu kuyuda verilen rodamin deneyi sonuçlarına göre, izleyici SK-13 nolu kuyuya ve K-3 kaynağına 1 m/saat hızla ulaşmıştır.

SK-17 no'lu kuyuda verilen tuz deneyinde ise fluoresssein görülen tüm gözlem yerlerinde tuz da görülmüştür. Tuz ve fluoresssein hızları birbirlerine eşit hesaplanmıştır.

Tablo 6.8- SK-19 no.lu kuyudan verilen fluoresssein deneyi sonuçları.

Gözlem yeri	Yeraltı Suyu hızı m/saat
SK-22 Sondaj kuyusu	3.2
K-3.1 Kaynak	8.0
K-3.2 Kaynak	6.0
K-4 Kaynak	6.0
K-5 Kaynak	5.0

Tablo 6.9- SK-22 nolu kuyudan verilen tuz deneyin sonuçları

Gözlem yeri	Yeraltı Suyu hızı m/saat
SK-21 Sondaj kuyusu	3.3
K-3.1 Kaynak	4.9
K-3.2 Kaynak	10.0
K-4 Kaynak	2.0
K-5 Kaynak	6.9

SK-17 no'lu kuyudan verilen rodamin baraj gölünde seyrelerek kaybolmuştur.

Baraj gölü 526. m'deyken yapılan deneyde, kaçakların dolusavaktan itibaren açık olan zondan K-3.1, K-3.2, K-4 ve K-5 kaynaklarına ulaştığı belirlenmiştir. Bu kotta toplam kaçak 250 lt/sn olup 200 lt/sn'lik kaçak miktarının bu zondan geldiği ölçülmüştür.

6.6.4. I. ve II. İzleme Deneylerine Göre Baraj Reservuarı ile Su Kaçakları Arasındaki İlişkisi

Baraj gölü oluştuktan sonra göl seviyesine bağlı olarak K-2, K-3, K-4 no.lu kaynaklar ortaya çıkmış ve daha önce mevcut olan K-5 kaynağının debisi artmıştır. Baraj gölünden kaçan su, göldeki suyun basıncına, göl alanındaki süreksizliklerin su alma-geçirme kapasitesine, bölgede geçirimsiz taban topoğrafyasını oluşturan ofiyolitlerin yayılımına, kireçtaşları içerisinde (e_1, e_2, e_3, e_4) gelişen eklem, kırık ve çatlakların boyutlarına bağlı olarak hareket etmektedir. Yeraltısuyunun hareketi ve gölden olan kaçakların miktarı aşağıdaki konularla ilişkilidir.

- Baraj gölü gözlenen en düşük kotta bile (501.5 m) sondaj kuyularındaki yeraltısuyu seviyelerinden ve kaynak kotlarından yüksektir.

- Yeraltısuyu hareketini taban kayacı konumundaki ofiyolitler sınırlamaktadır. K-5 kaynağı dipsavak boşalım özelliği göstermektedir.

- Mevcut enjeksiyon perde üzerinde açılan kuyularda kireçtaşının kalınlığı 55-138m'ler arasında değişmektedir.

- Baraj göl seviyesi yükseldikçe sondaj kuyularında da permeabiliteye bağlı olarak farklı yükselimler olmaktadır.

- Baraj gölü ile SK-14 no'lu kuyu arasındaki hidrolik eğim arttıkça kaynak debilerinde artışlar görülmüştür (Ek 7).

Kaçaklar farklı kotlardaki kaynaklardan boşalmaktadır. Göl seviyesi yükseldikçe:

K-2 kaynağı 527 m

K-3 kaynağı 507 m. ve 519 m.

K-4 kaynağı 525 m.

K-5 kaynağı 514 m.

kotunda kaçak su miktarında artış göstermiştir.

Toplam kaçak miktarı göl seviyesi 507-514 m.ler arasındayken 7 m.lik yükselimde 49 lt/sn, 514-520 m.ler arasındayken 6 m.lik yükselimde 122 lt/sn ve 526.1-527.2 m.ler arasındayken de 1 m.lik yükselimde 142 lt/sn artmıştır.

- Göl kotu 501.5, 518.2 ve 527.2 m'ye yükselince kuyularda yapılan yeraltısuyu seviye ölçümlerine göre çizilen eş yeraltı su düzeyi eğrileri ve yeraltısuyu akım yönleri boya deneylerini doğrulamaktadır.

- Göl seviyesi 501.5 m'deyken yapılan boya deneyinde, SK-19 no'lu kuyudan verilen fluoressen mevcut kaynak ve kuyuların tümünde görülmüştür.

Göl seviyesi 518.2 kotuna ulaşınca toplam kaçak miktarı 133 lt/sn ye yükselmiştir. Bu kottaki kaçakların çoğu SK-11 no'lu kuyu ile SK-14 no'lu kuyu ve gövde arasından olmaktadır. Eş yeraltı su düzeyi eğrilerinden 470 m. ve 480 m. kotlu olanların bu kuyular arasındaki

sıklığı, hidrolik eğimin artmasına, dolayısıyla yeraltısuyu hızının fazlalaşması sonucu aynı kesitten daha çok suyun geçmesini açıklamaktadır.

SK-15, SK-14, SK-9, SK-10, SK-11, SK-16 no'lu kuyularda, gölün 518 m. kotuna kadar, yeraltısuyu seviyesi mevcut enjeksiyon perdesinin altındadır. Yeraltı su düzeyi bu kottan sonra perde içerisinde yükselmektedir.

Mevcut enjeksiyon perdesinin yeterli geçirimsizliği sağlayamadığı, perde düzleminde açılan SK-15, SK-14, SK-9, SK-10, SK-11, SK-16 no'lu kuyularda yapılan su testlerinde görülmüştür.

6.6.5. III. İzleme Deneyi

Göl kotu 504.5 m'deyken perde derinleştirilmeden önceki SK-18 no'lu kuyudan yapılan deney tekrarlanarak perdenin derinleştirilmesinin etkileri araştırılmıştır.

Tablo 6.10 - SK-18 no'lu kuyudan veriler fluoresssein deneyi sonrası çevre kuyularındaki yeraltı suyu hızları

<u>Gözlem yeri</u>	<u>Yeraltısuyu hızı, m/saat</u>
SK-17 Sondaj kuyusu	36.0
SK-19 Sondaj kuyusu	79.2
SK-20 Sondaj kuyusu	6.0
SK-21 Sondaj kuyusu	14.1
K-1 Kaynak	Boya görölmedi
K-2 Kaynak	4.5 gözle
K-3 Kaynak	4.5
K-4 Kaynak	Kuru
K-5 Kaynak	3.6

6.6.6. İzleme Deneyleri Sonuçları

Baraj gölünden kaçan suların hareket yönünü belirlemek amacıyla göl kotu 502.5 m ve 526 m'deyken izleme deneyleri yapılmıştır. Derin enjeksiyon perdesi tamamlandıktan sonra göl kotu 504 m'de yapılan izleme deneyinde perdenin derinleştirilmesinin sağladığı faydalar araştırılmıştır. İzleme deneyleri ile karst araştırma kuyularında yapılan yeraltı su seviye gözlemleri ve kaynakların akım ölçümlerinin genel değerlendirme sonuçları, bu bölümde özetlenmiştir.

1. Enjeksiyon perdesinin derinleştirilmesiyle gövde yakınındaki kaynakların debileri azalmıştır.

<u>Gözlem yeri</u>	<u>Perde Derinleştirme</u>	<u>Perde Derinleştirme</u>
	<u>Öncesi Debi (502.5m)</u>	<u>Sonrası Debi (504m)</u>
K-1	15 lt/sn	1 lt/sn
K-2	39 lt/sn	3 lt/sn
K-3	44 lt/sn	11 lt/sn

2. İzleyici enjekte edilen SK-18 no'lu kuyuyla kaynaklar arasında yeraltısuyu hızı azalmıştır.

<u>Gözlem yeri</u>	<u>Perde Derinleştirme</u>	<u>Perde Derinleştirme</u>
	<u>Öncesi Hız (502.5m)</u>	<u>Sonrası Hız (504m)</u>
K-1	6.0 m/saat	4.5 lt/sn
K-2	6.0 m/saat	4.5 lt/sn
K-3	5.5 m/saat	3.6 lt/sn

3. İzleyici enjekte edilen SK-18 no'lu kuyuyla, perdenin mansabında gövdeye yakın kuyular arasında yeraltısuyu hızı azalmıştır.

<u>Gözlem yeri</u>	<u>Perde Derinleştirme</u>	
	<u>Hız Öncesi</u>	<u>Hız Sonrası</u>
SK-14 perde kuyusu	14 m/saat	dolu
SK-20 Perde mansabı	sonra açıldı	6 m/saat

4. K-4 kaynağının çıkış kotu değişmiştir. Kaynak, perde derinleştirilmeden önce göl kotu 518.7 m'de, derinleştirildikten sonra ise 520 m. de sızıntılar çıkarmağa başlamıştır.

5. Perdenin en belirgin etkisi, göl kotu 528 m'ye ulaşınca SK-20 nolu kuyu ile SK-21 no'lu karst araştırma kuyularında gözlenmiştir. Göl kotu 522.33 m'de iken SK-20 kuyusunun yeraltısuyu seviyesi 481 m'de olup SK-21 kuyusunda ise 466.25 m'dedir. Oysa göl kotu 528 m'ye yükseltildikten zamandan sonra dolusavak altından kaçan su miktarı fazlalaştığı için yeraltısuyu akımı tersine dönüp dolusavak tarafındaki SK-21 no'lu kuyuda yeraltısuyunu yükseltmiştir (497 m kotuna) (Ek E.5).

Bu durumda K-1 kaynağının boşalımı; 14 lt/sn'den 24 lt/sn'ye K-2 kaynağının boşalımı ise 20 lt/sn'den 44 lt/sn'ye yükselmiştir.

Gövdeyle dolusavak arasındaki enjeksiyon perdesinin derinleştirilmesi sonucu, özellikle gövde

yakınındaki kaynakların debilerinde belirgin azalma sağlanmıştır. Ancak izleme deneyleri perdenin menbaında kırık ve çatlak sistemlerinde yıkanmalar olduğunu göstermiştir. Baraj yerinde yıkanabilir, dolgulu kırık ve çatlak sistemlerinin varoluğu, zamanla mevcut perdede açılmalar olabileceğini göstermiştir.



BÖLÜM 7. İNCELEME ALANININ DEPREMSELLİĞİ

Kalecik Baraj yerinin deprem riskinin değerlendirilmesinde, yakınlığı nedeniyle Afrin Baraj yeri için yapılmış olan deprem risk analizi sonuçları esas alınmıştır.

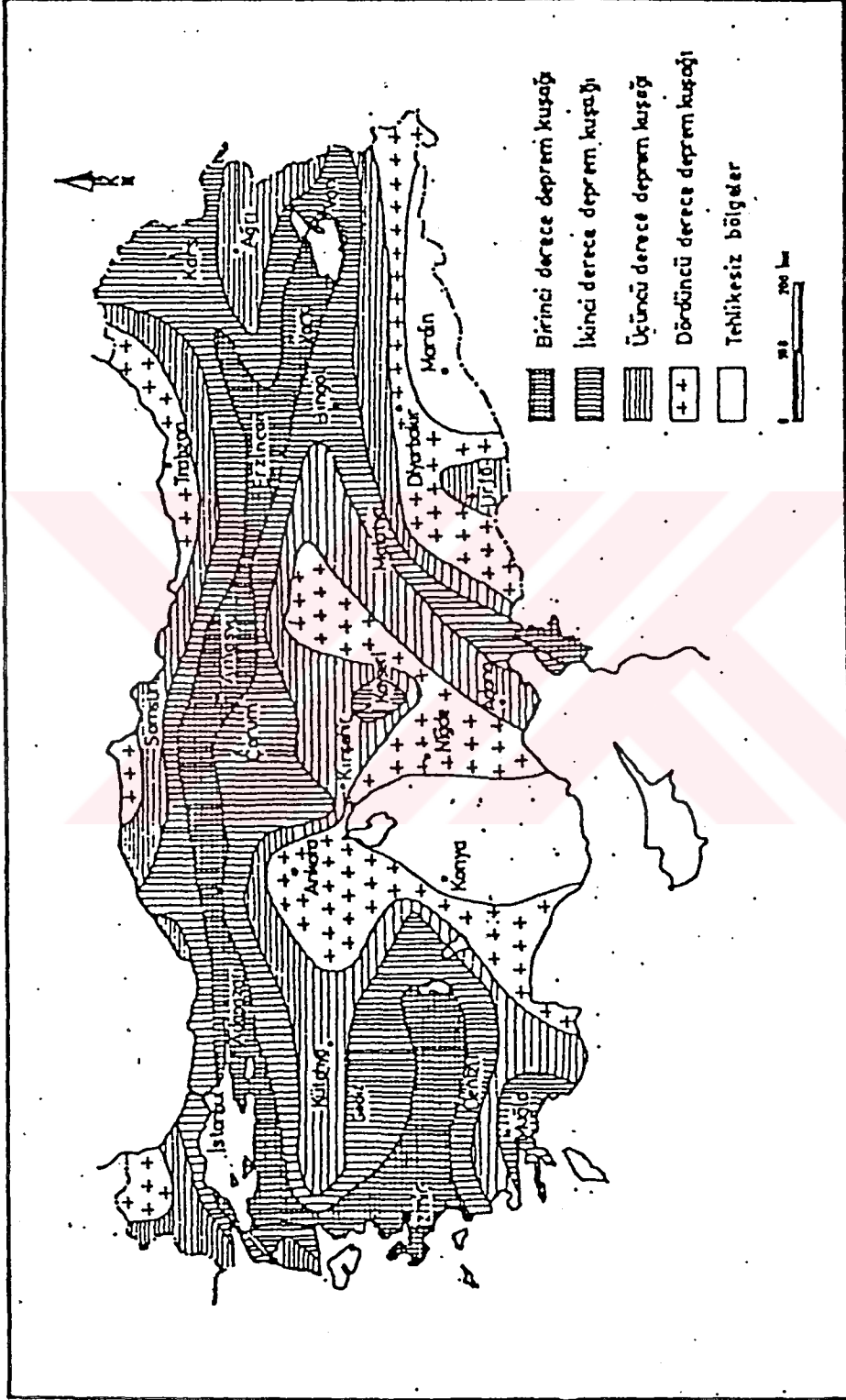
Konuya ilişkin olarak hazırlanmış sismo-tektonik haritada Kalecik Barajını etkisi altında bulunduran en önemli sismo-tektonik yapı Doğu Anadolu fayı olduğu görülmektedir. Harita üzerinde A-1 alansal deprem kaynağı ile L-1, L-2, ve L-3 çizgisel deprem kaynakları belirlenerek, Kalecik Barajına olan etkileri olasılık kuralı çerçevesinde hesaplanmıştır.

Şekil 7'de verilen eş ivme haritası ile ivme-risk tablolarına göre Kalecik Baraj yeri nispeten düşük deprem riskine sahip görünmektedir.

Gelecek 50 ve 100 yıllık periyotlarda, %5 olasılıkla sırası ile 96.4 gal ve 98.5 gal'lik yer hareketi maksimum ivmelerinin baraj yerinde etkili olabileceği hesaplanmıştır. Bu değerdeki ivmeler yaklaşık M.6 magnitüdündeki bir depreme karşı gelmektedir (Kaptan, C., Karabiber, S., Uzun Ö.L., 1989).

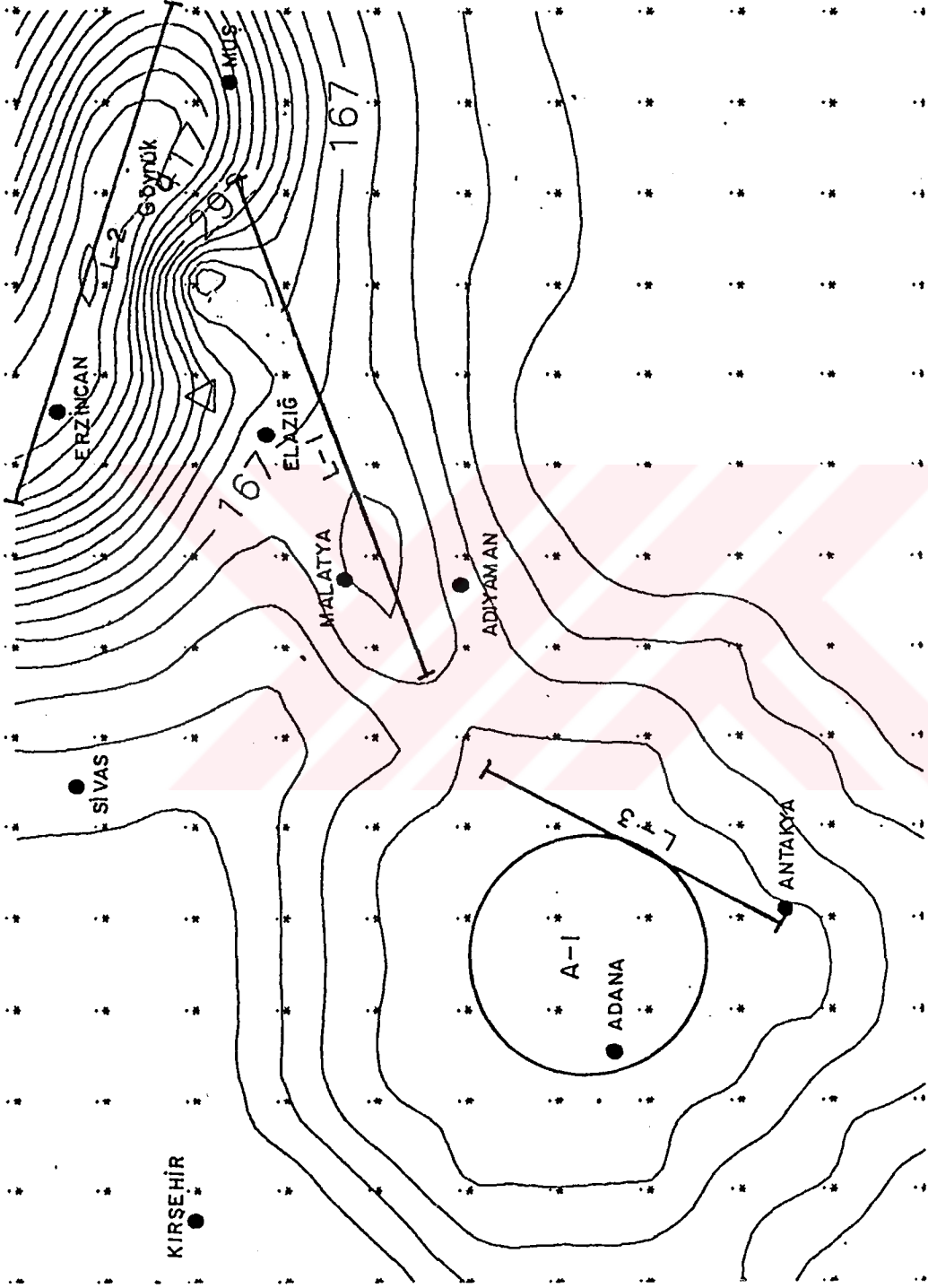
Diğer taraftan Jica firmasının ülkemiz barajları için önerdiği yatay deprem katsayısı standardizasyon değerleri ve DSİ tarafından yayınlanarak risk analizi raporlarına göre Jeofizik Etüdler şube müdürlüğünce hazırlanan maksimum yatay yer ivmesi yatay deprem katsayısı tablosuna göre Kalecik Barajı için $K=0.05-0.10$ değerleri arasında seçilmesi önerilmiştir.





Şekil : 7.1 Türkiye Deprem Bölgeleri (1972)

Deprem Araştırma Enstitüsünden



Şekil:7.2 Eş İvme Haritası 100 Yıl — 0.10 Olasılık

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Kalecik barajında sağ yakada yer alan kireçtaşlarından olan baraj mansabındaki su kaçaklarını azaltmak amacı ile 3 kez perde enjeksiyon çalışması yapılmıştır.

- Bu çalışmalar süresince ve bitiminden sonra su kaçaklarında devamlı ölçümler yapılmıştır.

- Baraj mansabında, sağ yakada oluşan 5 adet kaynakta yapılan ölçümlerin, 4 adedinde (K_1 , K_2 , K_3 , K_4), enjeksiyonlardan sonra su kaçaklarında çok az düşme olduğu ve su kaçaklarının; baraj göl seviyesi 510 m kotundayken, su seviyesindeki alçalma ve yükselmelere bağlı olarak azalıp çoğaldığı tesbit edilmiştir.

Gövdeyle dolusavak arasında enjeksiyon perdesinin derinleştirilmesi sorunu, özellikle yakınındaki kaynakların debilerinde az da olsa azalma sağlanmıştır. Ancak izleme deneyleri perdenin menbasında, mevcut kırık ve çatlak sistemlerinde yıkanmalar olduğunu göstermiştir. Baraj yerinde yıkanabilir dolgulu kırık, çatlak sistemlerinin varoluşu, zamanla mevcut perdede açılmalara sebep olabilir. Bu nedenle kaynaklarda akım

ölçümlerine, araştırma kuyularında da yeraltısuyu seviye ölçümlerine devam edilmelidir.

- K5 nolu kaynağın debisinde göl su seviyesindeki oynamaların fazlaca bir etkisi yoktur.

- Kaynakların debisi, göl su seviyesi 510 m kotunun üstüne çıktığında artmaya başlamaktadır. Perde enjeksiyonu mansabındaki gözlem kuyularından SK-20 ve SK-21 nolu kuyularda yapılan YSD ölçümleri bu görüşü doğrulamaktadır.

- Su kaçaklarına sebep olan Paleojen yaşlı, çok parçalı ve çatlaklı kireçtaşları, aks yerinde sağ yakada derinleşerek devam etmektedir. Bu kireçtaşlarından olan su kaçaklarını tamamen önlemek mümkün değildir. Sağ yakada aksa yakın kısımlarda geçirimsizlik tam olarak sağlansa bile, enjeksiyon perdesi etrafından su kaçakları olacaktır. Ancak geçirimsizlik sağlanması ile kaçakların izlediği yolun gövde yakınından uzaklaştırılması gövdenin korunması açısından önemlidir.

- Sağ yakada gövde ile dolu savak sağ duvarı arasında, 510 m kotuna kadar yapılacak yeni bir enjeksiyon ile su kaçaklarının azaltılması gerekmektedir. Yapılacak enjeksiyon hakim çatlak sistemleri göz önüne alınarak bunları dik kesecek şekilde oluşturulmaktadır.

- Yeni yapılacak enjeksiyon perdesinin 12 metrelik anolar halinde daralan aralıklar metoduna göre yapılması

gerekir. İlave kuyular 3. faz kuyuların enjeksiyon sonuçlarına göre belirlenmelidir.

- Kullanılacak karışımlar 1/3 (1 çimento, 3 su) oranında daha ince olmamalıdır. İnce karışım yerine koyu karışım kullanılmalıdır. Fazla alış yapan yerlerde kumlu karışıma geçilmelidir.



KAYNAKLAR

- AKDERE, K. (1970) Sarıkız-Osmaniye Ovası Kalecik Barajı Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu, DSİ ANKARA
- ALTUĞ, A., KAPLAN, A., GÜNER, N., vd. (1988), Ceyhan-Kalecik Barajı Kaçakları Karst Araştırması,, Jeoteknik seminer DSİ Cevizli, İSTANBUL.
- ALTUĞ, A., KOCABAŞ, İ., v.d. (1987), Ceyhan-Kalecik Barajı Su Kaçaklarıyla İlgili Teknik Seyahat Raporu, DSİ ANKARA.
- ARDA, O (1970) Amanos Dağlarının En Kuzey Kısımındaki Ofiyolitik Kayaçlarda Bazı Nadir Elementlerin XRF Metodu ile Kantitatif Determinasyon ve Interpretasyonu, MTA Enstitüsü Dergisi Sayı 75.
- CADAN, Z.U. (1977), Ofiyolit Olgusu, T.J.K. Yerbilimleri Konferans Dizisi, ANKARA
- C.KAPTAN, S. KARABİBER, Ö.L. UZUN, Afrin Baraj Yeri İçin Yapılan Deprem Riski Analizi 1989 D.S.İ. ANKARA
- KARAOĞULLARINDAN, T., (1990) Ceyhan-Sarıkız Projesi Kalecik Barajı Onarım Enjeksiyonları D.S.İ. ADANA.

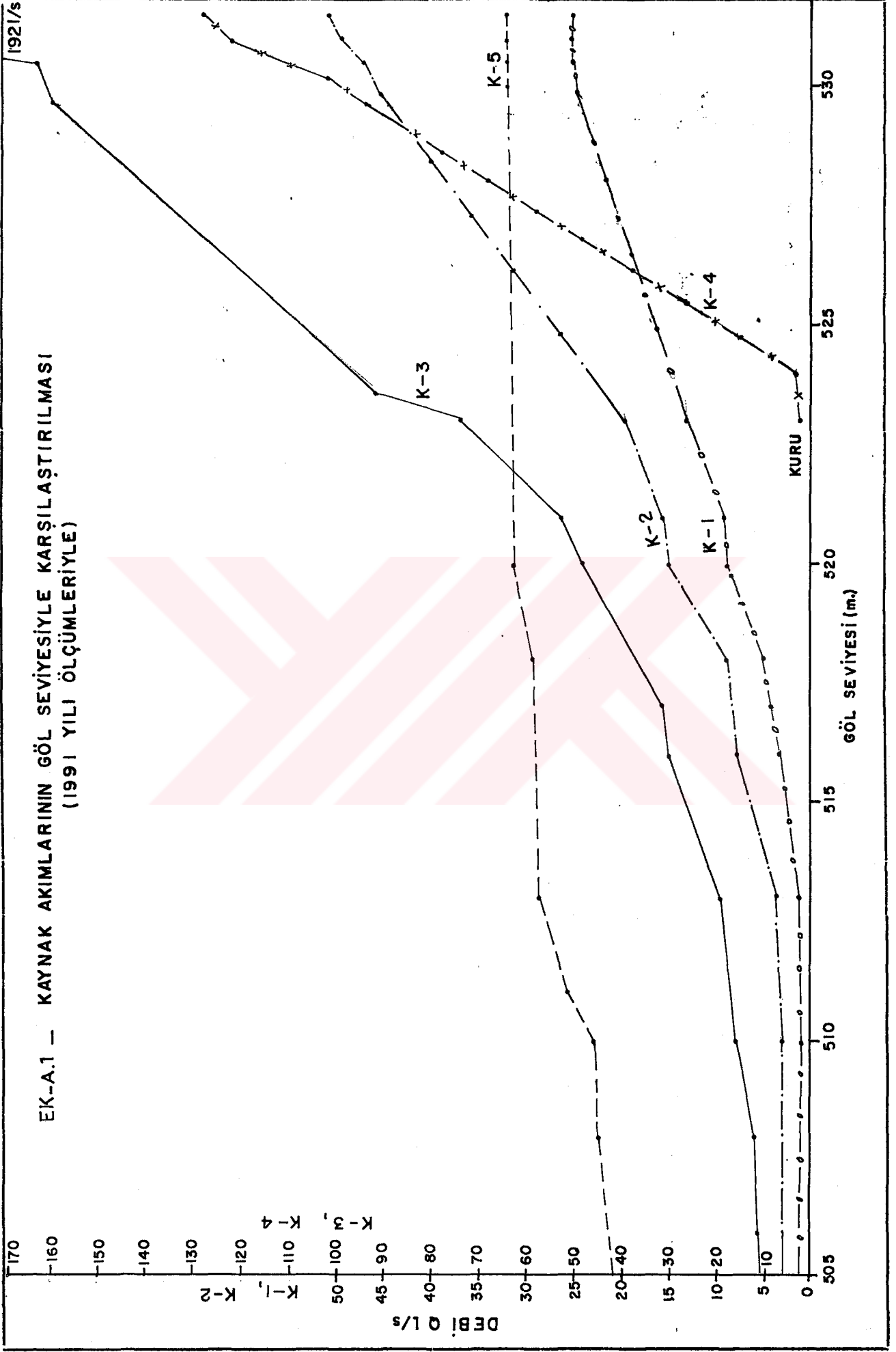
- YALÇIN, N., (1980), Amanosların Litolojik Karakterleri ve Güneydoğu Anadolu'nun Tektonik Evrimdeki Anlamı T.J.K. Bülteni Cilt 23, Sayı 1, ANKARA.
- YAVUZ, N., (1976), Ceyhan-Sarıkız-Osmaniye Ovası Projesi Kesin Proje Aşaması Mühendislik Jeolojisi Çalışmaları, DSİ, ADANA.



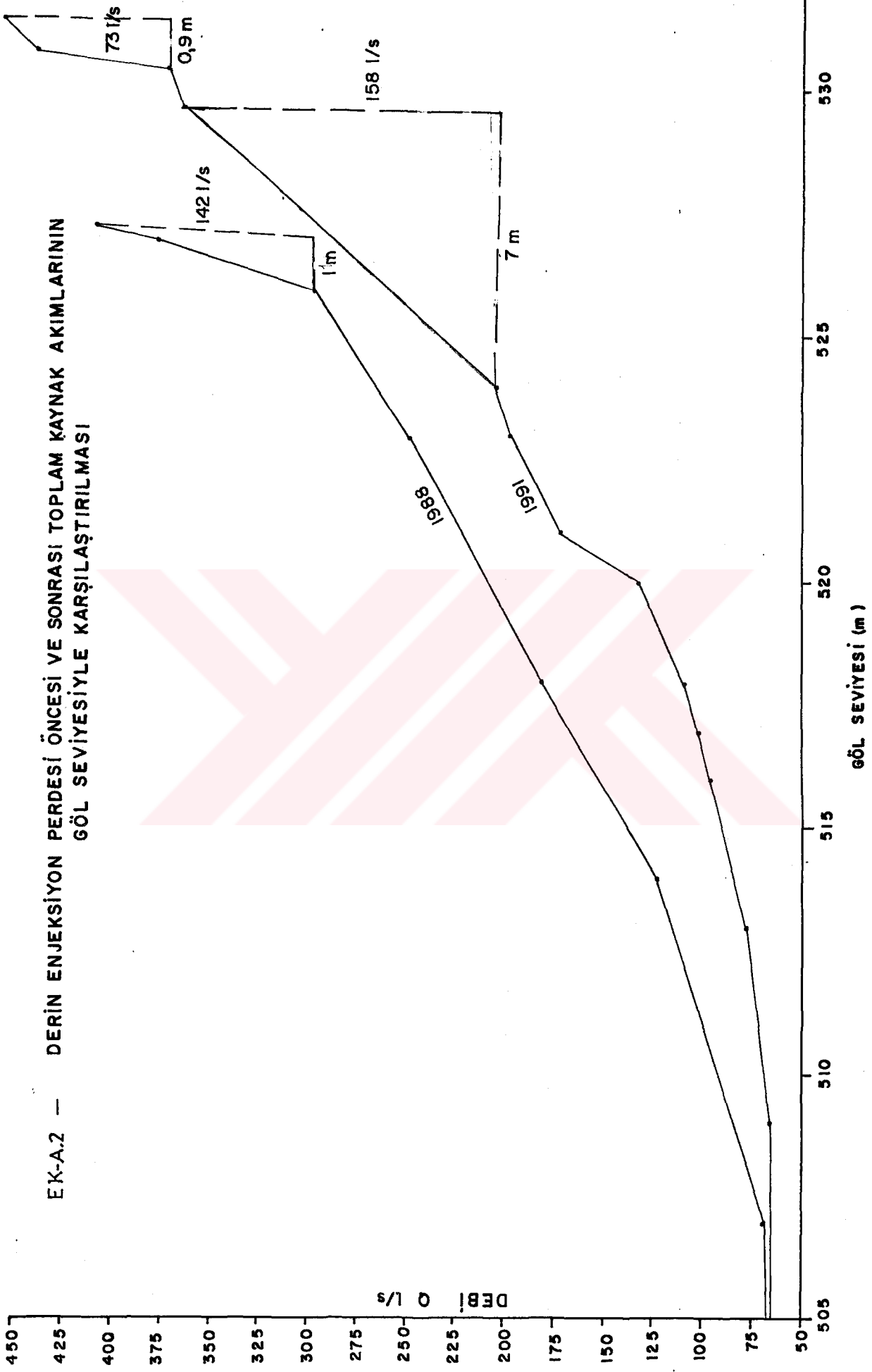
EKLER

EK A-GRAFİKLER

EK-A.1 — KAYNAK AKIMLARININ GÖL SEVİYESİYLE KARŞILAŞTIRILMASI
(1991 YILI ÖLÇÜMLERİYLE)

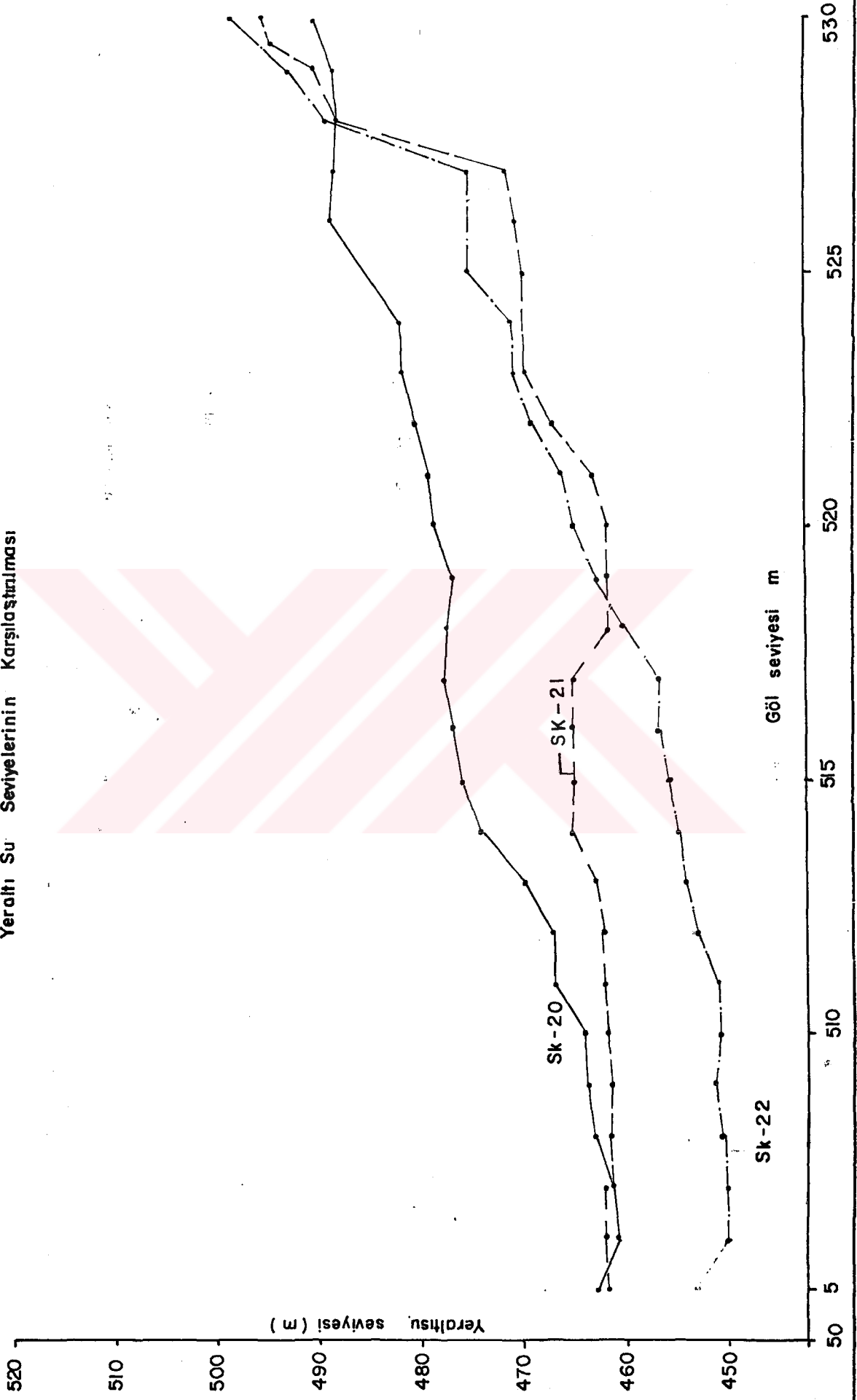


EK-A.2 — DERİN ENJEKSİYON PERDESİ ÖNCESİ VE SONRASI TOPLAM KAYNAK AKIMLARININ
GÖL SEVİYESİYLE KARŞILAŞTIRILMASI



EK-A.3- .Göl Seviyesiyle Sk20,Sk-21, Sk-22 nolu Kuyulardaki

Yeraltı Su Seviyelerinin Karşılaştırılması



EK-A.4 - Göl Seviyesiyle Perdenin Menbainda Açılan Kuyulardaki Yeraltı Su Seviyelerinin

Karşılaştırılması

Sk-18
su altında kaldı

Yeraltısu Seviyesi (m)

Sk-17

SK-22

SK-23

Sk-19

Su altında

Sk-24

Göl seviyesi (m)

505

510

515

520

525

530

EK B-TABLÖLAR

EK B.1- KALECİK BARAJI SU KAÇAKLARI ÖLÇÜMLERİ

TARİH	GÖL KOTU (m)	K-1 DİPSAVAK TÜNELİNDEN ÇIKAN SU lt/sn	K-1 DİPSAVAK TÜNELİ TARAFINDAN GELEN SU lt/sn	K-3 DOLUSAVAK ALTINDAN GELEN SU lt/sn	K-4 DİPSAVAK TÜNELİ İNİŞ YOLUNDAN GELEN SU lt/sn	K-5 GÖVDE MANSABINDA (Kale altı sol-sağ sahil) lt/sn	TOPLAM KAÇAK lt/sn
24/9/1987	517.00	19	52	86	2	-	159
28/9/1987	515.60	17	50	84	-	-	151
1/10/1987	514.70	17	39	79	-	-	135
8/10/1987	511.80	17	27	72	-	-	116
16/10/1987	509.80	17	19	59	-	-	95
22/10/1987	509.27	17	13	54	-	-	84
29/10/1987	508.60	16	10	47	-	-	72
2/11/1987	507.90	16	9	47	-	-	72
9/11/1987	506.60	15	8	44	-	-	62
16/11/1987	503.90	14	6	41	-	-	61
23/11/1987	500.50	13	4	33	-	-	50
30/11/1987	500.00	11	3	30	-	-	44
3/12/1987	500.00	11	3	29	-	-	43
13/12/1987	500.05	7	1	22	-	-	30
17/12/1987	500.10	6	1	15	-	-	29
28/12/1987	501.50	5	1	13	-	36	55
11/1/1988	500.00	4	1	8	-	37	50
18/1/1988	500.10	4	1	8	-	46	59
25/1/1988	500.20	4	1	9	-	40	54
4/2/1988	500.15	4	3	15	-	73	95
11/2/1988	501.10	4	4	7	-	44	59
18/2/1988	500.00	4	4	9	-	47	64
25/2/1988	501.60	4	3	11	-	41	59
3/3/1988	502.00	4	6	20	-	41	71
14/3/1988	514.60	8	20	54	-	42	124
21/3/1988	518.65	15	33	60	-	71	179
28/3/1988	518.75	15	40	53	1	78	187
4/4/1988	518.85	15	41	62	4	87	203
14/4/1988	523.41	15	35	91	4	101	246
21/4/1988	526.25	15	43	102	20	115	295
28/4/1988	527.06	15	46	124	76	116	377

EK B.2- KALECİK BARAJI SU KAÇAKLARI ÖLÇÜMLERİ

TARİH	GÖL KOTU (m)	K-1 DİPSAVAK TÜNELİNDEN ÇIKAN SU lt/sn	K-2 DİPSAVAK TÜNELİ TARAFINDAN GELEN SU lt/sn	K-3 DOLUSAVAK ALTINDAN GELEN SU lt/sn	K-4 DİPSAVAK TÜNELİ İNİŞ YOLUNDAN GELEN SU lt/sn	K-5 GÖVDE MANSABINDA (Kale altı sol-sağ sahil) lt/sn	TOPLAM KAÇAK lt/sn
5/5/1988	527.16	20	57	128	79	128	412
12/5/1988	527.2	18	47	117	81	119	382
23/5/1988	527.04	18	48	113	69	93	341
2/6/1988	527.04	17	49	114	70	75	325
9/6/1988	527.09	17	47	112	64	76	316
17/6/1988	527.34	17	39	105	58	70	289
7/7/1988	527.04	17	37	109	52	68	282
21/7/1988	524.40	17	34	93	38	63	245
27/7/1988	522.70	17	27	90	27	59	220
4/8/1988	521.80	17	26	88	14	56	201
25/8/1911	516.90	17	22	81	-	51	171
7/9/1988	516.10	17	19	74	-	45	155
13/9/1988	515.40	17	18	71	-	44	150
22/9/1988	514.50	17	15	64	-	41	137
27/9/1988	514.48	17	13	58	-	40	128
6/10/1988	514.50	17	13	55	-	37	122
19/10/1988	514.62	17	11	53	-	35	116
1/11/1988	516.80	17	12	61	-	38	128
10/11/1988	518.05	17	13	65	-	41	136
15/11/1988	518.15	17	15	67	-	44	143
22/11/1988	517.60	17	13	64	-	40	134
1/12/1988	518.25	17	14	67	-	42	140
6/12/1988	518.80	17	15	68	-	43	143
13/12/1988	519.00	17	14	68	-	43	143
20/12/1988	518.10	15	17	78	-	45	157
27/12/1988	518.10	17	15	70	-	50	152
12/1/1989	514.60	15	8	38	-	40	101
17/1/1989	514.90	16	12	40	-	44	112
24/1/1989	516.00	16	12	41	-	45	114
30/1/1989	516.78	15	10	41	-	43	109

EK B.3- KALECİK BARAJI SU KAÇAKLARI ÖLÇÜMLERİ

TARİH	GÖL KOTU (m)	K-1 DİPSAVAK TÜNELİNDEN ÇIKAN SU lt/sn	K-2 DİPSAVAK TÜNELİ TARAFINDAN GELEN SU lt/sn	K-3 DOLUSAVAK ALTINDAN GELEN SU lt/sn	K-4 DİPSAVAK TÜNELİ İNİŞ YOLUNDAN GELEN SU lt/sn	K-5 GÖVDE MANSABINDA (Kale altı sol-sağ sahil) lt/sn	TOPLAM KAÇAK lt/sn
9/2/1989	516.06	15	10	46	Kuru	47	118
15/2/1989	514.30	15	9	45	Kuru	47	116
21/2/1989	515.08	15	11	47	Kuru	50	123
27/2/1989	515.50	15	11	48	Kuru	50	124
7/3/1989	516.40	15	9	48	Kuru	47	119
14/3/1989	517.36	15	13	51	Kuru	52	131
22/3/1989	518.70	15	14	57	Kuru	57	143
28/3/1989	519.80	17	16	66	Kuru	63	162
4/4/1989	520.50	18	20	80	Sızıntı var	68	186
12/4/1989	521.36	19	21	82	2	71	195
19/4/1989	521.69	20	23	85	4	73	205
5/5/1989	521.55	20	23	85	4	73	205
16/5/1989	521.55	20	23	85	4	73	205
23/5/1989	522.04	20	28	90	5	76	219
6/6/1989	521.47	20	28	88	5	75	216
13/6/1989	521.28	20	26	87	5	73	211
20/6/1989	521.38	20	27	87	5	75	214
27/6/1989	520.86	20	25	84	5	73	207
11/7/1989	519.52	18	20	74	3	68	183
18/7/1989	518.90	18	18	73	2	66	177
25/7/1989	517.62	18	16	69	-	63	166
8/8/1989	515.04	15	10	44	-	61	130
15/8/1989	514.00	15	7	40	-	43	105
22/8/1989	512.79	14	6	34	-	40	94
29/8/1989	510.92	13	5	31	-	38	87
5/9/1989	509.49	11	4	28	-	36	79
26/9/1989	506.30	8	3	19	-	34	64
4/10/1989	516.66	9	5	33	-	54	101
18/10/1989	511.06	10	8	34	-	49	101
25/10/1989	511.72	10	9	36	-	49	104
31/10/1989	512.25	11	9	36	-	50	106

EK B.4- KALECİK BARAJI SU KAÇAKLARI ÖLÇÜMLERİ

TARİH	GÖL KOTU (m)	K-1 DİPSAVAK TÜNELİNDEN ÇIKAN SU lt/sn	K-2 DİPSAVAK TÜNELİ TARAFINDAN GELEN SU lt/sn	K-3 DOLUSAVAK ALTINDAN GELEN SU lt/sn	K-4 DİPSAVAK TÜNELİ İNİŞ YOLUNDAN GELEN SU lt/sn	K-5 GÖVDE MANSABINDA (Kale altı sol-sağ sahil) lt/sn	TOPLAM KAÇAK lt/sn
10/11/1989	513.08	12	10	38	-	53	113
14/11/1989	513.89	13	11	39	-	53	116
28/11/1989	516.36	18	14	45	-	63	140
14/12/1989	520.38	20	18	72	Sızıntı	69	179
20/12/1989	521.48	20	20	76	3	74	193
26/12/1989	522.16	20	21	79	4	76	200
29/12/1989	522.42	20	23	82	5	78	208
2/1/1990	523.10	20	28	87	7	81	223
4/1/1990	523.35	20	29	89	8	81	227
8/1/1990	523.83	20	29	91	9	81	230
15/1/1990	524.54	20	32	98	13	85	246
18/1/1990	524.79	20	32	100	14	84	250
22/1/1990	525.12	20	33	102	16	86	258
2/2/1990	525.25	20	36	124	29	86	299
5/2/1990	526.12	20	38	129	35	90	312
8/2/1990	526.33	20	38	132	38	91	319
15/2/1990	527.20	20	41	141	60	92	352
19/2/1990	531.10	22	79	250	158	114	629
22/2/1990	531.10	22	79	300	158	114	712
1/3/1990	530.10	22	63	286	140	92	604
5/3/1990	530.04	22	63	284	140	91	600
8/3/1990	530.14	22	59	269	134	46	530
12/3/1990	530.64	22	63	276	137	46	544
19/3/1990	529.10	-	-	-	134	-	-
22/3/1990	527.78	20	51	189	89	41	390
26/3/1990	526.77	20	46	152	66	40	324
2/4/1990	524.58	20	33	112	17	41	223
9/4/1990	523.70	20	29	109	15	39	212
19/4/1990	522.60	20	22	99	6	47	194
3/5/1990	522.34	20	20	96	5	44	185
7/5/1990	522.40	20	20	97	5	44	186

EK B.5- KALECİK BARAJI SU KAÇAKLARI ÖLÇÜMLERİ

TARİH	GÖL KOTU (m)	K-1 DİPSAVAK TÜNELİNDEN ÇIKAN SU lt/sn	K-2 DİPSAVAK TÜNELİ TARAFINDAN GELEN SU lt/sn	K-3 DOLUSAVAK ALTINDAN GELEN SU lt/sn	K-4 DİPSAVAK TÜNELİ İNİŞ YOLUNDAN GELEN SU lt/sn	K-5 GÖVDE MANSABINDA (Kale altı sol-sağ sahil) lt/sn	TOPLAM KAÇAK lt/sn
10/5/1990	522.63	20	21	98	5	44	180
14/5/1990	522.96	20	21	92	6	46	195
17/5/1990	523.16	20	21	105	7	47	200
21/5/1990	523.46	20	21	107	7	47	202
24/5/1990	523.61	20	22	109	7	48	206
31/5/1990	523.83	20	22	114	8	47	211
7/6/1990	524.12	20	23	119	10	48	220
18/6/1990	523.66	20	18	109	8	44	199
28/6/1990	523.36	20	16	107	7	41	191
23/6/1990	510.05	6	6	23	Kuru	33	73
6/12/1990	505.88	1	3	12	Kuru	50	66
10/12/1990	506.21	1	3	11	Kuru	41	56
13/12/1990	506.60	1	3	13	Kuru	42	59
24/12/1990	508.12	1	3	13	Kuru	44	61
3/1/1991	509.14	1	3	13	Kuru	45	62
7/1/1991	509.71	1	3	14	Kuru	46	64
10/1/1991	510.02	1	3	14	Kuru	46	64
14/1/1991	510.22	1	3	16	Kuru	47	67
17/1/1991	510.76	1	3	16	Kuru	47	67
21/1/1991	511.19	1	3	16	Kuru	48	68
28/1/1991	511.90	1	3	17	Kuru	48	69
12/2/1991	513.37	1	4	20	Kuru	51	76
28/2/1991	516.31	3	8	30	Kuru	57	98
4/3/1991	517.22	4	8	32	Kuru	57	101
7/3/1991	517.72	4	8	35	Kuru	57	104
14/3/1991	518.22	5	9	38	Kuru	58	110
25/3/1991	520.04	9	16	48	Kuru	63	130
1/4/1991	521.16	9	16	53	Kuru	66	144
10/4/1991	523.22	13	20	74	1	86	190
11/4/1991	523.81	24	20	91	2	76	204
29/4/1991	529.89	24	44	157	92	51	368

EK B.6- KALECİK BARAJI SU KAÇAKLARI ÖLÇÜMLERİ

TARİH	GÖL KOTU (m)	K-1 DİPSAVAK TÜNELİNDEN ÇIKAN SU lt/sn	K-2 DİPSAVAK TÜNELİ TARAFINDAN GELEN SU lt/sn	K-3 DOLUSAVAK ALTINDAN GELEN SU lt/sn	K-4 DİPSAVAK TÜNELİ İNİŞ YOLUNDAN GELEN SU lt/sn	K-5 GÖVDE MANSABINDA (Kale altı sol-sağ sahil) lt/sn	TOPLAM KAÇAK lt/sn
2/5/1991	530.18	24	45	159	95	53	376
6/5/1991	530.51	24	47	163	101	53	383
14/5/1991	530.86	25	48	182	120	54	430
16/5/1991	530.97	25	49	184	122	60	440
20/5/1991	531.22	25	49	180	124	61	446
23/5/1991	531.36	25	49	188	124	61	454
27/5/1991	531.45	25	51	192	126	62	456
7/6/1991	531.74	25	51	193	127	63	459
17/6/1991	531.88	25	51	192	123	62	455
8/7/1991	530.90	-	-	-	-	-	440
5/8/1991	527.42						261
22/8/1991	524.80						152
5/9/1991	522.44						127
17/10/1991	518.38						118
24/10/1991	518.46						101
31/10/1991	519.90						152
7/11/1991	520.69						146
14/11/1991	521.12						164
21/11/1991	521.33						165
28/11/1991	521.95				Sızıntı		174
25/6/1992	532.76						339
16/7/1992	531.09						300
23/7/1992	530.57						285
12/8/1992	528.61						240
27/8/1992	526.10						200
3/9/1992	524.88						185
10/9/1992	523.61						175
17/9/1992	522.35						150
24/9/1992	521.40						125
1/10/1992	520.70						115
8/10/1992	513.65						110
19/11/1992	516.32						75
4/12/1992	517.05						116

EK B.7- KALECİK BARAJI ONARIM ENJEKSİYONU SONUÇLARI
(3. ENJEKSİYON)

DERİNLİK (m)	Uzunluk (m)	ENJEKSİYON ALIŞLARI (kg/m)					TOPLAM (m)
		0-25	26-100	101-200	201-500	≥500	
0-5	m	265.00	35.00	5.00	20.00	5.00	330.00
	%	80.30	10.60	1.52	6.06	1.52	100.00
5-10	m	280.00	15.00	15.00	15.00		325.00
	%	86.14	4.62	4.62	4.62		100.00
10-15	m	280.00	15.00	15.00	15.00		325.00
	%	86.14	4.62	4.62	4.62		100.00
15-20	m	270.00	15.00	10.00	25.00	20.00	340.00
	%	79.41	4.41	2.94	7.35	5.88	100.00
20-25	m	300.00	20.00	10.00	10.00	10.00	350.00
	%	85.71	5.71	2.86	2.86	2.86	100.00
25-30	m	250.00	65.00	10.00	10.00	5.00	340.00
	%	73.53	19.11	2.94	2.94	1.48	100.00
30-35	m	290.00	35.00	10.00	10.00	5.00	350.00
	%	82.85	10.00	2.85	2.85	1.43	100.00
35-40	m	280.00	30.00	15.00	15.00	10.00	350.00
	%	80.00	8.56	4.28	4.28	2.86	100.00
40-45	m	240.00	60.00	15.00	20.00	15.00	350.00
	%	68.57	17.14	4.29	5.71	4.29	100.00
45-50	m	260.00	35.00	5.00	25.00	25.00	350.00
	%	74.29	10.00	1.43	7.14	7.14	100.00
50-55	m	210.00	50.00	20.00	55.00	10.00	345.00
	%	60.87	14.49	5.80	15.94	2.90	100.00
55-60	m	200.00	70.00	20.00	40.00	20.00	350.00
	%	57.14	20.00	5.72	11.43	5.71	100.00
60-65	m	250.00	20.00	15.00	30.00	30.00	345.00
	%	72.45	5.80	4.35	8.70	8.70	100.00
65-70	m	200.00	25.00	20.00	45.00	55.00	345.00
	%	57.97	7.25	5.80	13.04	15.94	100.00
70-75	m	195.00	35.00	20.00	55.00	25.00	330.00
	%	59.09	10.61	6.06	16.67	7.57	100.00
75-80	m	240.00	15.00	30.00	35.00	25.00	345.00
	%	69.56	4.35	8.70	10.14	7.25	100.00
80-85	m	215.00	30.00	25.00	50.00	30.00	350.00
	%	61.44	8.57	7.14	14.28	8.57	100.00
85-90	m	240.00	35.00	35.00	10.00	20.00	340.00
	%	70.60	10.29	10.29	2.94	5.88	100.00
90-95	m	190.00	50.00	25.00	35.00	30.00	330.00
	%	57.58	15.15	7.58	10.60	9.09	100.00
95-100	m	20.00	-	-	5.00	5.00	30.00
	%	66.66	-	-	16.67	16.67	100.00
TOPLAM	m	4675	655	320	525	345	6520
	%	71.70	10.05	4.91	8.05	5.29	100.00

NOT: 3. enjeksiyon perdesinin bütün kuyuları değerlendirilmiştir (Dolusavak ile gövde arasında açılan kuyular).

EK B.8- KALECİK BARAJI İLAVE KUYULARIN ENJEKSİYON SONUÇLARI

DERİNLİK (m)	Uzunluk (m)	ENJEKSİYON ALIŞLARI (kg/m)					TOPLAM (m)
		0-25	26-100	101-200	201-500	≥500	
0-5	m	50.00	15.00				65.00
	%	76.92	23.08				100.00
5-10	m	40.00	20.00	5.00			65.00
	%	61.54	30.77	7.69			100.00
10-15	m	30.00	15.00	10.00		10.00	65.00
	%	46.00	23.08	15.38		15.38	100.00
15-20	m	50.00	10.00			5.00	65.00
	%	76.92	15.38			7.69	100.00
20-25	m	40.00	15.00		5.00	5.00	65.00
	%	61.54	23.08		7.69	7.69	100.00
25-30	m	35.00	5.00	5.00	10.00	10.00	65.00
	%	53.86	7.69	7.69	15.38	15.38	100.00
30-35	m	20.00	30.00	5.00		10.00	65.00
	%	30.77		7.69		15.38	100.00
35-40	m	35.00	15.00		10.00	5.00	65.00
	%	53.85	23.08		15.38	7.69	100.00
40-45	m	25.00	15.00	10.00	10.00	5.00	65.00
	%	38.46	23.08	15.39	15.38	7.69	100.00
45-50	m	35.00	15.00			15.00	65.00
	%	53.85	23.07			23.08	100.00
50-55	m	25.00	30.00	5.00		5.00	65.00
	%	38.46	46.16	7.69		7.69	100.00
55-60	m	25.00	15.00	10.00	10.00	5.00	65.00
	%	38.46	23.08	15.38	15.38	7.70	100.00
60-65	m	35.00	20.00		5.00	5.00	65.00
	%	53.85	30.77		7.69	7.69	100.00
65-70	m	20.00	15.00	10.00	10.00	10.00	65.00
	%	30.77	23.09	15.38	15.38	15.38	100.00
70-75	m	15.00	10.00		25.00	15.00	65.00
	%	23.08	15.38		38.46	23.08	100.00
75-80	m	35.00	10.00	10.00		10.00	65.00
	%	53.84	15.38	15.38		15.38	100.00
80-85	m	30.00	20.00			15.00	65.00
	%	46.15	30.77			15.38	100.00
85-90	m	25.00	15.00	5.00	10.00	10.00	65.00
	%	28.46	23.09	7.69	15.38	15.38	100.00
90-95	m	20.00	25.00			20.00	65.00
	%	30.77	38.46			30.77	100.00
95-100	m	15.00				15.00	30.00
	%	50.00				50.00	100.00
TOPLAM	m	605.00	315.00	7500	95.00	175.00	1265.00
	%	47.83	24.90	5.93	7.51	13.83	100.00

NOT: Perde enjeksiyonu çalışmalarında 1.50m araya girilen kuyuların değerlendirilmesi yapılmıştır (3. Faz 1/1, 9/1, 13/1, 17/1, 19/1, 30/1, 33/1, 34/1, 35/1, 40/1, 41/1, 42/1, 44/1, D1 ve /)2 nolu kuyuların sonuçları).

EK B.9- KALECİK BARAJI KONTROL KUYULARININ SU TESTİ SONUÇLARI

DERİNLİK (m)	Uzunluk (m)	LUGEON (lt/dak/m/10 atm.)					TOPLAM (m)
		0.0-3.0	3.1-6.0	6.1-10.0	10.1-20.0	≥200	
0-5	m	5.00					5.00
	%	100.00					100.00
5-10	m	5.00					5.00
	%	100.00					100.00
10-15	m		5.00				5.00
	%		100.00				100.00
15-20	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
20-25	m		10.00				10.00
	%		100.00				100.00
25-30	m	5.00	5.00				10.00
	%	50.00	50.00				100.00
30-35	m		10.00				10.00
	%		100.00				100.00
35-40	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
40-45	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
45-50	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
50-55	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
55-60	m	5.00	5.00				10.00
	%	50.00	50.00				100.00
60-65	m	5.00		5.00			10.00
	%	50.00		50.00			100.00
65-70	m		5.00	5.00			10.00
	%		50.00	50.00			100.00
70-75	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
75-80	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
80-85	m	5.00		5.00			10.00
	%	50.00		50.00			100.00
85-90	m	5.00	5.00				10.00
	%	50.00	50.00				100.00
90-95	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
95-100	m			6.00		6.00	12.00
	%			50.00		50.00	100.00
TOPLAM	m	115.00	45.00	21.00		6.00	187.00
	%	61.5	24.06	11.23		3.21	100.00

NOT: Dolusavak ile gövde arasında yapılan 3. perde enjeksiyonundan sonra eğimli olarak açılan ve dönüşlü su tesit yapılan K-1 ve K-2 nolu kuyuların değerlendirilmesi yapılmıştır.

EK B.10- KALECİK BARAJI KONTROL KUYULARININ ENJEKSİYON SONUÇLARI

DERİNLİK (m)	Uzunluk (m)	ENJEKSİYON ALIŞLARI (kg/m)					TOPLAM (m)
		0-25	26-100	101-200	201-500	≥500	
0-5	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
5-10	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
10-15	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
15-20	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
20-25	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
25-30	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
30-35	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
35-40	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
40-45	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
45-50	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
50-55	m	5.00	5.00				10.00
	%	50.00	50.00				100.00
55-60	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
60-65	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
65-70	m	5.00	5.00				10.00
	%	50.00	50.00				100.00
70-75	m	5.00	5.00				10.00
	%	50.00	50.00				100.00
75-80	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
80-85	m		5.00		5.00		10.00
	%		50.00		50.00		100.00
85-90	m	10.00					10.00
	%	100.00					100.00
90-95	m	5.00	5.00				10.00
	%	50.00	50.00				100.00
95-100	m					11.00	10.00
	%					100.00	100.00
TOPLAM	m	160.00	25.00		5.00	11.00	201.00
	%	79.60	12.44		2.49	5.47	100.00

NOT: Dolusavak ile gövde arasında yapılan 3. perde enjeksiyonundan sonra eğimli olarak açılan ve dönüşlü su tesit yapılan K-1 ve K-2 nolu kuyuların değerlendirilmesi yapılmıştır.

EK B.11- ENJEKSİYONDA KULLANILAN KARIŞIM SONUÇLARI

Karışım (Çimento/ Su) oranı	Çimento		Su m ³	Toplam Karışım m ³	Karışım %si
	Ton	m ³			
1/6	229.900	74.157	1379.673	1453.830	58
1/3	12.930	38.882	362.330	401.212	16
2/3	151.711	49.588	226.527	276.115	11
1/1	131.859	42.488	133.324	175.812	7
7/5	191.026	61.647	138.959	200.606	8
TOPLAM	825.426	266.762	2240.813	2507.975	100

EK.B12_ Kalecik Barajı Maksimum Yatay Yer İvmesi Değerleri

EKONOMİK ÖMÜR (YIL)	DEPREM RİSKİ AŞILMA OLASILIĞI		
	0.05 (% 5)	0.10 (% 10)	0.20 (% 20)
	Cm/sn ² MAKSİMUM YATAY YER İVMESİ (% g)		
1	46.8 (0.05)	42.4 (0.04)	33. (0.03)
50	96.4 (0.1)	91.9 (0.09)	80.3 (0.08)
100	98.5 (0.1)	95.1 (0.1)	88. (0.09)
200	112 (0.11)	97 (0.1)	92 (0.09)
1000	158 (0.16)	139.8 (0.14)	117.2 (0.12)

EK.B.13 – Kalecik Barajı Deprem Riski Aşılma Olasılıkları

MAKSİMUM YER İVMESİ										
(cm/sn^2) (g)	10 (0.01)	50 (0.05)	100 (0.1)	150 (0.15)	200 (0.20)	250 (0.25)	300 (0.30)	400 (0.40)	500 (0.50)	1000 (1.0)
EKONOMİK ÖMÜR										
DEPREM RİSKİ AŞILMA OLASILIĞI %										
1 YIL	47.57	1.30	0.03	0	0	0	0	0	0	0
50 YIL	100	48.18	1.60	0.28	0.11	0.06	0.03	0.01	0	0
100 YIL	100	73.15	3.17	0.57	0.23	0.12	0.07	0.03	0.01	0
200 YIL	100	92.79	6.24	1.13	0.47	0.24	0.14	0.06	0.03	0
1000 YIL	100	100	27.57	5.55	2.33	1.22	0.72	0.31	0.16	0

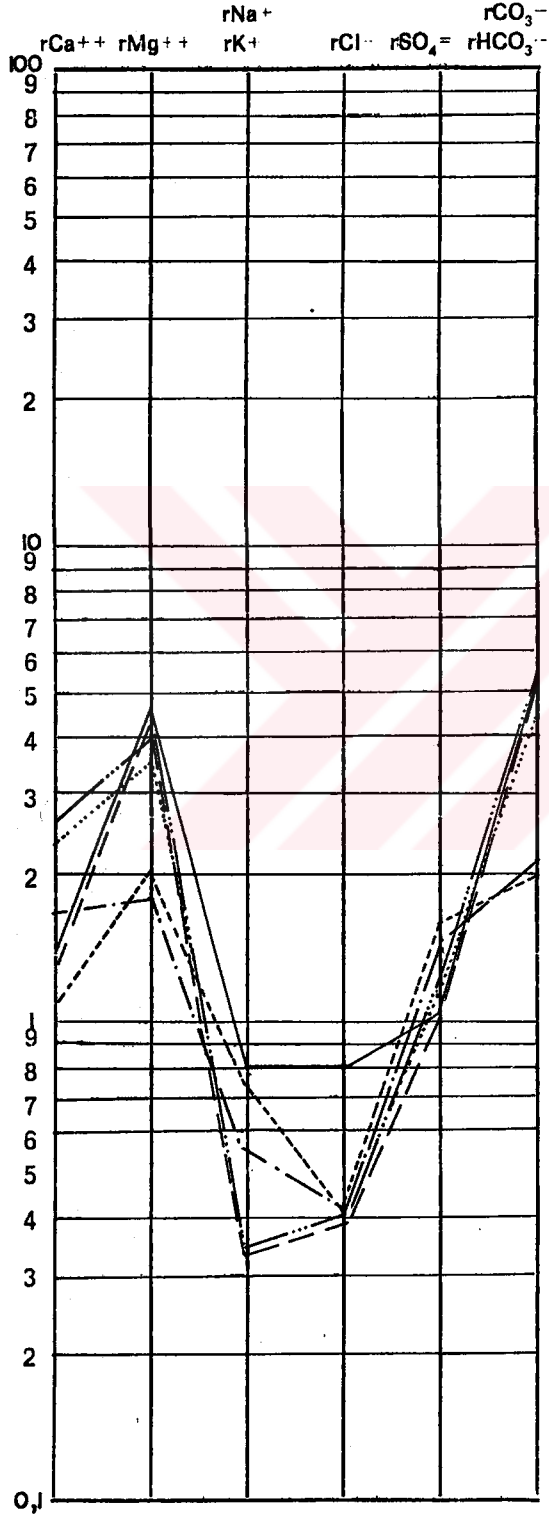
EKE-Bİ4-KALECİK BARAJ GÖLÜ; KAYNAK VE

SONDAJ KUYU SULARININ KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI
Chemical water analysis results of reservoir, springs and drilled wells water samples

NO	Su noktası Water point	ALINDIĞI TARİH Date of samp.	RSC	PH	EC x 10 ⁶ (25°C) Micromho/cm.	KATYONLAR Cations Meq /l.				ANYONLAR Anions Meq /l.				TOPLAM Total	% SODYUM Sodium	SAR	SUYUN SINIFI Cat. of. water	SERTLİK FS° Hardness Fr°	NİTRİT Nitrite ppm	AMONYAK Ammonia ppm	ORG. MAD mg/1 O ₂ Org. material
						Na+	K+	Ca++	Mg++	CO ₃ =	HCO ₃ -	Cl-	SO ₄ =								
K-1		26.1.90		7,8	573	0,32	0,04	2,79-3,60		0	4,80	0,40	1,42	6,75	4,73	0,18	C ₂ S ₁	32	Yok	Yok	0,64
K-2		"		7,8	601	0,34	0,03	2,89-3,80		0	5,10	0,50	1,29	7,06	4,81	0,19	C ₂ S ₁	33,5	"	"	0,96
K-3		"		7,8	590	0,32	0,03	2,29-4,20		0	5,00	0,40	1,38	6,84	4,67	0,18	C ₂ S ₁	32,5	"	"	1,04
K-3A		"		7,9	607	0,38	0,02	1,80-4,90		0	5,20	0,40	1,40	7,1	5,35	0,21	C ₂ S ₁	33,5	"	"	0,80
K-4		"		7,9	580	0,33	0,04	1,90-4,70		0	5,20	0,40	1,25	6,97	4,73	0,18	C ₂ S ₁	33,0	"	"	0,96
K-5		"		7,7	697	0,78	0,09	2,89-4,10		0	5,20	1,10	1,38	7,86	9,91	0,42	C ₂ S ₁	35,0	"	"	0,64
K-6		"		7,7	579	0,31	0,03	2,60-3,70		0	4,80	0,40	1,35	6,64	4,67	0,18	C ₂ S ₁	31,5	"	"	1,04
SK-17		"		7,7	625	0,28	0,06	2,69-400		0	5,20	0,40	1,38	7,03	3,98	0,15	C ₂ S ₁	33,5	"	"	3,20
SK-20		"		8,1	389	0,48	0,07	1,80-1,90		0,4	1,90	0,40	1,58	4,28	11,29	0,35	C ₂ S ₁	18,5	"	"	1,12
SK-21		"		8,2	402	0,68	0,16	1,20-2,10		0,4	1,70	0,40	1,69	4,19	16,43	0,53	C ₂ S ₁	16,5	"	"	0,88
SK-22		"		7,8	640	0,75	0,05	1,60-4,8		0	5,10	0,80	1,23	7,2	10,42	0,41	C ₂ S ₁	32,0	"	"	2,88
Kalecik B. gölü		28.1.90		8,2	600	0,28	0,04	2,59-4,10		0,4	4,90	0,40	1,25	7,01	3,99	0,15	C ₂ S ₁	33,5	"	"	2,16

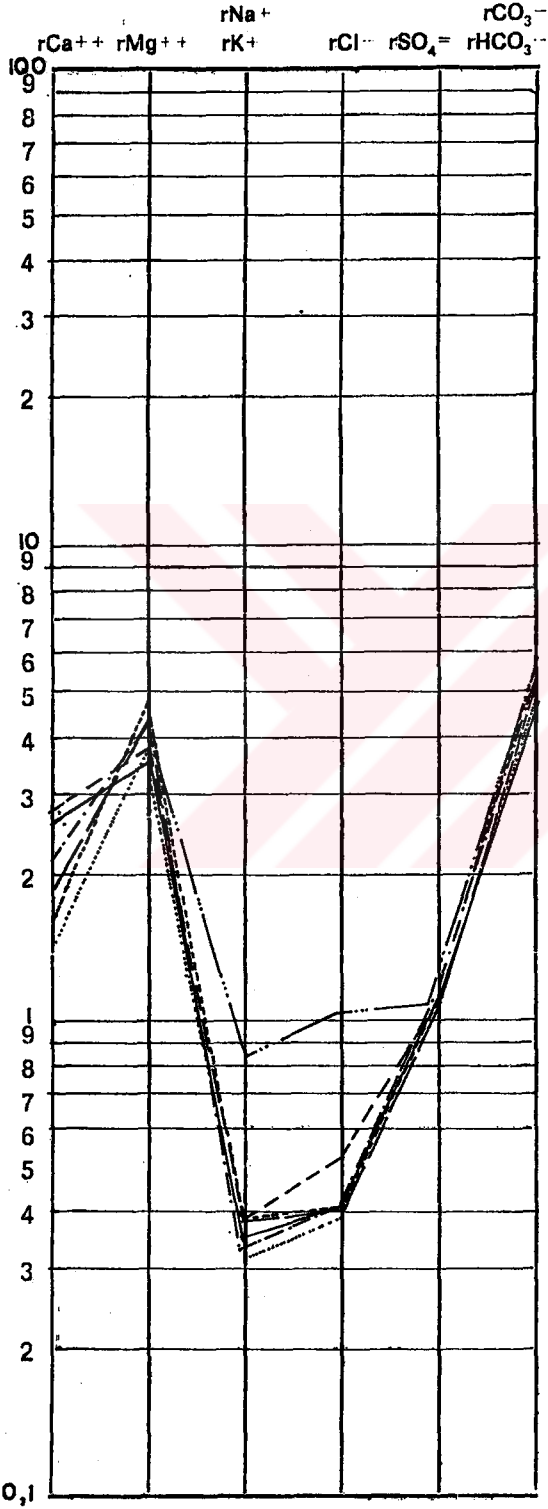
EK C-DİYAGRAMLAR

EK-C.1 — Sondaj Kuyu Sularıyla Baraj Gölü Suyunun Kimyasal Değerlerinin Karşılaştırılması



DEĞERLER Mek/lr cinsindendir.
Values in Meg/l

EK-C.2 — Kaynak Sularıyla Baraj Gölü Suyunun Kimyasal
Değerlerinin Karşılaştırılması



İŞARET Symbol	NO	SU NOKTASI water Point	EC
—		Kalecik B. K-1	523
- - - -		K-2	601
- . - . -		K-3	590
- - - - -		K-3A	607
- - - - -		K-4	590
- - - - -		K-5	697
- - - - -		Baraj gölü	600

DEĞERLER Mek/lit cinsindendir.
Values in Meg/l

EK D-FOTOĞRAFLAR

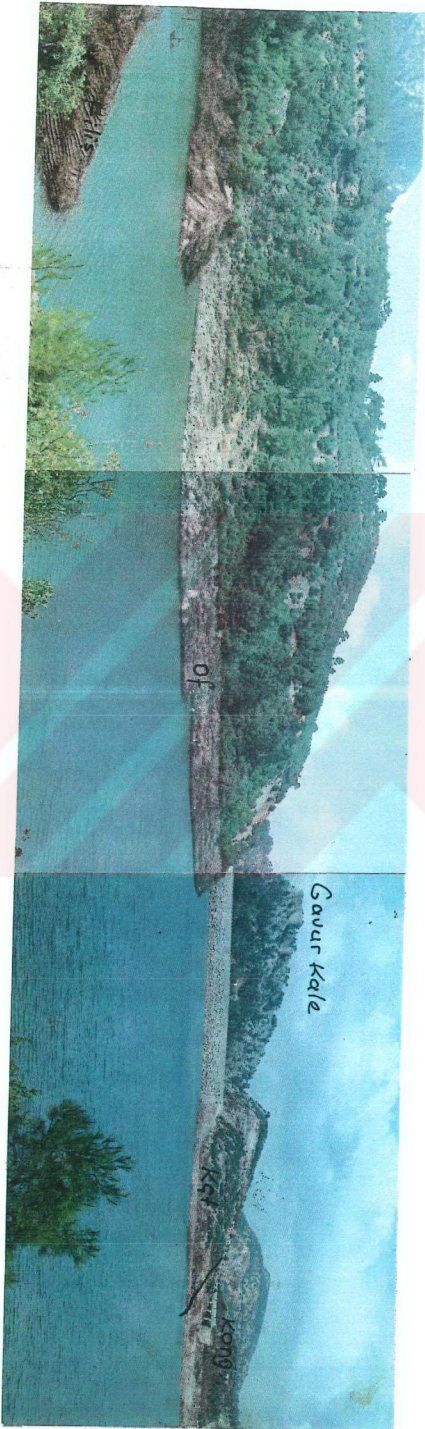


Foto :D-1 Kalescik Baraj Gövdesinin ve Dolusavağın Membadan Görünüşü



Foto:D-2 Sol Sahilden Kalecik Baraj Mensabana Pakıs

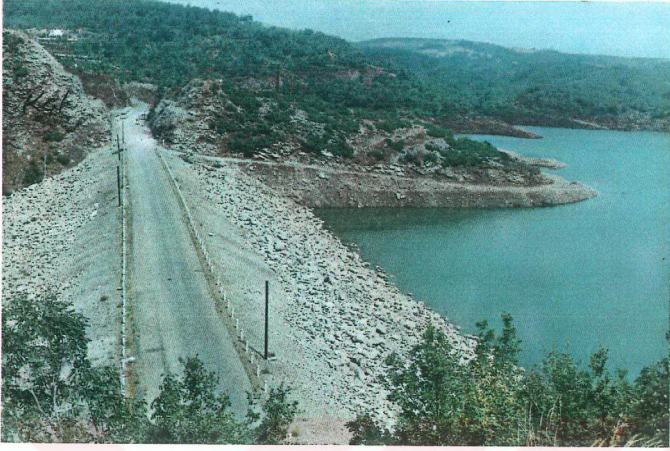


Foto:D-3 Kalecik Barajının Sol Sahilden Görünüşü

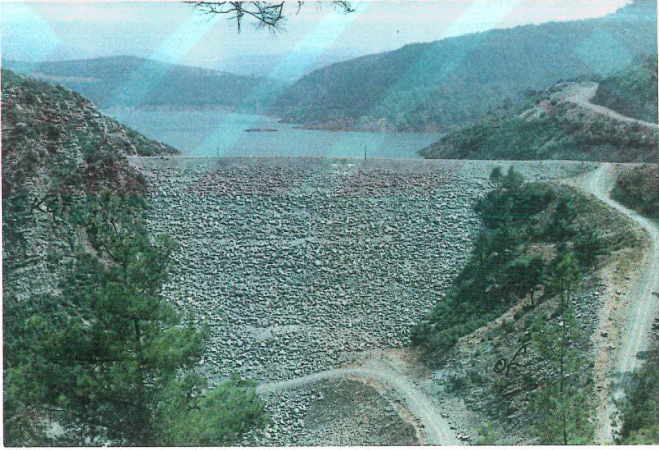


Foto:D-4 Kalecik Barajının Mansaptan Görünüşü



Foto: D-5 Kalecik Barajında Geçirimli Kireçtaşının Membadan görünüşü

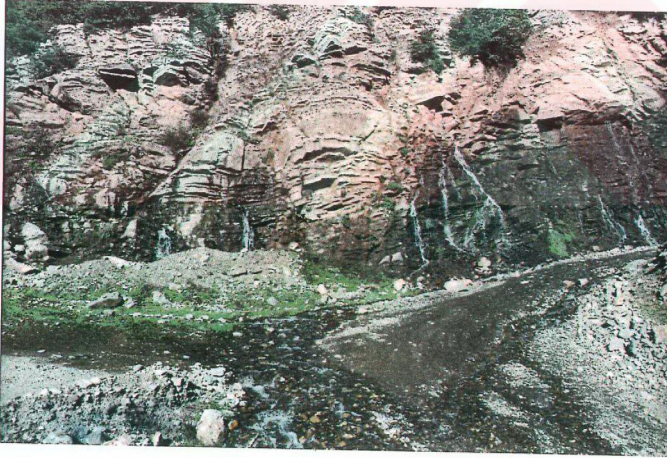


Foto: D-6 K-4 Kaynak Zonunun Görünüşü (Göl 529 m kotunda)

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1969 yılında Zonguldak'ta doğdu. İlkokulu Zonguldak'ta Üzülmüş Özel İlkokulunda tamamladı. Ortaokul ve Liseyi T.E.D. Zonguldak Özel lisesinde bitirdikten sonra 1986 yılında Ö.S.Y.M. tarafından yapılan sınavda başarılı olarak İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümüne kayıt yaptırdı. 1990 yılında İ.T.Ü.'de Jeoloji Mühendisliği bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans programına kaydını yaptırdı. Halen D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Y.A.S. Dairesinde Jeoloji Mühendisi olarak çalışmakta olan yazar bekardır ve İngilizce bilmektedir.

EK E-HARİTALAR

ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 1969 yılında Zonguldak'ta doğdu. İlkokulu Zonguldak'ta Üzülmaz Özel İlkokulunda tamamladı. Ortaokul ve Liseyi T.E.D. Zonguldak Özel lisesinde bitirdikten sonra 1986 yılında Ö.S.Y.M. tarafından yapılan sınavda başarılı olarak İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümüne kayıt yaptırdı. 1990 yılında İ.T.Ü.'de Jeoloji Mühendisliği bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans programına kaydını yaptırdı. Halen D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Y.A.S. Dairesinde Jeoloji Mühendisi olarak çalışmakta olan yazar bekindır ve İngilizce bilmektedir.