

**\* ILISU BARAJI KAYA DOLGU MALZEME ARAŞTIRMALARI<sup>1</sup>**

*Ilisu Dam and Hepp Quarries of Fill Material Investigations*

Zübeyde ARSLAN  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Sedat TÜRKMEN  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**ÖZET**

Bu çalışma Dicle nehri üzerinde yapılan en büyük baraj projesi olan Ilisu Barajı'nın kaya ocaklarının genel değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Baraj malzeme ocakları için ilk araştırma 1976 yılında yapılmış ve Ilisu Barajı İnşaat Malzemeleri Raporu hazırlanmıştır. 2007 yılında dış kredili olarak başlayan projede gövde tip değişikliği nedeniyle 2009-2012 yılları arasında malzeme ocaklarında ek araştırmalar yapılmıştır. Yeni ocak sahaları belirlenmiş, yapılan ek sondajlar ve deneylerle araştırma detaylandırılmıştır. Yapılan sondajlarla alınan karot numuneleri ve yüzey numuneleri üzerinde deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelerin ardından deneme patlatmaları da yapılarak arazide ki malzemenin davranışları yakından incelenmiştir. İncelenen alanlar içerisinde istenen limitleri sağlayan malzemelerden deneme dolgusu yapılmıştır. Deneme dolgu çalışmaları ardından yerinde yapılan testlerle dolgu malzemelerinin; gradasyon eğrileri, oturma grafikleri, deformasyon eğrisi grafikleri ve permeabilite değerleri ile yoğunluk testleri sonuçları elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ilisu Barajı, kaya dolgu, sondaj, deneme dolgusu, malzeme araştırmaları

**ABSTRACT**

This study consists the evaluation of rock quarries within the Ilisu Dam and HEPP Project which is the largest dam in the overall development plan of Tigris River. Quarry material investigations had commenced in 1976 and after that Ilisu Dam Construction Materials Report were written. The dam construction project had been started in 2007 as a foreign body type of credit due to a change of dam body type, additional research were made in quarry area between the years 2009-2012 New material areas had been designated which were investigated again with drillings and tests Meanwhile, core samples had been taken from drillings and tests have been performed on core and surface samples Behavior of material at site have been evaluated closely by trial blasting following these investigations. In addition, materials which are defined as suitable according to these investigations have been further tested in trial fills. Following the trial fill studies, gradation, settlement characteristics, deformation graphs and permeability values as well as

---

\*Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

density of the fill were defined via in situ tests.

**Keywords:** Ilisu Dam, rock fill, drilling, trial embankment, investigation of material

## **GİRİŞ**

Dicle nehri akımının fazla olması nedeniyle büyük bir hidroelektrik potansiyeline sahiptir. Bu sebeple 1955'den bu yana Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından nehrin üzerinde çalışmalar yapılmış ve dar boğazlarda bent yerleri incelenmiştir. Kireçtaşı boğazlarında yapılan çalışmalar olumsuz sonuç vermiş, bundan dolayı geçirimsiz killi kireçtaşı, marn ara tabakalı kireçtaşı birimlerinden oluşan Germav formasyonunun mostra verdiği yerlerin araştırılmasına karar verilmiştir. Yapılan araştırmalarla Ilisu mevkiinde yer alan bu mostra en uygun bent yeri seçilmiştir.

## **MATERYAL VE METOT**

### **Materyal**

Çalışma alanını Ilisu Barajı aks yeri ve yakın civarı oluşturmaktadır. Baraj aks alanı çevresinde yer alan ve malzeme sahası olarak kullanılması muhtemel tüm alanlar konu kapsamında incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Kullanılması muhtemel malzeme sahalarını, baraj yapım ekonomisi açısından nakliye mesafelerini de düşünerek aks merkezli 5km yarıçaplı daire içerisi inceleme alanı olarak seçilmiştir.

### **Metod**

Bu çalışma arazi öncesi çalışmalar, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Yapılan yüzey ve sondaj çalışmaları sonucu karot numuneleri ve yüzey numuneleri alınarak laboratuvara gönderilmiştir. Araziden alınan numuneler üzerinde yapılan deneylerin sonuçlarının alınması akabinde, bu sonuçlarla ilgili çizelgeler ve grafikler oluşturularak malzeme sahalarında ki birimlerin jeoteknik özellikleri ortaya konmuştur. Bu çalışmaların ışığında belirlenen uygun sahalardan alınan malzemeler ile deneme dolguları gerçekleştirilmiştir. Son aşama ise elde edilen verilerin, ilgili kesit, harita, fotoğraf ve çizelgelerle beraber bir bütün halinde rapor haline getirilmesi ile birlikte değerlendirmesi oluşturmuştur.

### **Genel Jeoloji**

İnceleme alanı olan Dicle-Ilisu baraj yerinde ve göl alanında Üst Kretase-Paleosen yaşlı marn, marn ara tabakalı kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kumtaşları(Germav formasyonu); jipsli kiltası, marn, kumtaşı konglomera ve Üst Paleosen yaşlı kireçtaşları (Gercüş formasyonu); Paleosen yaşlı kireçtaşı, marnlı, kumlu kireçtaşı (Becirman birimi); Eosene ait tebeşirli, kumlu killi, marnlı kireç taşları (Midyat formasyonu); Miyosen, Plio-Kuvaterner yaşlı bazaltlar ile Kuvaterner'de oluşan akarsu taraçaları, travertenler, yamaç molozları ve killi siltli çakıllı alüvyonlar görülmektedir.

*Germav Formasyonu:* Germav Formasyonu litolojik özelliklerine göre üç üyeye ayrılmaktadır. Üst kısımdan alta doğru ; en genç Raşık Üyesi (Silt taşı ve Kil taşı), Seydigirik Üyesi (Kumtaşı iç tabakalı marn), en yaşlı Mirgamirza Üyesi (Marnlı Kireçtaşı). Formasyonun kalınlığı 100-500 m arasında değişmekte ve Bozova Formasyonu üzerine uyumlu bir dokanakla gelmektedir. CaCO<sub>3</sub> içeriği %60 ile %70 arasında hayli yüksektir. Formasyona ait örneklerin fosil incelemeleri sonucu birimin yaşı Alt Paleosen olarak belirlenmiştir.

*Becirman Formasyonu:* Bu formasyon baraj yerinin kuzeyinde yer alan Becirman köyü yakınlarında görülmektedir. Birim tamamıyla kireçtaşından oluşmuştur. Becirman kireçtaşı, konkordanslı olarak Germav formasyonu üzerinde bulunur. Ölçülmüş stratigrafik kesitinde kalınlığı 40 m'dir.

*Gercüş Formasyonu:* Çakıl taşı, kumtaşı, çakıllı marn ve çakıllı kireçtaşı birimlerinden oluşur. Germav Formasyonu ile olan dokanağı 2-3 metre kalınlıkta çakıl taşı ile başlar. Çakıl taşı üzerine beyaz – kırmızımsı beyaz renkli, aralarında ince taneli kumtaşı düzeyleri olan kırmızı kil taşı gelir. Saha da yapılan gözlemlerde en belirgin ve en ayırt edici özellik bu renk ve birimdir. Ofiyolit napı ile Germav Formasyonu üzerine açılmal uyumsuzlukla gelir.

*Midyat Formasyonu:* Bu formasyon iki ana seriden oluşmaktadır. Litolojik özelliklerine göre altta Taroni killi kireçtaşı üyesi, üstte Baniga Kireçtaşı üyesi yer alır. Formasyonun tamamının kalınlığı Dermah köyünde (İlisu'nun 11km akış yukarısında) 750m'den Rezü'kte 700m ve İlisu Rasih deresinde 1000m'ye kadar değişim göstermektedir.

*Nehir Terasları:* İlisu'da sağ sahil kesiminde silt, kil, kum ve çakıldan oluşan eski nehir terasları bulunmaktadır. Sağ sahil kesiminde bu teraslar nehirden itibaren batı yönünde özellikle baraj gövde temeli üzerinde 600m civarında içeri girmiş olarak ve nehre paralel olarak uzanır. Sol sahilde baraj aksının memba eksenini ile mansap eksenini arasında olan alanda rastlanmaz. Bu terasların uzunlukları 200 ile 600m arasında değişmektedir ve kalınlıkları ortalama 25m'ye ulaşabilmektedir.

*Yamaç Molozu:* İnceleme alanında nispeten dayanımsız olan birimler üzerinde yamaç eğiminin azaldığı yerlerde gözlenir. Bu çökeller genellikle teras malzemesi ile karışmış blok ve çakıllardan oluşur. Dik yarılar sunan kireçtaşına yakın yerlerde çok daha iri blokludur. Baraj aks alanı etrafında çok daha geniş ve daha kalın dağılım gösteren sahalar mevcuttur.

*Alüvyon:* Dicle nehri ve yan kollarındaki alüvyon çökeller; kil, silt, kum, çakıl ve küçük bloklardan oluşmaktadır. Çakıl içeriği; yuvarlak yarı yuvarlak şeklindedir. Genellikle kireçtaşı, bazalt çok az oranda kuvars ve kumtaşı radyolarit kökenli çakıllara rastlanır.

*Travertenler:* İnceleme alanında dört ayrı kısıtlı alanlarda gözlenir ve baraj aksında yer almamaktadırlar. Baraj aksı mansabında yer alır. Baniga boğazı olarak adlandırılan yerde bulunan travertenler nehir tabanından en fazla 50m yüksekte karstik kaynakların çıktığı yerde görülür.

*Örtü Bazalt:* Sol sahilde Geveaşkı Tepe üstü ve civarı düzlüklerinde şapka şeklinde gözlenir. Baraj aksının güneyinde bulunan İlisu bindirmesinin doğu

yakasından çıkmıştır. Sütunsu bazaltlardan oluşan birim dış yüzeyde yer yer aşırı altere olmuş kesimler içerir. Bazı seviyelerde veziküler bazalt olarak gözlenir ancak derinlerde masif som bazalttır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI VE SONUÇLAR



Şekil.1 :1976 Yılında Çalışılmış Sahalar (Sarı Çerçeveseli Alanlar) Ve Günümüzde Yeni Belirlenen Sahalar (Kırmızı Çerçeveseli Alanlar) Bazalt Sahası Ve Marnlı Kireçtaşı Ocağı Daha Küçük Alanda Ek Araştırmalar Yapılmış, Baniga Tepe Kireçtaşı Yeni Araştırılmış Sahalardandır. Haşeki Tepe Kireç Taşı Ocağı İse Aynı Sınırları İçinde Ek Araştırmalar Yapılmıştır.

Mevcut saha içinde dört adet ocak sahası ayrıntılı olarak incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu sahaların baraj aksına göre konumu Şekil 1'de görülmektedir.

### Haşeki Tepe Kireç Taşı Ocağı Araştırmaları

Baraj aksının güneyinde İlisu bindirmesi üzerinde ve Midyat Formasyonuna ait Kireçtaşı birimleri içerisinde yer almaktadır. Bu bindirme hattı birimin fiziksel özelliklerine de yansımış ve altta yer alan birimler yukarıda ki tanımlamanın tersine bindirmeden kaynaklı olarak daha masif, az tebeşirli ve killi, dayanıklı bir yapı sunmaktadır. Ancak üst kotlardaki yatay ve yataya yakın tabaklanmalı olan birimler, düşeyde ve yatayda aşırı tebeşirli ve killi olarak yol şevlerinde gözlenmektedir. Dört adet sondajdan sadece KSK-3 ve KSK-5 açılmıştır. Alınan karotlarda karot yüzdesi ve RQD değerleri düşük çıkmış ve karotlarda birimler aşırı killi tebeşirli kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. Özellikle 21.m den sonra KSK-3 sondajında karot yüzdesi %10-15 arasında değişirken RQD değerleri hiç hesaplanamamıştır. Bu nedenle mühendislik deneylerinin gerçekleştirilebileceği herhangi bir sağlıklı numune alımı yapılamamıştır. Yapılan patlatma sonucu alt kotlarında aşırı killi-

tebeşirli ve dayanımsız birimlerin olduğu görülmüş malzeme gradasyonunun %50den fazlasının ince malzemelerden oluştuğu ortaya konmuştur.

### Bazalt Kaya Ocağı Araştırmaları

Bazalt kaya ocağı, İlisu Baraj ekseninin kuş uçuşu yaklaşık 3 km doğusunda, Geveraşki Tepesi'nin kuzeyinde ki 895m rakımlı tepe ocak olarak kapatılmıştır. 2010 yılında rezerv miktarının tespiti, malzemenin jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi, birimin dağılımı ve devamlılığının ortaya konması için 3 adet temel sondaj çalışması önerilmiştir. Ön işletme sırasında karşılaşılan farklı zonlardan kaynaklı olarak 2011 yılı sonunda ek sondajlar önerilmiş 11 adedi karotlu olarak açılmıştır. Ocak içerisindeki yapısal oluşumlar sırasında, ikincil lav akmlarının oluşması esnasında ocağın homojen yapısının kalmadığı tespit edilmiştir. Karot sandıkları incelendiğinde 3 kaya tipi belirlenmiştir:

1. Masif ve çok sert bazalt (Tip A)
2. Kısmen, vesküler (gözenekli) bazalt (Tip B)
3. Ağır derecede ayrıışmış bazalt genellikle kahverengi, zayıf (Tip C)

Alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler sonucu elde edilen veriler eski çalışma verileriyle uyumuş, dikkate değer herhangi bir farklılık gözlenmemiştir.

Çizelge 1. 1976 yılında yapılan çalışmalarda ki deney sonuçları

Özgül Ağırlık	Su Emme %	Los Angeles Aşınma		Tek Eksenli Basınç Dayanımı kg/cm <sup>2</sup>	Don Kaybı NaSO <sub>4</sub> %	Görünür Porozite %	Birim Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
		100 Devir	500 Devir				
2,95-2,96	0,5-1,1	3,9-6,0	16,9-24,6	1130 - 1830	2,5-4,9	1,5-3,1	2,81-2,91

Çizelge 2.2010 yılına ait karotlar üzerinde yapılan deney sonuçları

Özgül Ağırlık	Su Emme %	Los Angeles Aşınma		Tek Eksenli Basınç Dayanımı kg/cm <sup>2</sup>	Don Kaybı NaSO <sub>4</sub> %	Görünür Porozite %	Birim Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )
		100 Devir	500 Devir				
2,79-2,95	0,4-3,2	5,6-10,2	22,5-36,7	430-1470	2,6-6,8	1,2-8,1	2,15-2,90
	0,3-5,1	5,5-8,5	22,0-34,1	470-2090		1,0-5,7	2,28-2,90
2,79-2,92	0,5-3,4	6,7-11,8	25,3-39,3	640-1595	2,0-7,0	1,0-8,6	2,38-2,92

### Yeni Saha Baniga Tepesi Kireçtaşı Ocağı

Baraj aksının güneydoğusunda sol sahilde ve Midyat Formasyonunun kireçtaşlarından oluşan bu alan yeni belirlenerek araştırılmıştır.

Yapılan arazi gözlem ve değerlendirmeleri, burada yer alan birimlerinde Haşeki tepe Midyat Kireçtaşı birimleri ile benzer doku, litoloji ve yapı özellikleri sergilediğini ortaya koymuş ancak yer yer daha iyi bir görüntü sergilemesi ve baraj yerine yakın konumda olması sebebiyle ayrıntılı araştırılması uygun görülmüştür. Yapılan sondajlarda karot kalitesine bakılarak sınıflama yapıldığında; orta-iyi sınıfında iken RQD değerlerine bakıldığında zayıf-orta kayaç kalitesinde olduğu görülmüştür. Karotlarda birimler tebeşirimsi ve aşırı killi kireçtaşı olarak gözlenmiştir.

Çizelge 3. Baniga Tepe'den alınan karotlara ait Tek eksenli basınç değerleri

Kuyu No	UCS -Test Sayısı	< 25 Mpa	%
DSK-1	20	10	5
DSK-2	7	3	4
DSK-3	14	2	1

Çizelge 4. Baniga tepe mevkiinde alınan numunelere ait deney sonuçları

Kuyu No	Derinlik	Los Angeles Aşınma Kaybı		Sodyum Sülfat Don Kaybı %	Tabii Don Kaybı %
		100 Devir	500 Devir		
DSK-1	2,10-70,45	26,8	56,8	7,6	1,0
DSK-2	5,60-59,00	Yeterli numune alınamadı.			
DSK-3	2,50-92,20	18,7	60,2	19,0-20,8	0,3

Çizelge 3' e bakınca DSK-1 kuyusundan elde edilen örneklerin tek eksenli basınç değerlerinde 25 Mpa'dan küçük değerlerin fazla olduğu öne çıkmış, DSK-3 ise en yüksek değerler elde edilmiştir. DSK-2 den alınan örneklerde yapılan test sayısının azlığına bağlı olarak orta dayanımlı değerler elde edilmiştir. Aynı kuyulardan alınan örneklerin diğer test sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

### Yeni Marn Ara Tabakalı Kireçtaşı Ocağı Araştırmaları

Baraj aks ve tüm sanat yapılarının (tünel, yarı gömülü santral, dolusavak vb.) temel kayasını oluşturan birim olup kazılardan çıkacak miktarı tahminen 15 milyon m<sup>3</sup>tür. Baraj sahası içinde belirlenen marn ara tabakalı kireçtaşından oluşan ocaklarda 2012 yılı başında 3 adet temel sondaj çalışması gerçekleştirilmiştir. Baraj yeri ve kaya ocağı bölgesi, daha ziyade homojen ve yataya yakın marn ara tabakalı kireç taşı kaya kitlesinden oluşmaktadır. Alınan numuneler üzerinde yapılan deneylere ilişkin verilerin ortalaması aşağıdaki çizelgede sunulmuştur.

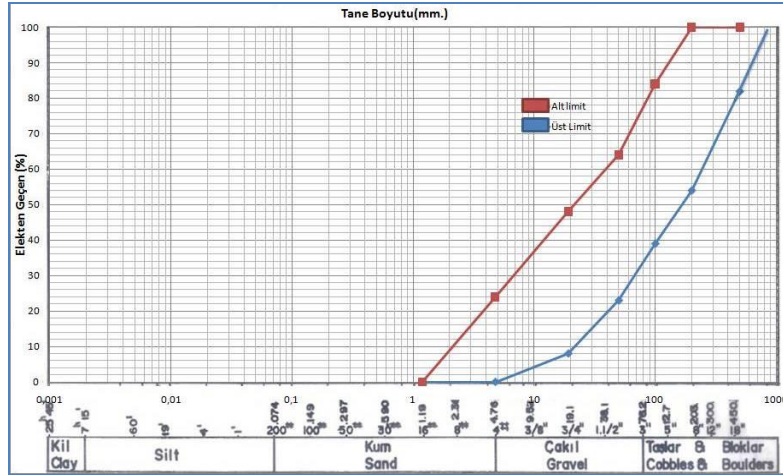
Çizelge 5. Marn ara tabakalı Kireçtaşına ait karot örneklerinin deney sonuçları

Özgül Ağırlık	Su Emme %	Los Angeles Aşınma		Tek Eksenli Basınç Dayanımı kg/cm <sup>2</sup> MPA	Görünür Porozite %	Birim Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	NaSO <sub>4</sub> Don Kaybı %
		100 Devir	500 Devir				
2,68	4,1	8,7	28	25,3	8,5-9,0	2,38-2,42	42,9
2,70	3,8	7,5	31,7	103	11,2-10,4	2,39-2,44	56,8
2,69	4,5	8,1	35,3	68,6	4,1-7,2	2,41-2,40	53

Tek eksenli basınç dayanımı değerleri 25.3 MPa ile 103 MPa arasında değişmektedir ve kati proje aşamasında yapılan testler ile uyumludur. Bulunan en küçük suya dayanıklılık değeri; %96 iken en yüksek değer %99 olmuştur. Los Angeles Testi üç adet 2011 sonunda açılan sondaj kuyuları numunelerinde, 100 rotasyon için %7.5 ve 500 rotasyon için %28.0 değerlerini vermiştir. Don Kaybı üç sondaj kuyusundan alınan karışmış numunelerde sodyum sülfat testi (don kaybı) gerçekleştirilmiştir ve %42.9 değeri elde edilmiştir (Çizelge 5). Kimyasal analizlerde kalsiyum karbonat oranları %64.5 ile %77.2 arasında bulunmuştur ve ortalama değer %71 dir. 4 numunenin ince dilimlerinde petrografik analizler yapılmıştır. Dört numunenin hepsinde, kaya “kalkerli marn veya fosilli biomikrit” olarak (FOLK sınıflandırmasında) karakterize olmuştur.

#### Deneme Dolgu Çalışmaları

İlisu Barajı ve HES İnşaatı içinde Baraj gövdesi için kullanılacak dolgu malzemesini belirlemek amacı ile Bazalt, Kireçtaşı ve Marn ara tabakalı Kireçtaşı kaya malzemelerinden test amaçlı deneme dolgusu yapılmıştır.



Şekil 2. Deneme dolgusu için önerilen malzeme tane dağılımı

Deneme dolgu çalışmaları iki aşamada yapılmıştır. Birinci aşamadaki çalışmalar üç tabaka halinde, ikinci aşamadaki çalışmalar ise tek tabaka olarak yapılmıştır.

Tabaka kalınlıkları sırası ile 80cm, 100cm, 120 cm ve ikinci aşama dolgularında 100cm olarak seçilmiştir. Deneme dolguları üç farklı(4, 6 ve 8) Pas ile sıkıştırılmıştır. (1 Pas=1Geçiş olarak kabul edilmiştir.).

Birinci aşama dolgu çalışmalarında, Bazalta dolgu hacminin %10, diğer kaya malzemelerinde ise dolgu hacminin %15 kadar su ile yıkanmıştır. İkinci aşama dolgu çalışmalarında ise tüm kaya malzemeleri dolgu hacminin %15 kadar su ile yıkandı. Birinci ve ikinci aşamadaki çalışmalarda her tabakada, iki adet numune çukuru açılarak sıkıştırma işlemi yapılan her tabakanın; yoğunluğu, tane boyu dağılımı, su içeriği ve pas sayısına göre sıkışma oranları belirlenmiştir. Birinci aşama çalışmalarındaki üçüncü tabakada permeabilite deneyi yapılmıştır. Ayrıca tabaka dolgu çalışması öncesinde her malzemeden numuneler alınarak dolguya konan, malzemenin istenen tane dağılımında olup olmadığı araştırılmıştır. Dolgu için önerilen malzeme boyutları; D<sub>min</sub>:1mm ile D<sub>max</sub>:800mm arasındadır (Şekil 2).

Çizelge 6. Deneme dolgu çalışmaları malzeme kriterleri özet çizelgesi

ILISU BARAJI VE HES İNŞAATI DENEME DOLGU ÇALIŞMALARI DENey SONUÇLARI										
Deney Çalışmaları	DSİ Uygunluk Kriteri	Birim	Bazalt Kaya Dolgusu		Kireçtaşı Kaya Dolgusu	Marnlı Kireçtaşı Kaya Dolgusu (Yeni Kazı)	Marnlı Kireçtaşı Kaya Dolgusu (Eski Kazı)			
Birim ağırlık	Değer belirtilmemiş	gr/cm <sup>3</sup>	2,65		2,32	2,38	2,41			
Özgül ağırlık	>2,65	gr/cm <sup>3</sup>	2,82		2,38	2,41	2,47			
Su emme	<%1,8	%	0,83		14,01	1,95	1,87			
Tek eksenli basınç dayanımı (Ort.)	>500	kgf/cm <sup>2</sup>	704,30		386,90	384,70	388,70			
Aşınma	100 Devir	<%10	1,80		31,20	8,10	6,40			
	500 Devir	<%40	13,40		83,10	35,60	33,10			
Don kaybı	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<%10	3,40		37,70	74,80	64,40			
Arazi yoğunluk	4,6,8,10 PAS	t/m <sup>3</sup>	2,44	2,49	2,25	2,34	2,18	2,38	2,12	2,40
Permeabilite(L.Aşama dolguda)	10 Pas	cm/sn	3,14x10 <sup>-1</sup>		3,06x10 <sup>-5</sup>	1,10x10 <sup>-3</sup>	1,12x10 <sup>-3</sup> -3,06x10 <sup>-4</sup>			
Deformasyon Modülü	6, 8 Pas	80 MPa	52,96	71,77	99,54	111,3	52,66	55,3	44,25	55,55
Toplam oturma	6, 8 Pas	mm	16,02	23,86	10,83	11,62	30,84	31,81	24,39	39,39
Kuru yoğunluk (# 19 Nolu /Ikame yöntemi ile)	8 Pas	gr/cm <sup>3</sup>	2,37		2,14	2,28	2,31			
Boşluk oranı	Arazi yoğ. / Özgül ağırlık	%	%15,94		%9,86	%5,60	%6,27			
	0-50mm Arası Malzemede	%	%33,50		Yapılamadı	%36,15	%34,45			
	50-800mm Arası Malzemede	%			%32,90					
Su Muhtevası	8 Pas (G. Numune)	%	4,95		8,86	4,33	3,39			
	8 Pas (0-50mm Numune)	%	5,13		9,39	4,89	4,29			
Uniformluk kat sayısı	D <sub>60</sub> /D <sub>10</sub> (İdeali 20)	Birimsiz	16,25		1115	12	35,45			



Taşıma gücü açısından yapılan plaka yükleme çalışmaları sırasında zemin yüzeyinde yapılan deney sonuçları ile yüzeyin 10cm altında yapılan deney sonuçları arasında belirgin farklar olduğu görülmüştür. Baniga tepe Kireçtaşı dolgusunda dolgu yüzeyinin sulanması sırasında, dolgu yüzeyi ince malzemenin suyu emmesi neticesinde çamur hale gelmiştir. Ayrıca özgül ağırlık, su emme, aşınma, don kaybı ve 0-50mm arası boşluk oranı değerleri DSİ'nin kaya dolgu kriterlerine göre çok düşüktür (Çizelge 6).

Yeni kazıdan çıkan Marn ara tabakalı Kireçtaşı malzemesi ile yapılmış olan dolguda, dayanım değerlerinin düşük/yüksek arasında olması serme ve sıkıştırma çalışmalarında dolgu yüzeyindeki malzemelerin 0-10cm arasında boyutlarda olmasından kaynaklanmıştır. Düşük/Yüksek arası dayanım nedeni ile dolgu yüzeyinden elde edilen deformasyon değerleri düşük çıkmıştır. Ayrıca DSİ'nin kaya dolgu kriterlerine göre özgül ağırlık, su emme, don kaybı değerleri de düşük çıkmıştır.

## **SONUÇ**

Yapılan çalışmalardan istenen gradasyonu sağlamaması ile beraber Bazalt malzemesi en iyi sonucu verirken, Baniga Tepe kireçtaşları limit değerler içinde kalmamıştır. Marnlı kireçtaşı kısmen olumlu bir görüntü sergilerken, istenen tüm aşamaları başarıyla tamamlayamamıştır. Bazalt malzemesi ve marnlı kireç taşı malzemesinin kimyasal ve fiziksel araştırma bulguları ile laboratuarda gerçekleştirilen deneylerin sonuçları en iyi iki sonucu vermektedir. Bazalt sahası üzerinde yapılan tüm laboratuvar verileri olumlu sonuç vermiş ve bu malzemenin hem beton agregası hem de kaya dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği mevcuttur. Ancak burada sahada birimin yatayda ve düşeyde farklı litolojik özellikler göstermesi işletme esnasında bunların ayırt edilmesinde sıkıntı yaratacaktır. İşletme aynalarının yerleri ve ilerleme yönleri buna göre belirlenmelidir. Litolojik olarak veziküler bazalt olarak adlandırılan birimler kaya dolgu malzemesi olabilir ancak beton agregası olarak kullanılması mümkün değildir. Alterasyon ürünü olarak yada aglomera olarak adlandırılan kısımların ise belki bazalt dolgunun gradasyonunda daha yumuşak bir eğri elde etmek için uygun değerler veren kesimleri, sınırdaki kısımları %5-10 civarında kullanılabilir. Bazalt konusunda beklenen en kötü senaryo kısa vade ve uzun vadede meydana getireceği oturma miktarları olabilir. Marnlı kireç taşının genel durumu Baniga tepe kireçtaşlarına göre daha iyi ancak bazalta göre hala zayıftır. Malzemenin en büyük avantajı tüm kazılardan çıkan malzemenin bu birimden oluşması ve inşaat sahasına olan nakliyesinin kısa mesafeli olmasıdır. Diğer bir avantajı ise malzeme homojen olup bazalt yada diğer kireçtaşları gibi farklı litolojik zonlar içermemektedir. Malzemenin en büyük dezavantajı ise hava ve su etkisinde maruz kaldığı fiziksel ayrışmanın çabuk olmasıdır. Bu malzeme iç zonlarda kullanıldığı takdirde, mansapta yer almadığı sürece bu durum önemsiz olabilir. Diğer tez avantajı ise deneme dolgularında verdiği sonuçların kaya dolgu malzemesi olarak kullanılması durumunda yeterli deformasyonu sağlayıp sağlayamayacağıdır. Bu durumda su muhtevası, tabaka sergi kalınlığı, silindirin ağırlığı ve sıkıştırma pas

sayısı ile oynanarak giderilebilir. Olumsuz sonuç veren NaSO<sub>4</sub> değerleri ise bölgenin iklim koşulları ve malzemenin iç zonlar da kullanımı durumunda ekarte edilebilir.

#### **KAYNAKLAR**

- ALTINLI, İ.E., 1966, MTA Dergisi Sayı No: 66, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi,
- BATMAZ, S., 2008. Önyüzü Beton Kaplı Dolgu Barajların Tasarım İlkeleri Dolgu Baraj Tasarımında Gelişmeler Semineri, 137-152, Eskişehir.
- CETİN, H., LAMAN, N., ERTUNÇ, A., (2000), Engineering Geology, 56, Settlement and slaking problems in the world's forth largest rock-fill dam, the Atatürk Dam in Turkey.
- DSİ 16. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ-NUROL&CENGİZ, 2011, Mardin, Deneme Dolguları Sonuç Raporu,
- DSİ, 2008, Teknik Bülten No:103, Ankara
- DSİ-ECS, 2012, ÖYBK Kaya Dolgu Baraj Özel Teknik Şartnamesi, Ankara
- ECS, W. KLEMENZ, ARALIK., 2010, Bazalt Ocağı Raporu - Mem-103-CH/0027-Rev 0,
- EİE, Yayın No :75-30, 1975, Dicle Ilısu Bent Yeri Mühendislik Jeolojisi Sonuç Raporu,1976
- EİE, Yayın No:76-29, 1976, Dicle Ilısu Rezervuarı Pavan Deresi ve dolayının Mühendislik Jeolojisi İncelemesi
- EİE, Yayın No: 70-127, 1970, Dicle Nehri Dermah-Bafi Arası Bent Yerleri ve Rezervuarlarının Jeolojisi
- EİE, Yayın No: 71-28, 1971, Dicle Ilısu Rezervuarı Hasankeyf Tepeköy Arası Jeoloji Raporu
- ERGUVANLI, K. 1968, EİE Özel Rapor No: RB/I.02-2, Dermah Hasankeyf Arası Baraj Yeri İmkanları ve Rezervuarlarının Mühendislik Jeolojisi
- FREİ H.R, AĞUSTOS., 2010, Ilısu Barajı ve HES. Temel Kayası. Jeoteknik Rapor. Rep-13.135/0029 – Rev.0.
- ICOLD, 2011, Small Dams Design Surveillance and Rehabilitation,
- ILISU HİDROENERJİ KONSORSİYUMU., (1982): Tasarım Raporları, Cilt 2. Jeoloji ve inşaat malzemesi araştırmaları– 138 p., Temmuz 1982
- MAXON, J.H., 1937, Reconnaissance geology, oil possibilities and mineral resources of Southeastern Turkey, M.T. A. rap. no 680, Ankara
- PLİCHO J.N., MARULANDO A.,ICOLD BULLETİN, 1989; 2010, sayı 70 and sayı 141, Chine, Paris
- SONDAJ KAROT NUMUNELERİ TAKK LABORATUAR TEST SONUÇLARI, DSİ RAPORU., 2009, 2010, 2011, 2012, Ankara
- TEMEL CONSULTİNG ENGINEERS, INC., ARALIK., 1977 Dicle Ilısu Projesi. Fizibilite Raporu. Cilt III: Mühendislik Jeolojisi. –İstanbul/Türkiye,
- TUNA, D, 1973 VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu : TPAO. Rapor no. 813, 13s., Ankara (yayınlanmamış).