

MALATYA-YONCALI BARAJI SULAMA TÜNELİ JEOTEKNİK PLANLAMA ÇALIŞMALARI

Şafak EYÜBOĞLU

Jeoteknik Hiz. ve YAS Şb. Md. DSİ IX.Bölge Müdürlüğü, ELAZIĞ

ÖZET: 1993–1994 yıllarında planlama çalışmaları yapılan, Malatya-Yoncalı Barajı; Arguvan ovasındaki 12045 hektarlık arazinin sulanması için planlanmıştır. Barajın rezervuarından 1302 m kotundan alınacak 11,3 m³/s kapasiteli su basınçsız çalışacak 3.50 m çapında atnalı kesitindeki 9480 metrelik sulama tüneli ile Arguvan ovasına aktarılacaktır. Sulama tüneli güzergahı üzerinde 22 adet, yaklaşım tüneli güzergahı üzerinde 1 adet olmak üzere, 23 adet temel sondajı yapılarak toplam 2192 m karot numunesi alınmıştır. Sondajlarda tünel kotunda toplam 876 adet basınçlı su deneyi yapılmıştır. Yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler ile tünel açımı sırasında karşılaşılabilecek zemin cinsleri, geçirimsizlik, yapısal durum ve mühendislik normları tesbit edilerek, tünel kazı çalışmaları için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tünel, mühendislik normları, öneriler

Malatya-Yoncalı Dam The Geotechnics Planing Works of Irrigation Tunnel

ABSTRACT: During the studies of planning at 1993-1994, Malatya-Yoncalı dam has been planning for irrigation, 12045 hectare land in plain of Arguvan. The dam's reservoir at level 1302 will taken water which 11,3 m³/s capacity will worked dont pressure at 3,50 m diameter horseshoe section to transfer Arguvan plain with irrigation tunnel of 9480 m. The Drill sample of totaly 2192 m have been done which top of the irrigation tunnel route 22 amount, and access tunnel route 1 amount, then was made foundation drill 23 amount. Tunnel level has been done pressure water test of totaly 876 amount

Keywords: Tunnel, engineering norms, suggestions

GİRİŞ

İnceleme alanı Fırat havzası (26-1 (Havza-Alt havza numarası)) içerisinde olup, Malatya il merkezinin 60 km kuzeyinde yer alır. Malatya ilinden 101 km asfalt yol ile Arguvan ilçesine, buradan 8 km asfalt, 7 km ham yol ile kuzeye gidilerek sulama tüneli çıkış ağzına, 17 km'lik ham yol ile de giriş ağzına ulaşılır (şekil 1).

PLANLAMA ÇALIŞMALARI

Genel Jeoloji

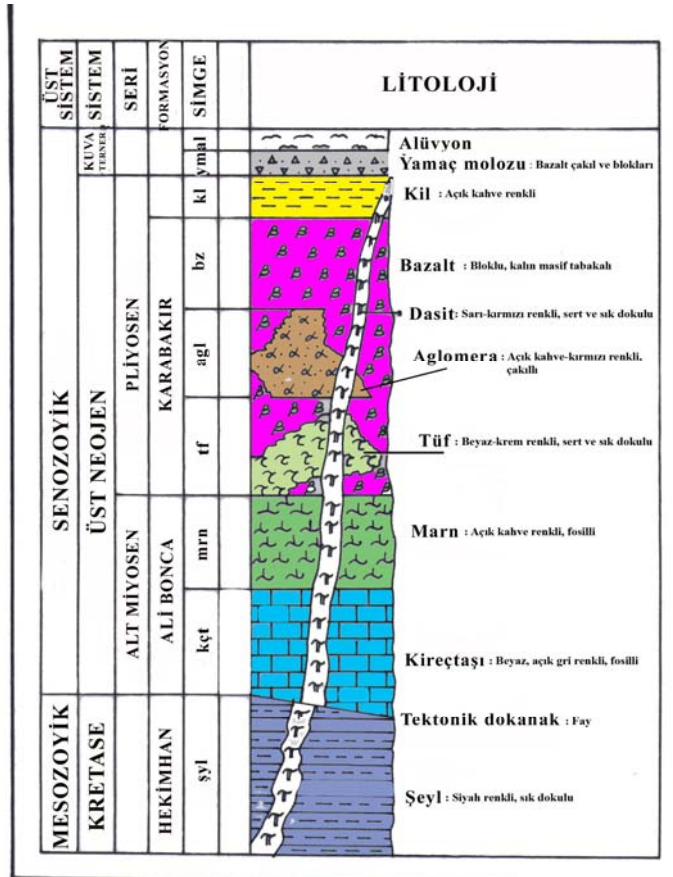
Tünel güzergahı boyunca (Şekil 3) çoğunlukla Karabakır Formasyonunun bazalt üyesi hakimdir. İnceleme alanında tabanda şeyllerden oluşan Kretase yaşlı, Hekimhan Formasyonu yer alır. Siyah renkli, ve sık

dokuludur. Tünel güzergahı boyunca sadece SK-9 (Tn) (Tn-Tünel) nolu kuyuda görülmüştür. Üstündeki kireçtaşı ve marn dan oluşan Alibonca Formasyonu ile dokanağı faylıdır. Alibonca Formasyonunun alt seviyelerini oluşturan kireçtaşı; kirli beyaz, açık gri renklidir. Alınan karot numunelerinde bol miktarda Clypeaster, Pectan gibi makroskopik fosiller izlenmiştir. Kireçtaşı üzerinde, açık kahverenkli makroskopik fosilli marn vardır. Genelde kıvrımlı bir yapı oluştururlar.

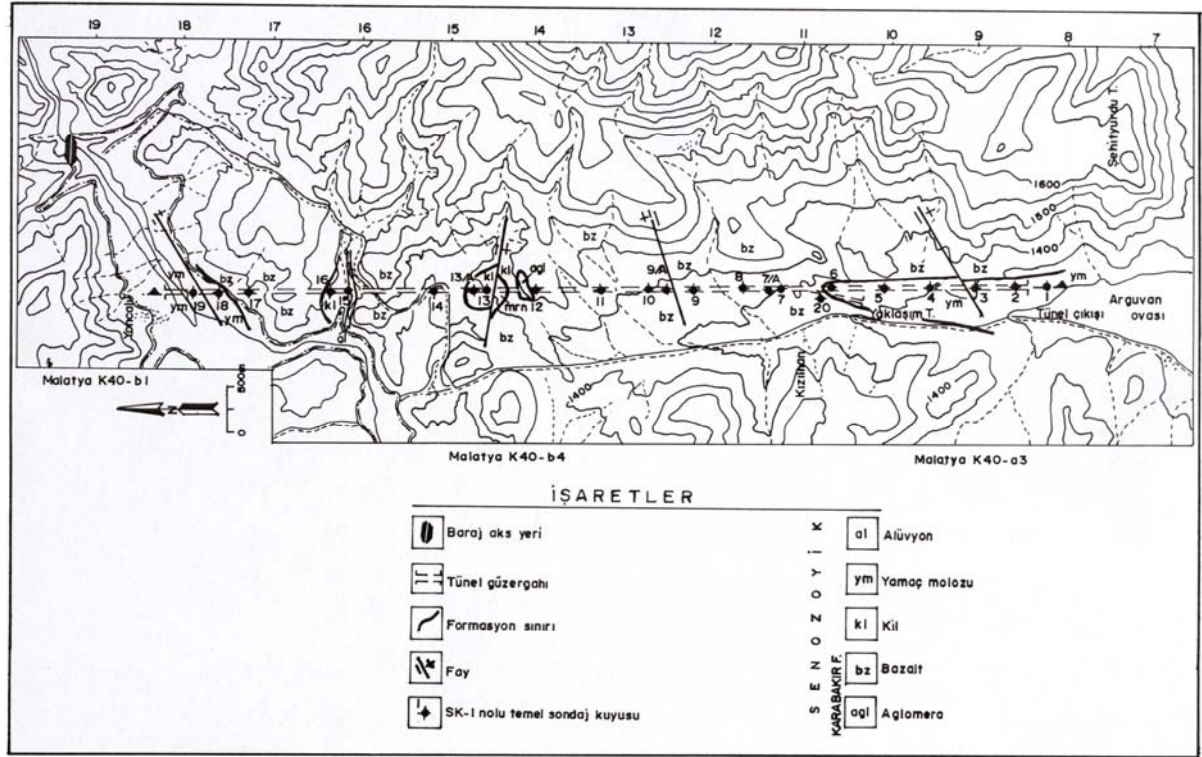
Alibonca formasyonu üzerinde; tuf, aglomera ve bazaltdan oluşan Pliyosen yaşlı Karabakır Formasyonu bulunur. Tünel güzergahının batı kısımlarında yüzeyleyen tuf; beyaz, krem renkli sert ve sık dokuludur.



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru ve deprem haritası.



Şekil 2. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.



Şekil 3. Tünel güzertgahı jeoloji haritası.

Temel Araştırmaları

Sulama tüneli güzertgahı boyunca 19 adet kuyuda toplam 1793.00 metre temel sondajı yapılması planlanmış olup, uygulamada 1 adet yaklaşık tüneli (SK-20 (Tn)) ile, 3 adeti tünel güzertgahı üzerinde (SK-7/A, SK-9/A, SK-13/A) ilave olarak açılması ile toplam 23 adet kuyuda 2192,20 metre temel sondajı açılmıştır (Çizelge 1).

Bu kuyuların 6 tanesi (290,00 m) çıkış ağızı tarafından 02.11.1993-29.11.1993 tarihleri arasında açılmıştır. 17 adet kuyu (1902,20 m) ise 11.04.1994-06.10.1994 tarihleri arasında açılmıştır. Açılan sondajlara ait karakteristikler Çizelge 1 de verilmiştir. Tünel güzertgahı boyunca açılan temel sondaj kuyularında ölçülen yeraltı suyu seviyesi tünel kotunun (3-160 m) üzerinde kalmaktadır (Çizelge 2).

JEOLJİK KOŞULLARIN PROJEYE ETKİSİ

Tünel güzertgahı üzerinde 23 adet temel sondaj kuyusunda toplam 2192 metre sondaj

yapılmıştır. Bu sondajlarda alüvyon, yamaç molozu, kil, bazalt, aglomera, tuf, dasit, marn, kireçtaşı ve şeyl geçilmiştir. Alınan karot numunelerine göre tünel güzertgahı boyunca, tünel kotundaki mühendislik normları ve uygulamada önerilen sistemler Şekil 4 de verilmiştir. Çıkış ağızından itibaren 90 metrelik kısımda yamaç molozu geçilecektir. Bu kısımda örtü kalınlığının 10 metreden az olması ve yamaç molozunun bazalt blok ve kırıntılarından oluşması nedeni ile çıkış ağızından itibaren 9+390-9+480 km'leri arasında 90 metrelik kısmın aç-kapa yöntemiyle yapılması önerilmiştir. Giriş ağızından itibaren 20 metrelik kısımda alüvyon geçilecektir. Örtü kalınlığının 10 metreden az olması ve kayada ilerleyebilmek için giriş ağızından itibaren 0+000-0+050 km'leri arasında 50 metrelik kısmın (aç-kapa) yöntemiyle yapılması önerilmiştir. Yine giriş ve çıkış ağızı tarafında ayna oluşturulduğunda portal yapısının (geçici beton kaplama) oluşturulması emniyet açısından iyi olacaktır.

Çizelge 1. Tünel güzergahı boyunca açılan sondaj kuyuları karakteristikleri.

Kuyu no	Kuyu derinliği (m)	Kuyu kotu (m)	Tüneli kestiği (km)	Koordinatlar (x) (y)	
SK-1 (Tn)	16,00	1304	9+790	4 309 950	435 870
SK-2 (Tn)	25,00	1313	9+390	4 310 350	435 870
SK-3 (Tn)	48,00	1335	8+890	4 310 840	435 870
SK-4 (Tn)	55,00	1345	8+390	4 311 340	435 870
SK-5 (Tn)	65,00	1355	7+890	4 311 840	435 870
SK-6 (Tn)	82,00	1373	7+240	4 312 490	435 870
SK-7 (Tn)	110,00	1398	6+640	4 313 085	435 870
SK-7/A (Tn)	110,00	1404	6+515	4 313 210	435 870
SK-8 (Tn)	130,00	1421	6+080	4 313 635	435 870
SK-9 (Tn)	140,00	1430	5+575	4 314 135	435 870
SK-9/A (Tn)	148,00	1439	5+300	4 314 410	435 870
SK-10 (Tn)	155,00	1444	5+050	4 314 665	435 870
SK-11 (Tn)	195,00	1481	4+555	4 315 170	435 870
SK-12 (Tn)	210,00	1500	3+835	4 315 900	435 870
SK-13 (Tn)	68,00	1430	Açılmadı	4 316 515	435 870
SK-13/A (Tn)	148,00	1437	3+105	4 316 615	435 870
SK-14 (Tn)	100,00	1389	2+695	4 317 010	435 870
SK-15 (Tn)	70,00	1360	1+830	4 317 875	435 870
SK-16 (Tn)	121,20	1410	1+480	4 318 220	435 870
SK-17 (Tn)	67,00	1358	0+540	4 319 175	435 870
SK-18 (Tn)	40,00	1330	0+220	4 319 490	435 870
SK-19 (Tn)	18,50	1308	0+025	4 319 680	435 870
SK-20 (Tn)	70,50	1371	7+000	4 312 582	435 830

Bazı kuyularda yıkıntı olması ve rasat borularının alınması nedeni ile yeraltısuyu seviyesi ölçülemedi. Jeolojik kesit ve diğer kuyulardaki ölçümle korele edildiğinde, SK-3'de 35 m, SK-5'de 25 m, SK-15'de 5 m'de olduğu kabul edilmiş ve geçirimsizlik hesabı buna göre yapılmıştır. 23 adet kuyuda yapılan ölçümlerin kümülatif eğrisi Şekil 5 de verilmiştir. Şekle göre tünelin açılacağı zeminin; % 7'si geçirimli, % 35'i az geçirimli, % 58'i geçirimsizdir.

SK-3 kuyusunda karot alınamaması, su kaybının olması, kum boyutlu kırıntıların gelmesi, 8+890 km'de fay zonu olduğunu, burada yeraltısuyu seviyesinde düşerek boşalım şeklinde çalıştığı düşünülmektedir. SK-9 kuyusunda kesilen şeyller, 5+900 km'den geçen bir fayla alttan gelerek kama şeklinde yerleşmiş daha sonra 5+450 km'den geçen bir fayla tekrar kesilerek aşağıya doğru itilmiştir. SK-18 kuyusunda geçilen kireçtaşı ve marnların bazaltla olan

dokanağı 0+125 km'deki bir fayla kesilmiştir (Şekil 7a).

Tünel açımı sırasında fay zonlarına yaklaşıldığında küçük ölçekli faylarda beklenmelidir. Fay zonlarına yaklaşıldığında gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler; fay zonlarında kazı boyu kısa tutularak, zemin sık aralıklı (0,50 m) kalıcı dairesel destek (çelik iksa) ile desteklenmeli ve püskürtme betonu atılmalıdır. Fay zonunun durumuna göre, ön kaplama (betonu) da yapılabilir. Yine fay zonlarında aşırı su boşalmaları olabilir. Bu durumlarda; sondajlar açarak suyun hızla drene edilmesi yada zeminin dondurulması gibi önlemler alınabilir. Tünelin giriş ağzından itibaren 0+538 km'de kontrol kulesi tasarlanmıştır. 3,50x5,00 m boyutlarında dikdörtgen kesitli ve 52,00 m yüksekliğindedir. 0+538-0+562 km'leri arasında tünel geniş kesitte açılacak tehlike ve ayar kapakları bu bölümde teşkil edilecektir.

Çizelge 2. Sondaj kuyularında ölçülen yeraltısuyu seviyeleri.

Kuyu no	Kuyu kotu (m)	23.12.1993	21.10.1994	04.11.1994
		YAS seviyesi ve kotu		
SK-1 (Tn)	1304	5,55 (1299)	6,00 (1298)	Ölçülemedi
SK-2 (Tn)	1313	2,70 (1310)	3,20 (1310)	Ölçülemedi
SK-3 (Tn)	1335	Ölçülemedi	Ölçülemedi	Ölçülemedi
SK-4 (Tn)	1345	32,15 (1312)	32,50 (1313)	32,55
SK-5 (Tn)	1355	Ölçülemedi	Ölçülemedi	Ölçülemedi
SK-6 (Tn)	1373	26,50 (1346)	27,00 (1346)	27,10
SK-7 (Tn)	1398		12,10 (1386)	12,10
SK-7/A (Tn)	1404	A	12,00	12,00
SK-8 (Tn)	1421		11,00 (1410)	11,05
SK-9 (Tn)	1430	Ç	5,00 (1425)	5,05
SK-9/A (Tn)	1439		4,50	4,50
SK-10 (Tn)	1444	I	6,00 (1348)	6,10
SK-11 (Tn)	1481		46,50 (1435)	46,55
SK-12 (Tn)	1500	L	34,35 (1466)	34,40
SK-13 (Tn)	1430		22,00	22,,10
SK-13/A (Tn)	1437	M	34,00	34,10
SK-14 (Tn)	1389		1,50 (1388)	1,55
SK-15 (Tn)	1360	A	Ölçülemedi	Ölçülemedi
SK-16 (Tn)	1410		19,15 (1391)	1910
SK-17 (Tn)	1358	D	10,20 (1348)	10,25
SK-18 (Tn)	1330		5,60 (1325)	5,55
SK-19 (Tn)	1308	I	2,10 (1306)	2,20
SK-20 (Tn)	1371		24,75 (1347)	24,80

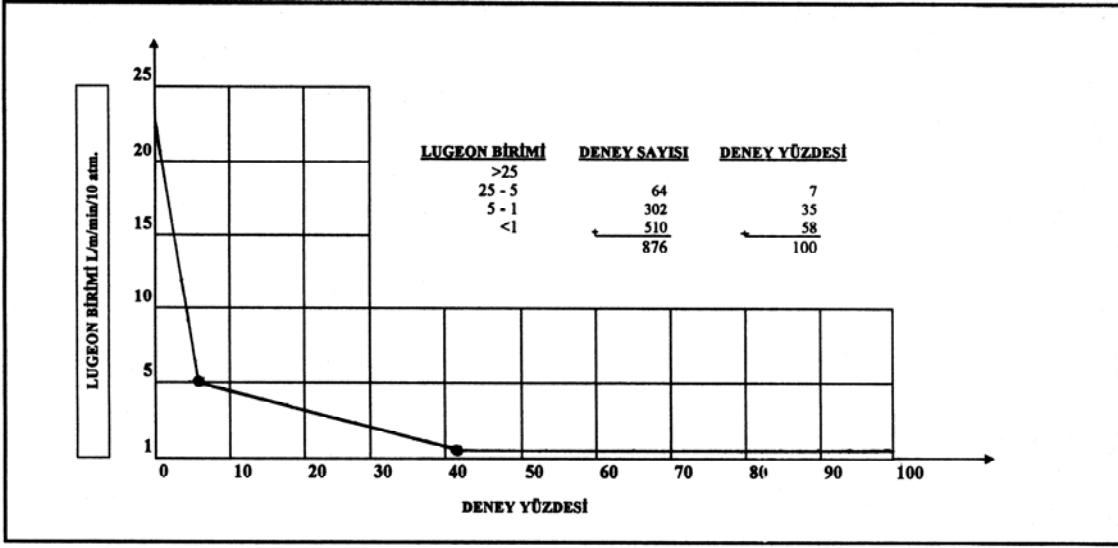
Açılan sondaj kuyularından alınan karotların tünel kotundaki RQD değerlerine göre destek kriterleri için karşılaştırılmış; SK-2, SK-3, SK-4, SK-5, SK-6, SK-7, SK-7/A, SK-8, SK-12, SK-14, SK-15, SK17, SK-18, SK-20 sondajlarının tüneli kestiği kilometrelerde destekleme önlemleri alınması gereken bölgelere düştüğü, SK-9, SK-9/A, SK-10, SK-11, SK-16, ve SK-19 sondajlarının tüneli kestiği kilometrelerde desteksiz yada yersel bulonlar şeklinde önlem alınması gereken bölgeye düştüğü görülmüştür (Şekil 6).Tünel açımı sırasında karşılaşılabilecek zemin cinsi ve kazı sınıflaması Şekil 6 da verilmiştir.

Tünel kazısı tüm güzergah boyunca yeraltısuyu seviyesi altında açılacaktır. Tünel kazısının ilerlemesi ile birlikte yeraltısuyu seviyesinin düşerek, tünele boşalması

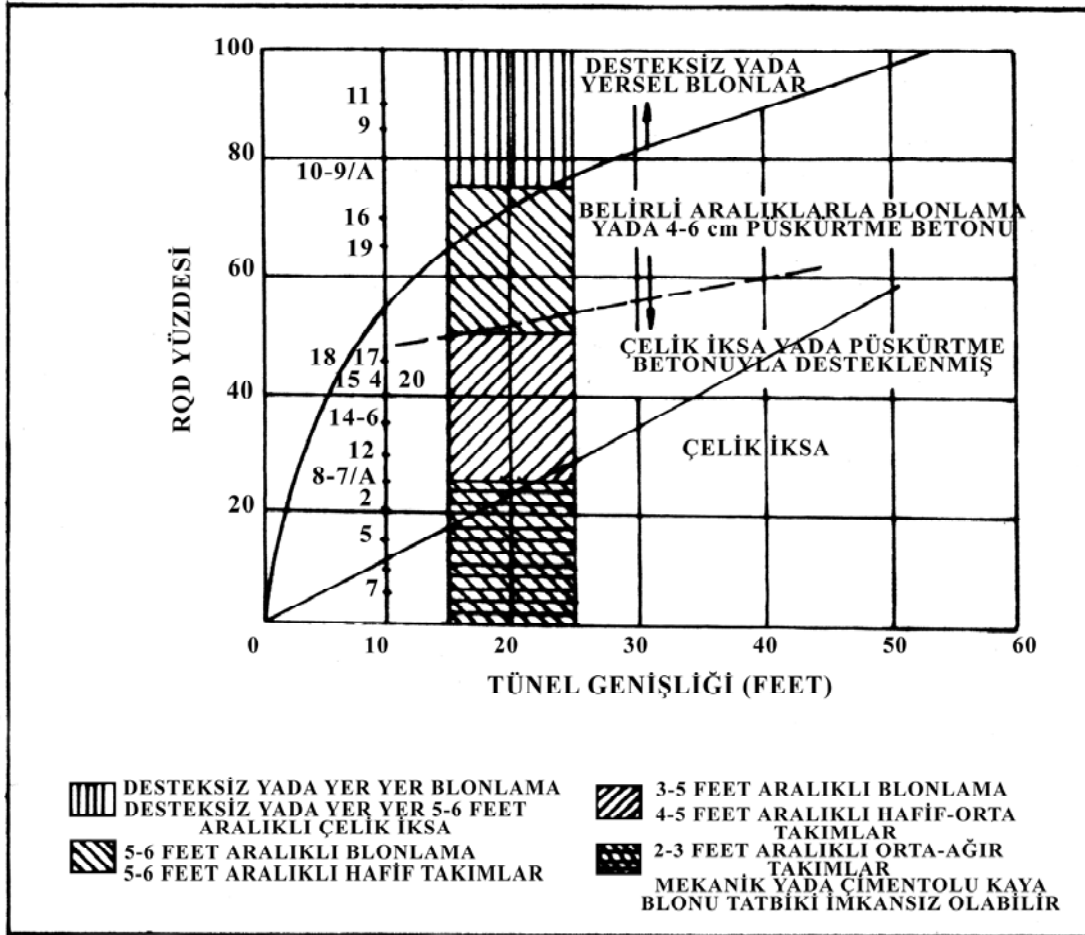
beklenmelidir. Tünel kazısının birim uzunluğuna gelebilecek su miktarı hesaplanarak Çizelge 4 de verilmiştir.

Tünel basınçsız çalışacağı için, kontak enjeksiyonu planlanmıştır. Sadece 0+538 ile 0+562 km leri arasında 24 metrelik geniş kesitte, kontrol kulesinin tünelle birleştiği kısımda, konsolidasyon (sağlamlaştırma) enjeksiyonu yapılacaktır. Tünel çıkış ağzından 90 m, giriş ağzından 50 m, olmak üzere toplam 140 metrelik kısım aç-kapa yöntemiyle yapılırsa, tünel uzunluğu 9480-50 = 9430 m olacaktır (Şekil 7b).

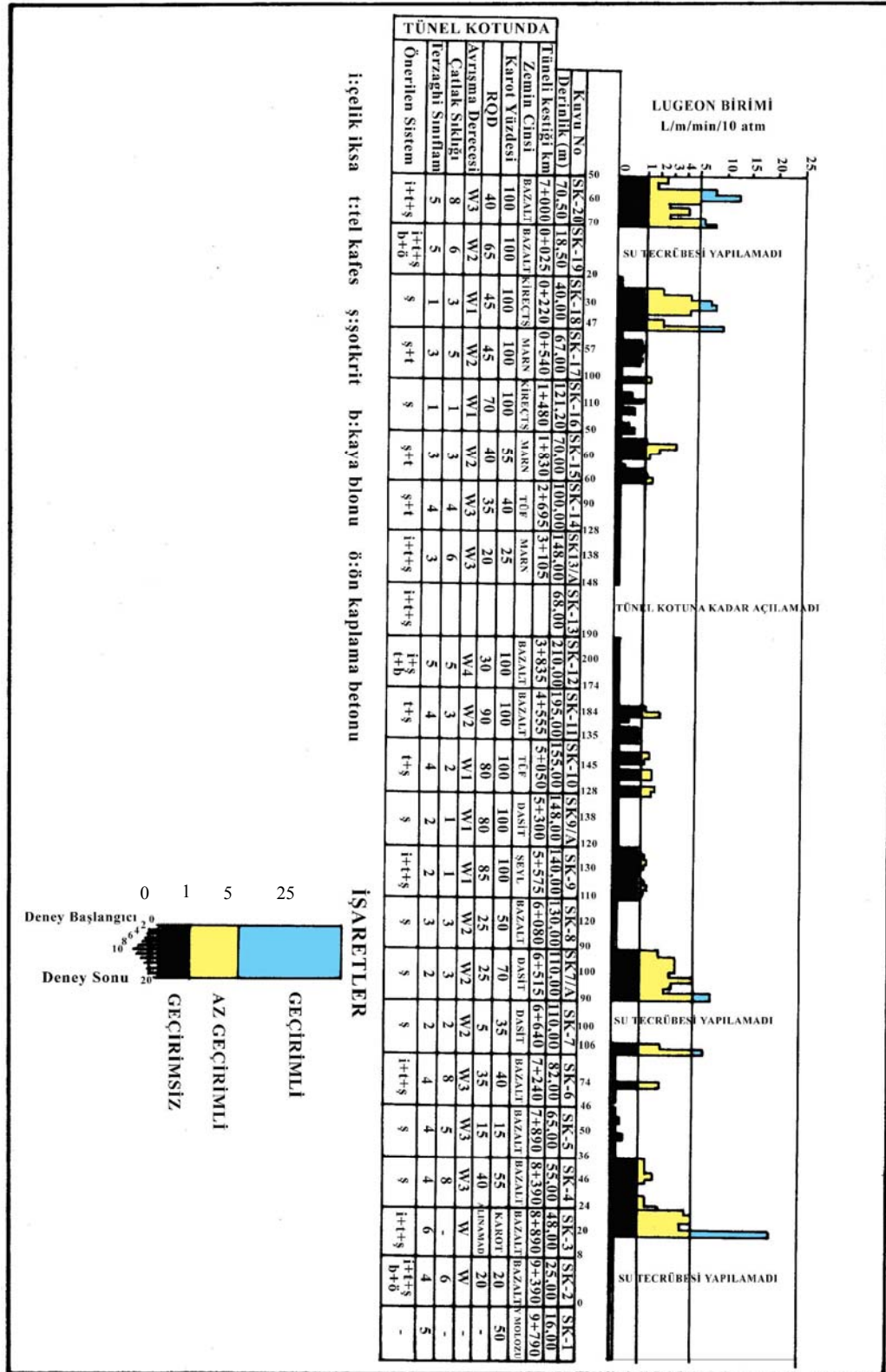
Kesit aralıkları 3 m ve her kesitte 5 adet delik açılacağı, konsolidasyon enjeksiyonu için (24 m uzunluğunda, 52 m yüksekliğinde) kesit aralıkları 3m ve her kesitte 5 adet delik açılacağı düşünüldükçe toplam 23.626,00 YTL (1994 fiyatı) enjeksiyon maliyeti hesaplanmıştır.



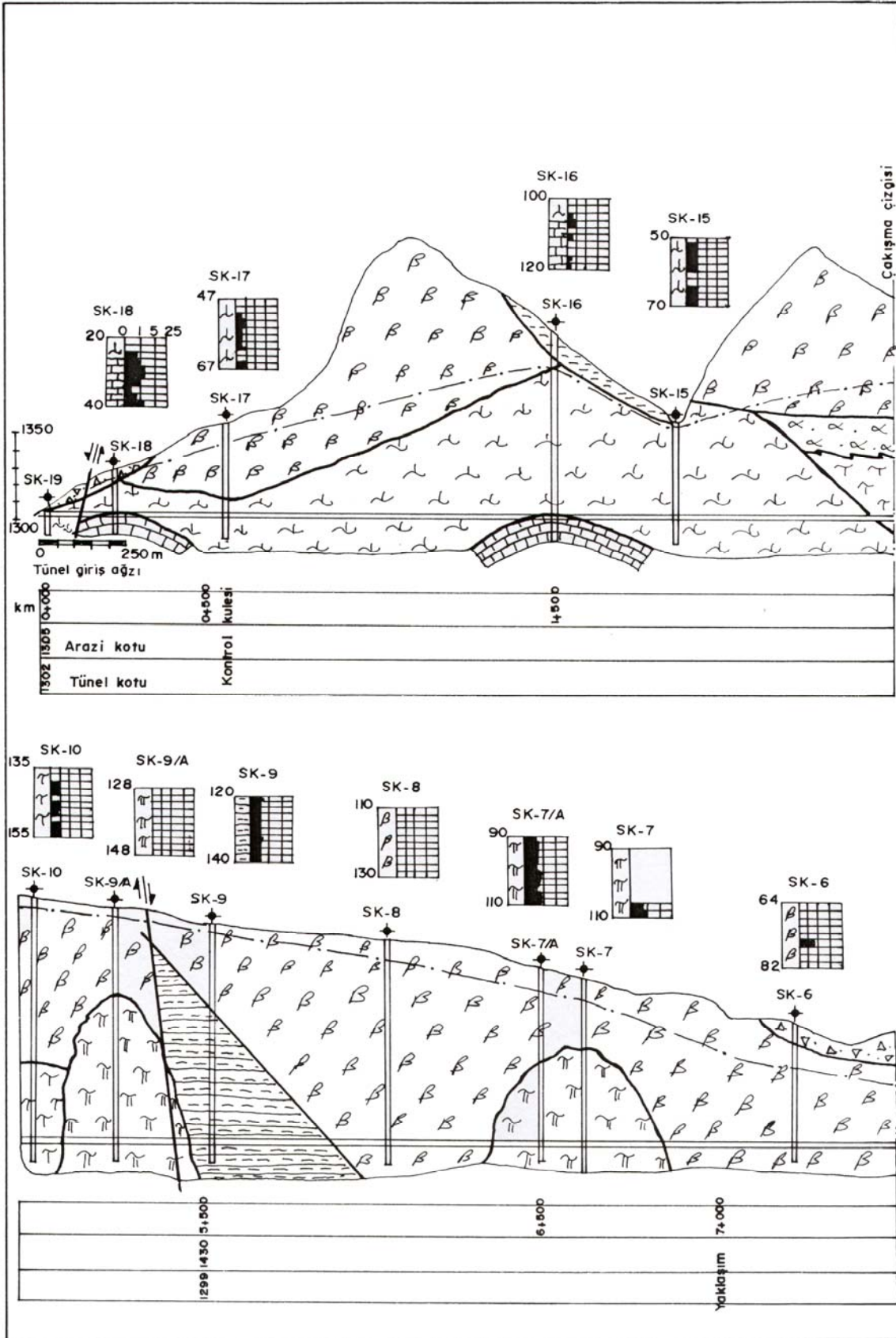
Şekil 4. Tüm kuyulara ait Lugeon kümülatif eğrisi.



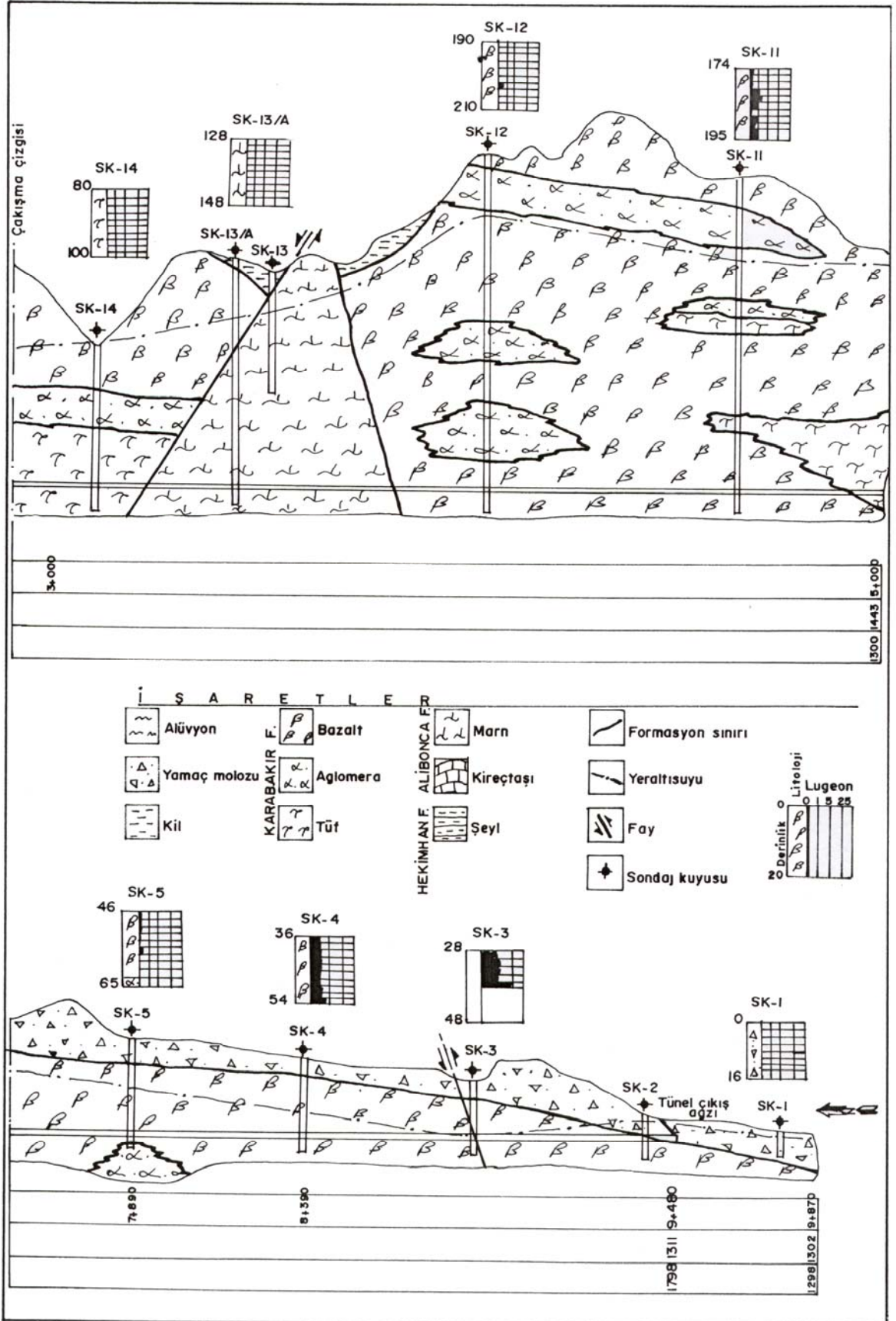
Şekil 5. Tünel kotundaki kaya kalitesi (RQD) destek kriterlerinin karşılaştırılması.



Şekil 6. Tünel güzergahı mühendislik normları.



Şekil 7a. Tünel güzergahı jeoloji kesiti



Şekil 7b. Tünel güzergahı jeoloji kesiti

Çizelge 3. Tünel kilometrelerine göre zemin cinsleri ve kazı sınıflaması.

Kilometre	Zemin cinsi	Kilometre	Kazı sınıfı (Terzaghi)
0+000-0+020	Alüvyon	0+000-0+020	5
0+020-0+125	Bazalt	0+020-0+120	4
0+125-0+150	Marn	0+120-0+130	6
0+150-0+350	Kireçtaşı	0+130-0+150	3
0+350-1+400	Marn	0+150-0+350	1
1+400-1+550	Kireçtaşı	0+350-1+400	3
1+550-2+400	Marn	1+400-1+550	1
2+400-3+150	Tüf	1+550-2+400	3
3+150-3+550	Marn	2+400-3+145	4
3+550-4+900	Bazalt	3+145-3+155	6
4+900-5+125	Tüf	3+155-3+550	3
5+125-5+500	Dasit	3+550-4+170	5
5+500-5+900	Şeyl	4+170-5+125	4
5+900-6+370	Bazalt	5+125-5+445	2
6+370-6+860	Dasit	5+445-5+455	6
6+860-9+390	Bazalt	5+455-5+895	2
9+390-9+480	Yamaç molozu	5+895-5+905	6
		5+905-6+370	3
		6+370-6+860	2
		6+860-7+175	5
		7+175-8+885	4
		8+885-8+895	6
		8+895-9+390	4
		9+390-9+480	5

Çizelge 4. Tünel kazısına gelebilecek su miktarı.

Kilometre	Su miktarı m ³ /gün
0+000-0+020	4,3
0+020-0+125	1,3
0+125-0+538	1,5
0+538-0+562	1
0+562-2+400	1,7
2+400-5+400	1,3
5+400-6+860	1,9
6+860-9+390	1,7
9+390-9+480	1,9

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tebliğde; sulama tüneli güzergahı boyunca yapılan jeoteknik planlama çalışmaları özet halinde anlatılmıştır.

Uygulamada edinilen tecrübelerle, tünellerde taban ve üzengi hattı altında kontak enjeksiyonu

yapılmamaktadır. Konsolidasyon enjeksiyonlarında da kesitteki delik sayısı ve uzunluğu azaltılmaktadır. Bu durumda tünelin enjeksiyon maliyetinin %30 oranında azalacağı düşünülmektedir.

Kazı sınıflaması Terzaghiye göre yapılmıştır. Günümüzde Q, RMR gibi gelişmiş sistemler

kullanılmaktadır. Uygulama aşamasında yeniden değerlendirme yapılabilir.

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte tünel açma yöntemleri ve kazı makinaları (TBM) geliştirilmiştir. Uzun tünellerde kazı makinaları

ile çalışmak zaman ve ekonomi açısından avantajlar getirmektedir. Bu projede kullanılabilirliği, mühendislik ve ekonomik anlamda analiz edilmelidir.

KAYNAKLAR

- EYÜBOĞLU, Ş, 1994. Malatya Yoncalı Projesi Sulama Tüneli Güzergahı Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu. DSİ IX.Bölge Müdürlüğü, Elazığ.
- MERRİT, A.H, 1974. Tunnel Boring Machines. Geological Control Proc.of the 2nd Int.Cong.of the IAEG. Sao Paulo, Brasil

