

**ERMENEK BARAJINDAKİ ENJEKSİYON
UYGULAMALARI VE GEÇİRİMSİZ PERDE
ÇALIŞMALARI**

RESUL PAMUK

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MERSİN
MAYIS – 2006**

**ERMENEK BARAJINDAKİ ENJEKSİYON UYGULAMALARI VE
GEÇİRİMSİZ PERDE ÇALIŞMALARI**

RESUL PAMUK

**Mersin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Jeoloji Mühendisliği
Ana Bilim Dalı**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Sedat TÜRKMEN**

**MERSİN
MAYIS-2006**

Bu tezin gerek bilimsel içerik, gerekse elde edilen sonuçlar açısından tüm gerekleri sağladığı kanaatine ulaşan ve aşağıda imzaları bulunan biz jüri üyeleri, sunulan tezi oy çokluğu (oy birliği) ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul ediyoruz.

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Sedat TÜRKMEN

Jüri Üyesi
Yrd.Doç. Dr. Cüneyt GÜLER

Jüri Üyesi
Yrd.Doç. Dr. Tolga ÇAN

Bu tezin Fen Bilimleri Enstitüsü yazım kurallarına uygun olarak yazıldığı Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../.....tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr.Mahir TURHAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ÖZ

Bu tez çalışmasında, Ermenek Barajı ve Hidroelektrik Santral projesinin, enjeksiyon uygulamaları, geçirimsiz perde tasarımı ve temel kaya arasındaki ilişkisinin ortaya konmasını amaçlanmaktadır. Su kaçaklarını önlemek için baraj gövdesinin sağ ve sol yakasında ve gövde altında enjeksiyon perdesi oluşturulmuştur. Enjeksiyon perdesi baraj temelini oluşturan Jura-Kretase yaşlı allokton kireçtaşı içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanı ve çevresinde geniş alanlarda yüzeyleyen Üst Kretase ofiyolitik melanj içerisinde blok şeklinde yeralan kireçtaşı, baraj aks yerinin sağ ve sol yamaçlarında melanj içerisinde gömülü olarak izlenir. Sağ ve sol yakada dörder enjeksiyon galerisi bulunmaktadır. Her bir galeri arasındaki mesafe yaklaşık 62 m'dir. Enjeksiyon perdesi bu galeriler içerisinde açılmış kuyular vasıtasıyla yapılmaktadır. Kuyular, memba ve mansapta olacak şekilde enjeksiyon perde eksenine göre açılmışlardır. Enjeksiyon 5 evreli daralan aralıklar yöntemi şeklinde (P;36m, S;12m, T;6m, Q;3m ve F;1,5m) uygulanmaktadır. Temeli oluşturan kireçtaşı kütlesi üç ayrı kaya kütesinden oluşmaktadır. Birinci tip kısmen eklemli, dolgusuz, çatlaklı, masif az karstik, ikinci tip orta-yüksek eklemli, eklemler kısmen kil dolgulu, orta-yüksek derecede karstik olan kireçtaşıdır. Diğer yandan fay ve eklemlerin etkisiyle kaya tipi çok kırıklı-parçalı, dolgulu çatlaklar içeren ve çok karstik kireçtaşı kütesine dönüşmektedir. Böylece masif ve az çatlaklı-karstik kaya kütesinde yapılan basınçlı su deneylerinde düşük su kaçakları izlenirken, enjeksiyon uygulamalarında da 25-100 kg/m alışlar gerçekleşmiştir. Buna karşılık aşırı kırıklı parçalı zonlarda ise yapılan basınçlı su deneylerinde yüksek su kaçakları ve 10000 kg/m'nin üzerinde enjeksiyon alışı meydana gelmiştir. Baraj aks yerinde izlenen F2 fayının etkisi ile ana süreksizlik ve karstlaşma zonları bu fayın yakın çevresinde gelişmektedir.

Sonuç olarak, fay, eklem ve tabakalanma yüzeyleri gibi süreksizlikler kaya kütesinin dayanımını olumsuz yönde etkilerken karstlaşma ve geçirimsizliği de arttırmaktadır. Dolayısıyla benzer yapısal özellikler sunan diğer zonlarda ve diğer benzer projelerde perde oluşturulurken elde edilen veriler model olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Enjeksiyon perdesi, enjeksiyon galerisi, F2 fayı, enjeksiyon alışı.

ABSTRACT

In this thesis study, Ermenek Dam and HEPP grouting works, impervious grout curtain design relation with basement rock properties were purposed to explain. To prevent seepage trough dam foundation and banks, grout curtain will be constructed in left and right banks and beneath the dam. Grout curtain will be constructed in allocthonous, Jurassic-Creatceous limestone blocks. Limestone is placed as a block in the Upper Cretaceous Ermenek ophiolitic melange basement which covers the study area and it's wide around. Four galleries are located for left and right banks. The distance between two galleries is about 62 m. Grout curtain is constructed from drill holes in these grouting galleries. The holes are drilled on upside and downside in the galleries according to grout curtain axis. Generally five grouting closer spacing phases are applied (P;36m, S;12m, T;6m, Q;3m and F;1,5m). For limestone blocks of grout curtain, three type of rock masses can be described. First type, consist of good quality, partly jointed and empty opened cracks or closed cracks and partly karstified, massive limestone blocks. Second type is partly-high jointed, clay filled and middle-high karstified limestone block. On the other hand, main fault and major joint set together have a great effection rock type which has highly broken zones, filled cracks and karstified zones. Thus, while good quality rock types indicate low water loses and take maximum 25-100 kg/m grout, broken and karstified rock zones indicate high water loses and take over 10000 kg/m grout. Main discontinuities and karstified zones are developed along F2 fault and it's near around in the dam axis.

Consequently, discontinuities which are fault, joint and bedding surfaces negative effect rock strength and increase karstification and permeability. On the other hand, these results can be used for similar structural properties zones and as a model for similar grouting projects.

Key Words: Grouting curtain, grouting gallery, F2 fault, grout takes

TEŞEKKÜR

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dal'ında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışma Mersin Üniversitesi Araştırma Fonunca BAP-FBE JM(RP) 2005-1 YL no'lu proje kapsamında desteklenmiştir. Bu tezin ortaya çıkmasında gerek önerileri gerekse olumlu ve yapıcı eleştirileriyle katkıda bulunan ve Yüksek Lisans eğitimim süresince her konuda bilgileriyle beni yönlendiren danışman hocam sayın Doç. Dr. Sedat TÜRKMEN' e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ermenek Barajı şantiyesinde tez yapabilmemi sağlayan D.S.İ. Genel Müdürlüğüne, Jeoteknik Hiz. ve Y.A.S. Daire Başkan Yardımcısı Sn. Dr. Nurettin Pelen'e ve D.S.İ. IV Bölge Müdürlüğü, Ermenek Barajı Kontrol Şube Müdürlüğüne teşekkür ederim. Tez çalışmalarımı Ermenek şantiyesinde yaparken hertürlü kolaylığı gösteren ve her konuda yardımcı olan D.S.İ Ermenek Kontrol Şube Müdürlüğünden ; Sn. Şube Müdürü Muzaffer Gürel'e, Kontrol Mühendisi ve Müdür Yardımcısı Sn. Hamza Bıyıklı'ya, Jeoloji Müh. Sn. Ahmet Sayharman'a, İnşaat Mühendisi Sn. Muhsin Kurt'a ve diğer tüm D.S.İ. görevlilerine, ayrıca Ermenek barajı Müteahhit firması BM Mühendislik İnşaat Şirketine sağladığı katkılardan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Ermenek Barajındaki arazi uygulamalarında ve tez yazımı için gerekli her türlü bilgi ve kaynak yardımını yaparak desteklerini esirgemeyen, Verbundplan Ermenek Şantiye ofisinden Sn. Jeoloji Yüksek Mühendisi Alican Aslan'a ve tüm Verbundplan yetkililerine teşekkür ederim.

Tez süresince karşılıksız burs veren, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği'ne, teşekkür ederim.

Ve bu güne kadar bana sabırla katlanan aileme, sonsuz sevgi ve saygılarımla....

Ç NDEK LER D Z N

SAYFA

ÖZ.....	i
ABSTRACT	ii
TE#EKKÜR	iii
Ç NDEK LER.....	iv
Ç ZELGELER D Z N	vi
#EK LLER D Z N	viii
EKLER	xi
1. G R #	1
2. KAYNAK ARA#TIRMASI	4
2.1. ERMENEK BARAJ YERİ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL ve METOT.....	8
3.1. MATERYAL	8
3.1.1. Enjeksiyonun kısa tarihçesi.....	8
3.1.2. Ermenek Barajı ve HES genel proje bileşenleri.....	17
3.1.3. Rezervuar ve baraj yeri morfolojisi	20
3.1.4. Baraj yeri ve çevresinin jeolojisi.....	22
3.1.5. Hidrojeoloji.....	25
3.1.6. İklim ve bitki örtüsü	26
3.1.7. Ermenek Barajı ve HES enjeksiyon işleri metodolojisi.....	26
3.1.7.1. Ekipmanlar, Enjeksiyon karışım malzemeleri, delgi sistemi permeabilite deneyleri.....	27
3.2. METOD	50
4. BULGULAR ve TARTI#MA.....	53
4.1. PERDE GÜZERGAHI VE TEST PANELLERİ	53
4.2. ENJEKSİYON PERDESİ JEOLJİK VE JEOTEKNİK ŞARTLARI	55
4.3. ANA SÜREKSİZLİK İNCELEME SONUÇLARI	56

4.4. ENJEKSİYON İŞLERİ GENEL DEĞERLENDİRME AŞAMALARI	58
4.4.1. Galeri içi jeolojik haritaların değerlendirilmesi ve genel kaya kütle sınıflamaları.....	60
4.4.2. Karot tanımlama sonuçları.....	65
4.4.3. GR3 galerisi basınçlı su testi sonuçlarının değerlendirilmesi.....	67
4.4.4. GR3 galerisi enjeksiyon işleri sonuçları.....	79
4.4.4.1. İndirgenme oranlarının değerlendirilmesi.....	83
4.4.4.2. Dördüncül (Q) kuyularının değerlendirilmesi.....	84
4.4.4.3. Beşincil (F) kuyularının değerlendirilmesi.....	86
4.4.5. Kireçtaşı Olistolit Kütleleri ile Enjeksiyon İşleri Arasındaki İlişki.....	92
 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	101
 KAYNAKLAR.....	104
 ÖZGEÇMİŞ #.....	107

Ç ZELGELER D Z N

Ç ZELGE	SAYFA
Çizelge 3.1. Başlıca Enjeksiyon çeşitleri	9
Çizelge 3.2. Ermenek beton kemer barajının genel özellikleri.....	17
Çizelge 3.3. Ana enjeksiyon merkezi ekipmanları	32
Çizelge 3.4. Ermenek barajı saha laboratuvarı enjeksiyon karışım testleri	41
Çizelge 3.5. Enjeksiyon galerilerinin bulunduğu kotlar.....	45
Çizelge 3.6. Perde enjeksiyonunun yapılacağı kademe enjeksiyon basınçları.....	46
Çizelge 3.7. Bağlantı kuyuları enjeksiyon basınçları	47
Çizelge 4.1. Sağ sahil test panelleri uzunluk ve derinlikleri.....	54
Çizelge 4.2. Kati projeye göre başlıca eklem takımları tablosu	56
Çizelge 4.3. Nadire kireçtaşı olistolitinin genel özellikleri.....	59
Çizelge 4.4. Kaya kütlesi genel sınıflama parametreleri	59
Çizelge 4.5. Nihai tasarıma ve farklı kırıklılık dereceleri ile hesaplamalara göre Nadire kireçtaşı için kaya kütlesi parametreleri.....	60
Çizelge 4.6. Kireçtaşı olistoliti için genel kaya kütle sınıflaması.....	61
Çizelge 4.7. N-1 Kaya tipi için kaya kütle sınıflaması	62
Çizelge 4.8. N-2 Kaya tipi için kaya kütle sınıflaması	62
Çizelge 4.9. N-3 kaya tipi için kaya kütle sınıflaması	63
Çizelge 4.10. GR3 galerisinde 30-1040 m’ler arası kaya kütle sınıfları	64
Çizelge 4.11. GR3 galerisinde 30-1035 m’ler arası eklem ara mesafeleri	64
Çizelge 4.12. GR3 galerisinde -30 ile 1040 m’ler arası karst yoğunluğu ve tipleri	65
Çizelge 4.13. GR3 galerisi basınçlı su testi sonuçları	68
Çizelge 4.14. GR3 AP 36-72 kuyuları lugeon değerleri ve akış tipleri	69
Çizelge 4.15. GR3 AP 108-144 kuyuları lugeon değerleri ve akış tipleri	69
Çizelge 4.16. GR3 AP 180-216 kuyuları lugeon değerleri ve akış tipleri	69

Çizelge 4.17. GR3 AP 252-288 kuyuları lugeon değerleri ve akış tipleri	70
Çizelge 4.18. Laminar akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarları (kg/m).....	70
Çizelge 4.19. Türbülans akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarları (kg/m)	71
Çizelge 4.20. Yıkama akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarları (kg/m)	71
Çizelge 4.21. Tıkanma akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarları (kg/m)	71
Çizelge 4.22. Geçici dilatasyon akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarları (kg/m)	72
Çizelge 4.23. Kalıcı dilatasyon akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarları (kg/m)	72
Çizelge 4.24. Düşey kontrol kuyularında görülen ortalama lugeon değerleri	78
Çizelge 4.25. Çapraz kontrol kuyularında görülen ortalama lugeon değerleri	78
Çizelge 4.26. GR3 galerisinde P kuyularında görülen çok yüksek alış yapan bazı lokal kademeler.....	83
Çizelge 4.27. GR3 galerisi genel indirgenme oranlarının değerlendirilmesi	83
Çizelge 4.28. GR3, Q kuyularında görülen bazı lokal yüksek alışlar	84

#EK LLER D Z N

#EK L	SAYFA
Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 3.1. Çeşitli akış tiplerinin gösterimi	16
Şekil 3.2. Baraj aks yerinin oturacağı sağ ve sol sahil genel görünümü	18
Şekil 3.3. Rezervuar alanının membadan genel görünüşü	21
Şekil 3.4. Mansabtan “V” şekilli görünüş.....	21
Şekil 3.5. Rezervuarın membadan görünüşü	22
Şekil 3.6. Görmel marnlarının mansab kısmına göre GB istikametindeki konumları.....	23
Şekil 3.7. Devamlı ve yüksek falezli Ermenek Kireçtaşları	23
Şekil 3.8. Baraj mansabında sağ sahil enjeksiyon perdesinin bağlandığı ofiyolitik melanj birimi.....	24
Şekil 3.9. Diamec-260 delgi esnasında	28
Şekil 3.10. Perde enjeksiyon kuyusunda enjeksiyon yapılırken.	28
Şekil 3.11 Enjeksiyon pompası.	30
Şekil 3.12. Agigatör ve mikser	31
Şekil 3.13. Galeri içi ana enjeksiyon istasyonu	31
Şekil 3.14. Sağ sahil ana enjeksiyon istasyonu.	33
Şekil 3.15. Sağ sahil ana enjeksiyon merkezi ana elemanları.....	33
Şekil 3.16. Enjeksiyon hortumunun yerleştirilmesi	34
Şekil 3.17. Tekli pnömatik paker ve enjeksiyon tiji (AW)	34
Şekil 3.18. Basınç grafik yazıcısı (recorder).....	35
Şekil 3.19. Basıncın diğer bir kontrolünü sağlayan manometre.....	35
Şekil 3.20. Esas kullanım amacı basınçlı su testi olan su saati.....	36
Şekil 3.21. Çökelme miktarı ölçme aleti.....	39
Şekil 3.22. Viskozite ölçmeye yarayan marsh hunisi.....	39

Şekil 3.23. Enjeksiyon karışımının özgül ağırlığını ölçen çamur terazisi.....	40
Şekil 3.24. Parkerin su ile şişirilmesini sağlayan pompa	44
Şekil 3.25. Pnömatik çiftli paker.....	44
Şekil 3.26. Perde bağlantı kuyusu delinirken.....	47
Şekil 4.1. Ermenek barajı enjeksiyon galerileri genel izometrik görünümü.....	54
Şekil 4.2. Sol sahil genel eklem yönelimi	57
Şekil 4.3. Sağ sahil genel eklem yönelimi.....	57
Şekil 4.4. Sağ sahil enjeksiyon perdesinin konumuna göre ana fay ve eklemler	67
Şekil 4.5. Laminar akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları	73
Şekil 4.6. Türbülans akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları.....	73
Şekil 4.7. Yıkama akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları	74
Şekil 4.8. Tıkanma akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları.....	74
Şekil 4.9. Geçici dilatasyon akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları.....	75
Şekil 4.10. Kalıcı dilatasyon akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları.....	75
Şekil 4.11. Lugeon kategorilerine karşılık gelen ortalama alış miktarları.....	77
Şekil 4.12. GR3 lugeon kategorilerine göre ortalamadan sapma miktarları	77
Şekil 4.13. GR3, lugeon kategorilerinin bulunma yüzdeleri	79
Şekil 4.14. A ve B sıralarının galeri içerisinde gösterimi.....	80
Şekil 4.15. GR3 galerisi genel faz alışları.....	81
Şekil 4.16. GR3 galerisi B-Sırası genel faz enjeksiyon alışları.....	81
Şekil 4.17. Test Paneli-3 ortalama faz alışları.....	82
Şekil 4.18. GR3 Q(Dördüncül) kuyularının genel alış sınıfları değer yüzdeleri.....	85
Şekil 4.19. GR3, F kuyularında gözlenen genel alış sınıfları değer yüzdeleri	87
Şekil 4.20. Çapraz kontrol kuyuları ortalama faz alışları	88
Şekil 4.21. GR3 galerisinde G kuyuları alış sınıfları değer yüzdeleri	89
Şekil 4.22. Test paneli-3 enjeksiyon öncesi geçirimsizliği	90
Şekil 4.23. Test paneli-3 enjeksiyon sonrası geçirimsizliği	91
Şekil 4.24 Sağ sahil enjeksiyon öncesi lugeon yüzdeleri.....	92

Şekil 4.25. AP(Birincil) fazı ortalama (kg/m) enjeksiyon alışları	95
Şekil 4.26. AS(İkincil) fazı ortalama (kg/m) enjeksiyon alışları	96
Şekil 4.27. AT(Üçüncül) fazı ortalama (kg/m) enjeksiyon alışları	97
Şekil 4.28. AQ(Dördüncül) fazı ortalama (kg/m) enjeksiyon alışları	98
Şekil 4.29. AF (Beşincil) fazı ortalama (kg/m) enjeksiyon alışları	99
Şekil 4.30. Sağ ve sol sahil genel lugeon değerleri	100

EKLER

- EK- 1** Proje alanı genel jeoloji haritası
- EK- 2** Genel jeoloji harita lejantı
- EK- 3** Enjeksiyon perdesi profili
- EK- 4** Tipik enjeksiyon galerisi kesiti
- EK- 5** A ve B sıraları delgi örneği
- EK- 6** Enjeksiyon perdesinin üç boyutlu gösterimi
- EK- 7** Sağ sahil kırık sistemleri ve enjeksiyon alışları ile ilişkisi
- EK- 8** GR3 galerisi aşırı kırıklı ve bozuk zonlar
- EK- 9** GR3, Karot tanımlama sonuçları
- EK- 10** GR3 galerisi kuyuları ve kademelerinin enjeksiyon alışları (kg/m)
- EK- 11** GR3 Q kuyuları alış sınıfları
- EK- 12** Test Paneli 1 ve 2'nin enjeksiyon öncesi ve sonrası lugeon değer yüzdeleri

1. G R

Çalışma alanı Göksu nehrinin Ermenek kolu üzerinde yer almaktadır. Göksu havzası, 32° 20' E- 34° 10' E boylam ve 36° 10' N - 37° 20' N enlemleri arasında uzanmaktadır ve Türkiye'nin güneyinde bulunmaktadır. Çalışma alanı, 1/25000 ölçekli Alanya O29 c3-c4 paftalarını kapsamaktadır.

Projenin yeri, Toros kuşağının orta kısmında, Akdeniz kıyı çizgisinden (Anamur) kuzeye doğru yaklaşık olarak 50 km mesafede bulunmaktadır. Proje alanına Mersin-Silifke-Mut-Ermenek veya Mersin-Gülnar-Ermenek güzergahları izlenerek ulaşılabilir (Şekil 1.1) [1].

Göksu nehri, Alanya'nın yaklaşık 60 km kuzeyindeki, Toros dağlarının 2200 m kotundan doğarak, güneydoğu istikametinde akar, Mut ve Silifke'den geçer ve Akdenize ulaşır. Göksu nehrinin en büyük kolu olan Ermenek çayı, Toros dağlarının 2500 m kotundan doğar, önce güneye sonra doğuya doğru akarak yaklaşık 100 m kotlarında, Mut civarında Göksu deresi ile birleşir. Ermenek çayının drenaj alanı yaklaşık olarak 3621 km² civarındadır.

Ermenek vadisi, Küçük ve Zeyve çayları arasında oldukça yayvan ve açıktır. Bu kesimden itibaren, Gezende rezervuarına kadar ortalama eğimi 1/72 olan kısmen dar bir vadiyi geçmektedir.

Baraj yeri Ermenek ilçesinin 15 km güneydoğusundadır. Santral binası baraj yerinin 8 km akış aşağısında yer almaktadır. Arazi engebeli olmakla birlikte, baraj ve santral yerine ulaşım yolları bulunmaktadır. Proje, enerji amaçlı olarak planlanmıştır [2].

Ermenek Hidroelektrik Santral projesi halen inşaat aşamasında olan bir projedir. Baraj, Göksu nehrinin kollarından olan Ermenek nehri üzerinde konumlandırılmıştır. Proje için fizibilite çalışmaları 1990'da bitirilmiştir. Ermenek barajı ve hidroelektrik santral projesi; dar ve derin bir kanyon içerisinde yerleşmiş, çift eğrilikli asimetrik ince kemer beton gövdesi ve 302.4 MW kapasitesiyle kurulmuş yüzeydeki elektrik santraline bağlı olan 8064 m uzunluğundaki enerji tüneline olmaktadır. Ermenek barajı rezervuarı (göl alanı) 61.45 km² alanı kaplayacaktır ve 4.5 milyar m³ su tutacaktır [3].

Bu çalışma Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı, Ermenek Barajı ve HES projesinde halen devam etmekte olan enjeksiyon çalışmalarının incelenmesi ve enjeksiyon perdesi tasarımı ile ilgili verilerin değerlendirilmesi ve kaya kütlesi ile enjeksiyon işleri arasındaki ilişkinin yorumlanmasıdır. Bu amaçla arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılmıştır. Arazi çalışmalarında, baraj aks yeri ve çevresinin jeolojik incelemesi halihazırda var olan rezervuar alanının jeolojik haritasından (Ek-1 ve Ek-2) da yararlanılarak yapılmıştır. Enjeksiyon ile ilgili çalışmalar, sürekli olarak izlenmiş ve tez için gerekli veriler düzenli bir şekilde toplanmıştır. Ayrıca henüz betonlaması yapılmayan kısımlarda galeri içi jeolojik haritalar yapılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında enjeksiyon karışımlarının hazırlanması ve enjeksiyon karışım bileşenleri üzerinde yapılan deneyler bire bir uygulanarak gerekli veriler not edilmiştir. Büro çalışmalarında ise düzenli olarak araziden elde edilen veriler Microsoft Excel® 2003, Autocad® 2005 , Surfer® 7.0 v.b. bilgisayar paket programları kullanılarak kaydedilmiştir. Enjeksiyonla ilgili alış ve basınçlı su testi verileri grafik haline getirilmiştir. Ayrıca galerilerde alınan karot örnekleri gerek arazide gerekse çekilmiş fotoğraflardan da yararlanılarak log haline getirilmiş, ayrıca tüm bozuk ve karstik zon bölgeleri de enjeksiyon perde kesitinde gösterilmiştir. Sonuçta tüm bu veriler yorumlanarak enjeksiyon gidişi hakkında yorum ve önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 1.1. Yer Bulduru Haritası [1]

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. ERMENEK BARAJ YERİ İLE İLGİLİ ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Orta Torosların orta bölümü olarak adlandırılan yörede, çeşitli amaçlara yönelik bir çok araştırma yapılmıştır. M.T.A'nın yaptığı çalışmalar, yörenin petrol potansiyeli açısından incelenmesini kapsamaktadır. Mühendislik jeolojisi ile ilgili çalışmalar ise Gezende Barajı, Ermenek Barajı, Kayraktepe barajı ve Mut sulaması ile Mut Barajı çalışmalarından oluşur. Üniversiteler ile kurumların yaptıkları bilimsel incelemeler sonucu bölgenin jeolojisi ortaya çıkartılmış, stratigrafik özellikler saptanmıştır.

Gedik ve diğ.[4], “Mut-Ermenek-Silifke Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları” adlı incelemelerinde, Ermenek ve çevresinin temel kaya birimlerinin Ofiyolitik Melanjdan oluşturduğunu, bu birimin inceleme alanının güneybatısı dışında kalan geniş bir alanda yüzeylendiğini ve havzada Eosen ve Miyosen yaşlı formasyonların temelini oluşturduğunu belirtmişlerdir. Ofiyolitik melanj, Permokarbonifer-Üst Kretase zaman aralığına ait çökel kayaların blokları ile ofiyolitik hamurdan oluşmuştur. Ofiyolit, serpantinleşmiş peridotit, gabro, spilit, diyabaz, bazik denizaltı volkanitleri ve tüflerden meydana gelmiştir. Ofiyolit hamuru içerisinde yer alan bloklar ise kireçtaşı, radyolarit, kıltaşı, grovak gibi değişik litolojik özellikler göstermektedir. Ofiyolitik melanj, Ermenek çayı vadisinde Eosen ve Miyosen yaşlı formasyonlar altında görülebilmektedir. Bu temel birim üzerine Eosen yaşlı filiş birimi (Yenimahalle fm. [4]) ve bu birimin üzerine de açısız uyumsuzlukla Miyosen yaşlı killi kireçtaşı-marn (Köselerli fm. [4]) ile resifal kireçtaşı (Mut fm. [4]) gelmektedir.

Yıldız ve diğ. [5], Mut Havzasında yaptıkları çalışmaya göre, çalışma alanında yeralan en yaşlı birim, Sarıkavak köyünün kuzeybatısında gözlenen ofiyolitik melanjdır. Senozoyik yaşlı birimler yaşlıdan gence doğru sırasıyla Geç oligosen-Akitaniyen yaşlı Fakırca formasyonu, Oligosen-Burdigaliyen yaşlı Derinçay formasyonu olarak sıralanabilir. Yıldız ve ark. [5] önceki çalışmalarda havza ortamını karakterize eden çökellerin, geç Burdigaliyen-Langiyen yaşlı olduğu,

incelemede ise havza kenarını temsil eden çökellerin yaşının, Erken Pleyistosen'e çıktığı belirlenen Köselerli formasyonu ve bu formasyon ile yanall ve düşey geçişli olan Langiyen-Serravaliyen yaşlı Mut formasyonu olduğunu belirtmişlerdir.

Gökçen ve Tanar [6], Akdeniz bölgesinde yer alan Mut Tersiyer havzasında yaptıkları çalışmada, incelemeye konu olan Tersiyer istifinin, Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı temel üzerinde transgresif olarak yerleştiğini belirtmişlerdir. Tersiyer istifinin başlangıç düzeyi yer yer değişmekle beraber, bilinen en yaşlı Tersiyer birimi, batıda yer alan ve karasal ve/veya geçiş ortam özellikleri yansıtan Eosen sonrasına ait kırıntılı olduğunu (Yenimahalle formasyonu) ve bu kırıntıların üzerinde yer alan Fakırca formasyonu içerdığı ostrakod ve foraminifer mikrofaunasına göre, Üst Oligosen-Alt Miyosende de karasal ve geçiş ortam özelliklerinin aralanmalı olarak geliştiğini belirtmişlerdir. Bu formasyon üzerinde uyumlu olarak bulunan Derinçay formasyonu bentik, planktonik foraminiferler ve ostrakod faunası ile Burdigaliyen litoral deniz ortamını tanımlamaktadır. Bölgenin Tersiyer istifi Köselerli formasyonu ile devam etmekte, bu birimin de Burdigaliyen sonu-Langiyen başlangıcında ve genellikle sığ olan bir denizde çökeldiği içindeki mikrofauna ile anlaşılmaktadır. En üstte bulunan veya Derinçay ve Köselerli formasyonu ile yanall-düşey geçişler gösteren Mut formasyonu ise fosil verilerine göre Langiyen-Serravaliyen yaşlı olarak değerlendirilmişlerdir.

Koçyiğit, A. [7], "Karaman-Ermenek (Konya) bölgesinde ofiyolitli melanj ve diğer oluşuklar" adlı çalışmasında, çalışılan yörede yüzeyleyen kaya birimlerinin, stratigrafik ve tektonik özellikleri açısından birbiriyle ayrıcalık gösteren iki birlik oluşturduğunu belirtmiştir. Bunlar *Ofiyolitli melanj* ve *Diğer* oluşuklar olarak adlandırılmıştır. Ayrıca inceleme alanının çoğunlukla volkanitlerden (dolerit, spilit, diyabaz, ignimbritik tüf, cam tüfü, v.b) kısmen de çökel kayalardan (grovak, kil, marn, radyolarit ve bol miktarda *Radiolaria* içeren plaket biçiminde pelajik kireçtaşları) oluşmuş bir hamur (matriks) içinde, Orta Permiyen'den Maestrihtiyen'e kadar değişen yaş, litoloji ve boyutlardaki bloklar ile olistostromlardan oluşan renkli melanj olduğunu belirtmiştir. Bu karışımın oluşum yaşının en az Maestrihtiyen olduğunu, tüm içeriklerinin denizel olduğunu belirtmiştir. Renkli melanj oluşturan

kaya birimlerinin, denizel Miyosen çökelleriyle transgressif olarak örtüldüğünü belirtmiştir. Birbirleriyle yanal ve düşey geçişler gösteren, değişik kalınlık ve litofasiyesteki denizel Miyosen çökellerinin (polijenik çakıltası, kumtaşı, kum, silt, kil, marn, resif kireçtaşı, kumlu kireçtaşı) ile bunlar üzerine açısız uyumsuzlukla gelen Pliyosen yaşlı gölssel kireçtaşları ise diğer oluşuklar olarak adlandırıldığını belirtmiştir.

Özsan, A. [8], “Görmel Barajı (Ermenek, GD-Konya) Kuvvet Tünel Güzergahının Mühendislik Jeolojisi İncelemesi” adlı çalışmasında, Görmel barajı kuvvet tünel güzergahındaki kaya birimlerini Jeomekanik (RMR) ve Q sistemlerine göre değerlendirmiş, her iki sisteme göre gerekli destekleme önlemlerini karşılaştırmıştır. Q Sistemi ile yapılan değerlendirmenin daha ayrıntılı ve geçerli olduğunu ve bu sistem parametrelerinin kombinasyonlarına, göre gerekli destek önlemlerinin alınması şartı ile Görmel barajı kuvvet tünel güzergahının, mühendislik jeolojisi bakımından tünel inşaatına uygun olduğunu belirtmiştir.

Özsan, A. [9], “Görmel Baraj Yeri İle Göl Alanının (Ermenek-Konya) Mühendislik Jeolojisi ve Kayaların Jeoteknik Özellikleri” adlı çalışmasında, Görmel baraj yerinde ana kaya olan marnın yüzeyden itibaren ilk 20-30 m.den sonra geçirimsiz olduğunu, bu nedenle Görmel baraj yerindeki geçirimsizlik ilk 20-30 metre derinliğe kadar yapılacak enjeksiyonla sağlanabileceğini belirtmiştir.

Türkmen, S. [10], “Gezende Baraj Yeri ve Dolayının Jeoloji İncelemesi” adlı yüksek lisans tez çalışmasında otokton ve allohton konumlu; Mesozoyik –Senozoyik yaşlı sekiz litostratigrafik birim ayırtlamış ve bunlardan Vaysal, Akdökük, Yerköprü, Gezende formasyonlarını ilk defa adlandırmıştır. Mesozoyik temelin, Triyas yaşlı şeyl, marn, şist, dolomitik kireçtaşı aralanmalı Vaysal formasyonu ile başlayıp kumtaşı, şeyl aralanmalı Akdökük formasyonu ile devam ettiğini ve Kretase yaşlı konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı aralanmalı Yerköprü formasyonunun Akdökük formasyonu üzerine diskordans olarak geldiğini belirtmiştir. Ermenek melanjinin ise allohton konumlu olduğunu ve üst Kretase’de bölgeye geldiğini belirtmiştir. Ermenek melanjinin üzerine ise diskordan olarak bulunan Senozoyik

birimlerin; Eosen yaşı, kireçtaşı, breş ve şeyl ardalanmalı Gezende formasyonu; Oligosen-Alt Miyosen yaşı, killi kireçtaşı, marn, kumtaşı, çakıltası ve kömür ardalanmalı Yenimahalle formasyonu, Alt-orta Miyosen yaşı, marn, killi kireçtaşı ardalanmalı Köselerli formasyonu ve Orta Miyosen yaşı resifal kireçtaşından oluşan Mut formasyonu olduğunu belirtmiştir. Yenimahalle formasyonunun Gezende formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmekte olduğunu ve Mut formasyonu ve Köselerli formasyonu Ermenek melanjı üzerine diskordan olarak yereldiğini belirtmiştir. Mühendislik jeolojisi açısından ise göl sahasının geçirimsiz birimlerden oluştuğunu ve baraj gövdesinin oturacağı Jura-Kretase yaşı kireçtaşının duraylılık açısından yeterli olduğunu belirtmiştir.

Türkmen ve Demirkol [11], “Gezende Barajı Dolayının Jeoloji İncelemesi” adlı yaptıkları çalışmada inceleme alanının tektonik yapısının Alp orojenezi ile kazandığını belirtmişlerdir. Mesozoyik birimlerin Hersiniyen orojenik fazının etkisinde kaldığını ve Tersiyerden itibaren Alp orojenezinin etkili olduğunu ayrıca çalışma alanındaki allokon konumlu Mesozoyik yaşı birimlerin (Bozkır Birliği) tektonik olarak geldiğini ve en geç Maestrihtiyen’de konumunu aldığını belirtmişlerdir.

E.İ.E [1], “Ermenek Barajı ve HES Jeoloji Raporu, Bölüm1” adlı nihai, mühendislik jeolojisi çalışmaları sonucunda, aşağıdaki sonuçları elde etmiştir;

Enjeksiyon Perdesi Genel Özellikleri;

- 1) Baraj gövdesi, ofiyolitik melanj (Ofm-1) içerisinde blok olarak kabul edilen kireçtaşında inşa edilecektir.
- 2) Geçirimsiz ofiyolitik hamur, güneye doğru eğimlidir.
- 3) Sağ sahil enjeksiyon perdesi Görmel marnları (Tg) içerisine yatay olarak bağlanacaktır. (Ancak uygulama projesinde 340.m’den itibaren perde K77D’ya çevrilmiş ve kesin olarak ofiyolitik melanja bağlanmıştır).
- 4) Nadire formasyonu kireçtaşı olistoliti genellikle iyi mühendislik özellik göstermesine rağmen aşırı kırıklı, karstik ve kırmızı kil dolguların olduğu kesimler de mevcuttur.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. MATERYAL

3.1.1. Enjeksiyonun Kısa Tarihçesi

19. yüzyılın başlarında, boşluklu ve çatlaklı kayaları veya kumlu çakıllı formasyonları doldurmak, birbirlerine bağlamak suretiyle fiziksel özelliklerini değiştirmek ve/ veya sağlamlaştırmak amacıyla yeraltına çeşitli madde karışımlarını basınçla vermeye yönelik çalışmalar yapılmış ve zamanla bu yöntem Dünya'da son yarım yüzyılda, yurdumuzda ise son çeyrek yüzyılda gelişim göstermiştir [12].

Enjeksiyon Çeşitleri

Enjeksiyon yöntemleri, günümüzde gelişen teknolojiye paralel olarak çok çeşitli uygulamaları içerebilmektedir. Ancak Dünya ve Türkiye'de uygulanan yöntemlerin çoğu bazı farklılıklar olmasına rağmen hemen hemen aynı sistem mantığı üzerinde işlemektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde enjeksiyon yöntemlerini aşağıdaki başlıklar altında sınıflamak mümkündür (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Başlıca enjeksiyon çeşitleri

<i>Yapıldığı Yere Göre</i>	1)Perde Enjeksiyonu
	2)Rezervuar Enjeksiyonu
	3)Temel enjeksiyonu
	4)Tünel Enjeksiyonu
<i>Uygulanan Enjeksiyon Basıncına Göre</i>	1) Alçak Basıncılı Enjeksiyon
	2) Orta Basıncılı Enjeksiyon
	3) Yüksek Basıncılı Enjeksiyon
<i>Yapılış Yöntemlerine Göre</i>	1) Tek Kademeli Enjeksiyon
	2) Çok Kademeli Enjeksiyon
<i>Enjeksiyon Kuyularının Geometrik Konumuna Göre</i>	Dikey, yatay, ışınsal, açılı ışınsal
<i>Enjeksiyonda Kullanılan Karışım Maddelerine Göre</i>	1) Çimento Enjeksiyonu (Süspansiyon Şeklindeki Karışımlar)
	2) Kimyasal Enjeksiyonu (Solüsyon Şeklindeki Karışımlar)

Yapıldığı Yere Göre;

1.Perde Enjeksiyonu:

Su sızıntılarını önlemek, permeabiliteyi minimuma indirmek, yani geçirimsizliği sağlamak amacıyla yapılan enjeksiyonlardır. Enjeksiyon perdesi arazinin jeolojik ve topoğrafik yapısına ve enjekte edilecek litolojinin mühendislik özelliklerine göre çeşitli konum ve derinliklerde olabilirler. Enjeksiyon kuyularının en derin olduğu enjeksiyon türüdür. Perde enjeksiyonu, baraj altındaki ve baraj

gövdesinin sağ ve sol taraflarındaki kayaların veya zeminlerin teorik bir hat boyunca birbirine bağlanarak geçirgenliğinin en aza indirilmesi ve sızma boyunun arttırılması amacıyla yapılmaktadır. Enjekte edilecek olan kayanın kalitesi ile uygulanması gereken enjeksiyon basıncı arasında da doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Başlangıçta delik aralıkları en geniş şekilde alınırken bu aralıklar, enjeksiyon ve kayanın özelliklerine göre gittikçe daraltılarak yapılır. Perde eksenı boyunca söz konusu aralıklarla yapılan enjeksiyon işlemlerinden sonra kuyuların orta noktalarına tekrar enjeksiyon yapılarak enjeksiyon işlemine devam edilir. Böylece ikinci seride yapılmış enjeksiyonlar, aynı zamanda birinci seride yapılan enjeksiyonların kontrolü de yapılmış olmaktadır. Perde tamamlanıncaya kadar, yani geçirimsizlik tolerans sınırlarına girinceye kadar delik aralıkları kısaltılarak bu işleme devam edilir.

2. Rezervuar Enjeksiyonu: Baraj sahasındaki duraysız boşlukların ve çatlakların sağlamlaştırılması için yapılan enjeksiyondur.

3. Temel enjeksiyonu: Baraj, köprü v.b. zemine çok büyük miktarda basınç uygulayan sanat yapılarının oturacağı temelin iyileştirilmesine yönelik yapılan enjeksiyondur. Ana amaç, temelin taşıma gücünün arttırılmasıdır.

4. Tünel Enjeksiyonu : Tünel kaplama cidarı (eğer kaplama varsa) ile formasyon arasındaki ve formasyonun tünel cidarına yakın zonlarındaki birincil ve ikincil süreksizliklerin doldurulması ve yakın zonlardaki formasyonun mühendislik özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla yapılan enjeksiyonlardır. Tünel enjeksiyonunu kontak ve konsolidasyon enjeksiyonları olarak gruplandırılabilir.

a. Kontak Enjeksiyonu: Tünel kaplama betonu ile formasyon arasındaki boşlukların doldurulması yani birincil ve aşırı sökülmeden dolayı oluşan ikincil boşlukların doldurularak formasyon ile kaya arasındaki bağlantıyı tam olarak sağlamak amacıyla yapılan enjeksiyondur.

b. Konsolidasyon Enjeksiyonu: Formasyonun birincil ve ikincil boşluklarının doldurularak birbirine bağlanması, pekiştirilmesi, konsolidasyonunun üzerine

gelecek olan yükü taşıyabilecek düzeye çıkarılması ve kuvvetlendirilmesi amacıyla yapılır. Delik derinlikleri yapının ağırlık ve büyüklüğüne göre değişmektedir.

Uygulanan Basınca Göre;

1. Alçak Basıncılı Enjeksiyon: Özellikle tünellerde kaplama betonu ile formasyon arasındaki boşlukların doldurulması (kontak) amacıyla yapılan enjeksiyonlar bu sınıfa girer. 0.5 ile 2 bar arasında basınç uygulanmaktadır.

2. Orta Basıncılı Enjeksiyon: Barajların, büyük yapıların ve tünellerin ilk 15-30 metrelik kısımlarının enjeksiyon basıncı olup konsolidasyon ve temel enjeksiyonları bu kademeye girmektedir.

3. Yüksek Basıncılı Enjeksiyon: Genellikle baraj gövdesi altında ve yamaçlarında geçirimsizlik perdesi oluşturulması amacıyla yapılan enjeksiyon olup uzunluğu 300 metreye kadar ulaşabilmekte ve basıncı 40 bara kadar çıkabilmektedir.

Yapılış Yöntemlerine Göre ;

1. Tek Kademeli Enjeksiyon : Genellikle sıg enjeksiyon türleri olan kontak, konsolidasyon, temel ve rezervuar enjeksiyonlarında uygulanabilmektedir. Ancak jeolojinin çok karmaşık ve koşulların çok bozuk olduğu bazı formasyonlarda çok kademeli enjeksiyon da uygulanabilir.

2. Çok Kademeli Enjeksiyon: Değişik özelliklere sahip derin enjeksiyon yapılan projelerde tek kademeli enjeksiyon kesinlikle yetersiz kalmakta ve çok kademeli enjeksiyon yapılmasını gerektirmektedir. Çok kademeli enjeksiyonlar yükselen kademe ve alçalan kademe enjeksiyonları olarak ikiye ayrılabilir.

a.Yükselen Kademe Enjeksiyonu: Kuyu, istenilen derinliğe kadar delindikten sonra paker (paker) en alt kademelinin tam üst sınırına gelecek şekilde tutturulur ve enjeksiyonu yapılır. Bu kademelinin enjeksiyonu yapıldıktan sonra paker kademe

boyu kadar yukarı çekilerek bir üstteki kademenin enjeksiyonu yapılır ve bu işlem yüzeye kadar devam eder. Genellikle nispeten daha az çatlaklı ve iyi koşullara sahip formasyonlarda uygulanır.

b. Alçalan Kademe Enjeksiyonu: Formasyon koşullarının kötü olması ve pakerin tutturulamaması gibi durumlarda yukarıdan aşağıya doğru o kademenin enjeksiyonu yapılarak formasyon sağlamlaştırılır ve bir sonraki kademe delinir. Formasyon koşullarında iyileşme varsa kuyu istenilen derinliğe kadar delinir ve yukarıda bahsedilen yükselen kademe tekniği uygulanır.

Enjeksiyonda Kullanılan Karışım Maddelerine Göre;

1. Çimento Enjeksiyonu: Geniş bir kullanım alanı olan çimento (Portland çimentosu), enjeksiyonda da kullanılan maddelerin başında gelmektedir. Enjeksiyonun türüne, amacına ve kayacın özelliklerine göre çeşitli maddelerle karıştırılabildiği gibi sadece su ile karıştırılarak da kullanılabilir. Çimento+su, çimento+kıl+su, çimento+kıl+kaya tuzu, çimento+baca külü+su başlıca karışım şekilleridir. Çimento enjeksiyonunda ayrıca, enjeksiyonun gidişine göre prizi hızlandırıcı (CaCl_2 , NaCl_2 ve NaSiO_3), priz geciktirici (doymuş tuzlu su, karbonatlar, alçıtaşı, Fe ve Mg tuzları) ve diğer kimyasal maddeler kullanılabilir.

2. Kimyasal Enjeksiyon: Kimyasal enjeksiyon; şerbetin en yüksek mukavemet gösterecek ve formasyonun en ince süreksizliklerine kadar enjekte edilebilmesini sağlaması için çimento şerbetine kimyasal şerbet ilave edilmesiyle elde edilmektedir. NaSiO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_2$, H_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, gibi kimyasal maddeler çeşitli oranlarda karıştırılarak çeşitli kimyasal şerbetlerin yapılması mümkündür [12].

Barajların, perde enjeksiyonu derinliğinin tespiti için bir takım amprik formüller geliştirilmiştir. $d=1/3 \cdot h+c$ veya $d=1/2 \cdot h+c$ dir. Burada d=Perde derinliği (m), h=Deliğin üst kotundan barajın yüksekliği, c=10-25 arası değişir.

Büyük barajlarda ise genellikle baraj yüksekliği perde boyu olarak alınmaktadır. Perde derinliği de nehir yatağından yamaçlara doğru azalır [13].

İnşaat sırasında enjeksiyon işlemi üç önemli aşama göstermektedir:

1) Enjeksiyon deliklerinin açılması, 2) Enjeksiyon karışımının hazırlanması, 3) Enjeksiyon deliklerinden çatlaklı kayaya enjeksiyon şerbetinin basılmasından oluşur. Bu aşamaların uygulanmasında değişik metotlar ve bunların hangisinin tercih edilebilir olduğu hakkında farklı görüşler bulunmaktadır.

Enjeksiyon perdesinin oluşturulmasında enjeksiyon şerbetinden yararlanılmaktadır. Enjeksiyon şerbeti çimento, kum, bentonit ve diğer bazı kimyasallardan oluşan bir karışımdır. İdeal bir karışım, kayanın veya zeminin çatlaklarına kolayca pompalanabilecek nitelikte düşük viskoziteli, uniform ve duraylı olmalıdır. Fakat önemli basınç kayıpları olmaksızın uzun mesafeye yayılabilecek kadar da düşük viskozite istenmez. Çoğu uygulamalarda enjeksiyon şerbetinin bir kaç saat içerisinde prizlenerek devamlı kohezyona sahip bağlayıcı ile kuvvetli, geçirimsiz ve katı şekilde olması istenmektedir. Ayrıca maliyeti de kabul edilebilir olmalıdır. Karışıma giren maddelerin oranı projeye, kayanın cinsine, maliyete bağlı olarak yersel özellikler gösterir yani değişkendir ve belli bir kurala uydurulamaz. Uygulamada ince karışımdan, enjeksiyon basıncında pek veya hiç artma olmaksızın belli miktarlarda basıldığında karışım aşamalı olarak 4:1, 3:1 ve 1:1 'e doğru kalınlaşmaktadır. En kalın karışımın yoğunluğu genelde 1,68 g/cm³tür.

Enjeksiyon Perdesinin Yayılımı;

Enjeksiyon perdesinin baraj kretinde yanal uzanımı genel olarak 45 m civarındadır ancak topoğrafik şartlar ve borulanma potansiyeli nedeniyle sızma boyunun uzatılması istendiğinden, perde yamaçtan içeri doğru 50-100 m arası uzatılabilir. İlk olarak açılan enjeksiyon delikleri araştırma enjeksiyon delikleri olarak adlandırılır. Enjeksiyon perdesi güzergahında yaklaşık 40 m ara ile bulunurlar. Normal olarak derinlikleri 2/3H ile H arasındadır. H, enjeksiyon deliğinin açıldığı noktadaki hidrolik yüküdür. Ancak en az derinlik 45 metre olmalıdır. Delikler, NX çapında karotlu olarak açılmakta, 5 m 'lik kademeler halinde Lugeon tipi basınçlı su deneyleri yapılmaktadır [14].

Basınçlı su deneyleri veya Lugeon deneyindeki en önemli aşama, basınçlarının enjeksiyon basınçlarından düşük tutulması gerektiğidir. Ayrıca su deneylerinin artan ve azalan basınçlar halinde yapılması, zemin özelliklerinin araştırılmasını kolaylaştıracaktır. Örneğin: 2, 4, 6, 4, 2 bar şeklinde. Basınçlı su deneyleriyle aşağıdaki özelliklerin belirlenmesi mümkün olmaktadır.

- a) Zemindeki su kaçaklarının önlenmesi
- b) Kayacın eriyebilme özelliğinin belirlenmesi
- c) Kayacın enjekte edilebilirliği

Basınçlı su deneyleri sonuçları genellikle "Lugeon" olarak değerlendirilmektedir. Lugeon=1 metrelik kademede 1 dakikada 10 bar basınç altında geçen su miktarıdır.

Lugeon hesaplamalarında dikkat edilecek en önemli hususlardan biri, eğer basınç kuyu ağzında ölçülüyorsa, hidrostatik basınç yüksekliği packer ile manometre arasındaki hidrolik sürtünmeden dolayı oluşan basınç kaybı ile yeraltı tarafından oluşturulan karşı basıncın göz önüne alınması gerektiğidir.

Basınç kayıpları, sürtünme v.s. hesaplama dahil edildiğinde kayacın daha fazla geçirgen görüneceği açıktır. Permeabilitenin çok düşük olduğu yerlerde sürtünme ihmal edilebilir. Su deneylerinde sürtünme kayıplarını en çok kullanılan boruların iç çapları etkilemektedir.

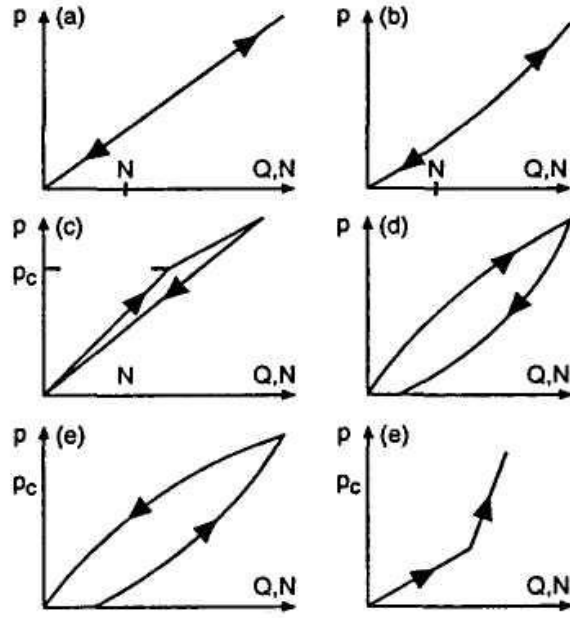
Genellikle yüksek lugeon değeri elde edilen kademelerde yüksek enjeksiyon alımları beklenmektedir. Ancak bu her zaman geçerli olmayabilir. Lugeon değerleri ile enjeksiyon alımları arasında her zaman doğru bir orantının görülmemesinin iki ana nedeni olabilir. Bunlardan birincisi jeolojik sebeplerdir. Kayaçtaki su yollarının genişliği ile sayısı farklı olabilir. İnce çatlaklı bir çok su yolu suyu geçirirken hiç enjeksiyon almayabilir. Ancak bir kaç geniş çatlak büyük oranda enjeksiyon karışımı alabilir. İkinci sebep ise teknikten kaynaklanmaktadır. Enjeksiyon, su testinden daha yüksek basınçta yapılmıştır ve bu daha yüksek basınç bir çok çatlak açabilir, bu da

yüksek enjeksiyon alımlarına neden olabilir [13].

Kimyasal olarak eriyebilir, kireçtaşı-dolomit gibi sert kayalarda geçirimsizlik tektonik gerilme yönüne ve şiddetine göre gelişen kırılım yönü ile kontrol edilmektedir. Böylece bir yönde pratik olarak sıfır kabul edilebilecek olan geçirimsizlik, diğer bir yönde çok yüksek değerlere ulaşabilir.

Günümüzde enjeksiyon işlerinde, kaya kütlelerinin geçirimsizliğinin bulunmasında en çok lugeon basınçlı su deneylerinden yararlanılmaktadır. Lugeon basınçlı su deneyleri kaya kütlelerinin geçirimsizliği hakkında kantitatif değerler vermektedir. Lugeon basınçlı su deneyleri, belli basınçlar altında deney zonunda kayaya nüfuz eden suyun debisini ölçmekten ibarettir. Bu deneylerden 10 bar basınç altında yapılabilecek lugeon deneyleri denir [15].

Lugeon değerlerinin elde edilmesi için akış tiplerine göre debi-basınç grafikleri çizilir ve bu grafikler yorumlanarak gerçek lugeon değeri bulunur. Aşağıda Şekil 3.1’de çeşitli akış tipleri gösterilmiştir [16].



- a) Laminar akış
- b) Turbülans akış
- c) Hidrolik Kırılma
- d) Eklemlerin Aşınması
- e) Eklemlerde Tıkanma
- g) Paker çevresinden kaçak ihtimali

P: Uygulanan Basınç, Q: Geçen su miktarı (lt/dak)

Şekil 3.1. Çeşitli akış tiplerinin gösterimi [16]

Fissürler (çatlak, kırık) içerisinde suyun akış mekanizması aşağıdaki faktörlerle kontrol edilmektedir:

- a) Süreksizliklerin doğrutuları ve pozisyonları
- b) Süreksizlik aralıkları
- c) Ortamın kırıklılık derecesi
- d) Çatlak genişlikleri
- e) Kırık ve çatlakların duvar yüzlerinin pürüzlülük durumları
- f) Çatlakların çeşitli materyallerle dolu olması
- g) Çatlaklar arasındaki zeminin geçirimsizliği [16].

Enjeksiyon işlemine başlarken dikkat edilmesi gereken en önemli temel sorular şu şekildedir;

- Hangi şerbet materyali,
- Hangi enjeksiyon basıncı,
- Hangi delik aralıkları,
- Hangi şerbet hacminde,

İstenilen sonuca ulaşacak ve istenilen sonuç yeterince ekonomik olacak mıdır? Bunların da açık bir şekilde cevaplanabilmesi için aşağıdaki soruların da ayrıca cevaplanması gerekmektedir.

- Enjeksiyon amacının belirlenmesi
- Enjeksiyonu yapılacak olan kaya kütlesinin özelliklerinin belirlenmesi
- Delme ve enjeksiyon ekipmanlarının ortaya konması gerekmektedir [17].

3.1.2. Ermenek Barajı ve HES, Genel Proje Bileşenleri

Ermenek barajı, beton kemer tipte baraj gövdesi, memba ve mansab batardoları, bir adet çevirme tüneli, 2 dolu savak tüneli, gövde altında 1 adet dipsavak yapısı, enerji tüneli ve santral binasından oluşmaktadır. Çizelge 3.2’de kemer barajın genel özellikleri verilmiştir [2].

Çizelge 3.2. Ermenek, Beton kemer barajının genel özellikleri [2]

<i>Baraj tipi</i>	İnce Beton Kemer
<i>Kret Kotu (m)</i>	700
<i>Talvegten Yükseklik (m)</i>	210
<i>Temelden Yükseklik (m)</i>	230
<i>Kret Uzunluğu (m)</i>	123
<i>Kret Kalınlığı (m)</i>	7
<i>Tabandaki Kalınlık (m)</i>	25
<i>Gövde Altı Temel Tıkacı Beton Kalınlığı (m)</i>	Min 20
Baraj Beton Hacmi (m ³)	272000
Temel Tıkacı Beton Hacmi (m ³)	40000
Baraj Kazı Hacmi (m ³)	363000

Ermenek projesinin belirli özelliklerinden dolayı, 210 m yüksekliğinde ince kemer bir baraj, çok dar bir vadiye yerleştirilmiştir.(Şekil 3.2) Baraj ekesei, Ermenek ofiyolitik melanji içerisinde çok büyük boyutlu olan üst Jura-Kretase kireçtaşı üzerindedir. Kireçtaşı, sert ve masif, fakat bir çok çözülmüş boşluklar içermektedir.



Şekil 3.2. Baraj Aks yerinin oturacağı sağ ve sol sahil genel görünümü

Kemer gövdenin memba ve mansab yüzeyleri elipslerden teşkil edilmiştir. Elipslerin parametreleri ve merkezleri polinomlarla belirlenmiş, bu polinomlar, kotlara göre değişen kontrol noktalarına bağlanmıştır [2].

Derivasyon Tesisleri

Nehrin derivasyonu 934.5 m uzunluğunda, 6.0 m iç çapında, beton kaplamalı atnalı kesitli bir tünel vasıtasıyla yapılacaktır. Tünel, vadinin sol tarafında bulunmaktadır.

Dipsavak Yapısı

Kati proje yerleşimine göre, baraj gövdesinin alt kısmına düşük seviyeli bir dip savak yapılması öngörülmüştür. Esas olarak 25 m yüksekliğinde, beton blok olan dipsavak yapısı, 490 m kotundaki temel tıkaçının üzerine, baraj gövdesinin alt kısmında oluşacak şekilde inşa edilecektir. Alt kotu, beton blok boyunca 510.5 m olan 45 m uzunluğunda 2 ayrı yatay konduvi dipsavağın esasını oluşturmaktır

Dolusavak Yapıları

Dolusavak tesisleri; seçilen baraj tipine, topografik ve jeolojik şartlara uyum sağlayacak şekilde sağ ve sol sahilde birer adet basınçlı tünel şeklinde projelendirilmiştir. Dolu savak tünellerinin birbirine benzer sağ ve sol dolusavak tünelleri şeklinde tertip edilmesi sayesinde, su jetleri vadi ekseninde çarpıştırılarak enerjinin kırılması ve jetlerin havalandırılmasıyla jetlerin çarpma bölgesine zarar vermesi önlenmiştir.

Enerji Sualma Sistemi

Enerji sualma sistemi sağ sahilde yerleştirilmiştir. Enerji tünelinin 645 m kotundan su alan bir giriş yapısı ve bir düşey şaftlı kapak yapısı vardır. Tünelin uzunluğu 8064 m ve iç çapı 5.6 m'dir. Tünelin ucunda 10 m çapında ve 134.4 m yüksekliğinde bir denge bacası bulunmaktadır. Şaftın çıkışında, tünel vana odasını geçtikten sonra, 1125 m uzunluğunda ve 4.7 m çapındaki çelik kaplamalı eğimli şaft ile santrale bağlanır.

Santral Binası

Dilatasyon derzleri ile birbirinden ayrılmış, herbiri 150 MW'lık kurulu güce sahip iki ünite bloğu ile montaj bloğundan oluşan Ermenek HES'in, barajın yaklaşık

olarak 9 km mansabında yapılması uygun görülmüştür. Binanın boyutları 32x56x41 m olup, 341.0 m kotunda Ermenek çayı kenarında, açıkta inşa edilmektedir.

Şalt Sahası ve Enerji Nakil Hatları

Ermenek çayı üzerinde derin bir vadi içerisine kurulacak olan Ermenek HES'na ait şalt sahası, santralin yaklaşık 100 m kuzey batısında, çayın sağ sahilinde harfiyat ve dolgu ile sağlanan 353.0 m kotunda bir platform üzerinde yer almakta olup boyutları 82.0 x192.0 m'dir [2].

3.1.3. Rezervuar ve Baraj Aks Yeri Morfolojisi

Proje alanı, büyük ölçekte morfolojik olarak transgressif Miyosen kireçtaşıdan oluşan bir vadi ile temsil edilir. Ermenek vadisi, platoda yeralan birimlerde aşındırılarak oluşturulmuştur. Platoda yeralan dik kireçtaşı şevleri, açık kahverengi renkli olup, yatay tabakalar ve çok sayıda karstik boşluk içermektedir. Ermenek vadisi oluştuktan sonra büyük heyelan ve kaya düşmeleri oluşmuş ve bunların parçalanmasıyla iri taneli talus malzemeleri oluşmuştur.

Üstteki devamlı ve düzenli yapının altında, vadinin morfolojisi oldukça düzensizleşmektedir. Büyük ölçekte proje alanında vadi, bir "U" şekilli kısım (rezervuar alanı aşağı kısım), "V" şekilli kısım (rezervuarın yukarı kısmı, baraj yeri ile Gezende gölü arasında kalan kısım) olmak üzere iki ana kısımdan oluşmaktadır. "U" şeklinde yaklaşık 2000 m genişliğinde olan kısım Oligosen öncesinde kalın marn çökellerinin de çökmesiyle paralel olarak oluşmuş olası bir graben yapısıdır. Rezervuar alanının aşağısında yeralan "U" şekilli kısım, genelde aktif erozyona uğramış marnlarla örtülüdür. Kireçtaşı blokları, nehir tarafından dik boğazlar şeklinde kesilmişlerdir. Bunlardan en önemlisi, baraj yerinde yer alan boğazdır. Burada boğazın yüksekliği yaklaşık olarak 200 m civarındadır, genişlik ise 500 m olan nehir kotunda 10 m, 600 m kotunda 35 m ve 700 m kotunda ise 82 m'dir. (Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5).



Şekil 3.3. Rezervuar alanının membadan genel görünüşü



Şekil 3.4. Mansaptan “V” şekilli görünüş



Şekil 3.5 Rezervuarın membadan görünüşü

3.1.4. Baraj Yeri ve Çevresinin Jeolojisi

Ermenek vadisi, kalınlığı 1000 m'yi bulan tektonostratigrafik birimlerden oluşmaktadır. Bu birimlerin çoğu alloktondur. Toros kuşağı orojenezine bağlı olarak gelişen hareketler Üst-Eosen sırasında meydana gelmiştir. Tersiyer öncesinde kalın denizel çökeller üst üste binerek kıvrılmış ve kısmen de yer değiştirmiştir. Kaydadeğer bir aşınmanın ardından, daha fazla bindirmeye maruz kalmadan sadece yükselim ile denizel transgresyona bağlı olarak marn ve kireçtaşları çökelmiştir. Dolayısıyla bu sedimanlar otokton olarak isimlendirilebilir. Orojenezden sonra bir erozyon periyodu oluşmuştur ve Ermenek vadisi bir aşınmaya uğramıştır. Daha sonraki yükselim hareketiyle denizel bir transgresyon oluşmuş ve kuşağın büyük bölümü aşağıya itilmiştir. Böylelikle baraj yerinin memba tarafındaki alanda geniş marn birikimleri, Görmel marnları (Yenimahalle fm. [4]) oluşmuştur (Şekil 3.6). Diğer kısımlarda ise Görmel marnları, sadece erezyona uğramış alanları kapsamaktadır. Görmel marnlarının birikiminin ardından, çökeltme şartlarındaki değişime bağlı olarak, kalın Ermenek kireçtaşları çökelmiştir. Tipik, Ermenek kireçtaşları tabakaları vadinin en üst kısmında devamlı ve yüksek falezler oluşturmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Görmel marnlarının mansab kısmına göre GB istikametindeki konumları



Şekil 3.7. Devamlı ve yüksek falezli Ermenek Kireçtaşları

Çeşitli jeolojik özellikler değerlendirildiğinde iki ana birim ortaya çıkmaktadır;

1) Bozkır Birliği;

Triyas sedimanları, esas olarak ince tabakalı kireçtaşı ve marn ardalanması,

orta kalın tabakalı kireçtaşı ardalanmalı marnlardan oluşmaktadır. Bu sedimanlar Erik vadisinde bulunmaktadır.

Bu Triyas sedimanları, gömülü olistolitlerden oluşan matriks halindeki bir melanj tarafından örtülmüştür. Bu matriks aşağıdan yukarıya doğru, fliş sedimanları, tabakalı kireçtaşları, silisli kireçtaşları, kuvarsitler ve ofiyolitlerden (spilitler, serpantinleşmiş peridotitler, gabrolar ve serpantinitler) oluşmuşlardır. Olistolitler ya izole olmuş dev bloklardan ya da matriks içerisine gömülü seri tabakalardan oluşmaktadır. Olistolitler çeşitli tip ve yaştaadır. Baraj yeri de bunlardan birinin üzerinde bulunmaktadır (Nadire fm'na [1] ait kireçtaşı olistolitleri). Bozkır birliğinin diğer belli başlı olistolitleri Ermenek ve Erik kuvvet tünelleri tarafından kesilmektedir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Baraj mansabında sağ sahil enjeksiyon perdesinin bağlandığı ofiyolitik melanj birimi

2) Bolkar Dağı Birliği;

Bolkar dağı birliği Bozkır Birliği tarafından örtülmüştür. İkisi birlikte büyük bir bindirme kıvrımını oluşturmaktadır. Bolkar birliği bu kıvrımın çekirdeğini, Bozkır ise kanatlarını oluşturmaktadır. Büyük kesme kuvvetlerinin etkisiyle, hem

kanatlar hem de çekirdek, az çok paralel hale gelmiştir ve batı-güneybatı istikametinde eğim kazanmıştır. Proje alanındaki Bolkar Dağı birliği Çimene olarak adlandırılmış olup Karbonifer'den Kretase'ye kadar değişen sediman gruplarından oluşmaktadır [1]. Kretase, Ermenek tüneli tarafından kesilmektedir. Bileşiminde, fliş sedimanları (kumtaşı, şeyl ardalınması) ve yüzlerce metre uzunluğundaki Triyas kireçtaşlarından oluşan büyük bloklar içeren bir melanj oluşumudur. Ek-1 ve 2' de Baraj yeri çevresinin jeolojisi gösterilmiştir.

3.1.5. Hidrojeoloji

Proje alanındaki hidrojeolojik şartlar, oldukça karmaşık olup jeolojik ve yapısal şartların da karmaşıklığını göstermektedir. Bununla birlikte proje alanında bir çok hidrolojik sistem ve akifer bulunmaktadır.

Ermenek kireçtaşı, bölgesel karakterli bir akifer oluşturmaktadır. Kireçtaşı kısmen çok karstiktir ve böylece su sirkülasyonu birleşen boşluklar ve süreksizliklerle de meydana gelmektedir. Ermenek kireçtaşı akiferi, Ermenek vadisini sınırlayan geniş plato üzerindeki yağışlarla beslenmektedir. Ermenek kireçtaşı, geçirimsiz yarı geçirimli Görmel marınları ve Fliş çökelleri üzerinde uyumsuz olarak bulunduğundan dolayı bazı büyük ve çok sayıda küçük kaynaklar, birimin alt sınırında ortaya çıkmaktadır.

Ermenek kireçtaşının geniş kireçtaşı olistolitleri üzerinde uyumsuz olarak bulunduğu yerlerde, altta bulunan olistolitler yeraltısuyu ile beslenebilirler. Altta bulunan, sürüklenmiş birimlerde, karakteristik bir akifer bulunmamaktadır. Olistolitler nispeten geçirimsiz kayalarla (fliş ve ofiyolitik hamur) sarılmıştır. Bu olistolitler, zayıf olarak beslenseler de bunların alt kısımları büyük bir olasılıkla doygunudur. Nispeten geçirimsiz fliş çökellerinde drenaj zayıftır ve su seviyesi muhtemelen yüksektir.

Gevşek malzemeli akiferler, göl alanının alt kotlarında (alüvyal taşkın sahası) olmak üzere vadi tabanında ve şev boyunca ortaya çıkmaktadır.

3.1.6. İklim ve Bitki Örtüsü

Proje alanının bulunduğu Göksu havzasında Akdeniz kıyı şeridi ile iç bölgelerin yer aldığı yüksek bölgeler arasında iklim açısından büyük farklılıklar bulunmaktadır. Ermenek nehri havzasının alt kısımlarında Akdeniz iklimi hakimdir. Membaya doğru gidildikçe, kot yükselir ve iklim, yükselen kotun etkisiyle soğur.

Havzadaki meteoroloji istasyonlarındaki ortalama yağış miktarları 500 mm ile 900 mm arasında değişmektedir. Ermenekteki yıllık ortalama sıcaklık, 11.8 °C ve maksimum yıllık sıcaklıklar, Temmuz ayında 39° C ve Ocak ayında -11.5° C olarak ölçülmüştür. Proje alanı, orta sıklıkla ormanla kaplıdır (çam, karaçam). Tarımsal aktiviteler gelecekte rezervuar olacak bölgede yoğunlaşmıştır [1].

3.1.7. Ermenek Barajı ve HES Enjeksiyon İşleri Metodolojisi

Enjeksiyon metodolojisinin temelinde, enjeksiyon karışımlarının hazırlanması, bu hazırlanan karışımların belli sıra ve sayıda istenilen yerlerde açılmış olan belli uzunluktaki deliklerden belli basınçlar altında basılmasının yöntemleri ve gerekli ekipmanların temin edilmesi yatmaktadır.

a) Geçirimsiz Perde Enjeksiyonu

Perde enjeksiyonu, barajın sağ ve sol yamaçlarında ve baraj temeli boyunca, Ek-3’de gösterildiği üzere, farklı kotlarda bulunan galerilerden ve açıktaki kaya yüzeyinden yapılmaktadır.

b) Kaya Temellerinin Konsolidasyon Enjeksiyonu

Baraj ve tünel beton yapılarının altındaki kaya temellerinin, çatlak, boşluk, derz, damar ve yarıkların doldurulmasıyla yapılan iyileştirme ve sağlamlaştırma enjeksiyonudur.

c) Kontak Enjeksiyonu

Tünellerin, shaftların, enjeksiyon galerilerinin veya yeraltı yapılarının kaplama betonunun tamamlanmasından ve enjeksiyon basıncını tutacak kadar yeterli mukavemet kazanmasından sonra, beton ve iksa elemanları arasında kalan boşluklar dahil, kaya ile beton arasındaki bütün boşlukların doldurulması için kontak enjeksiyonu yapılmaktadır.

d) Yeraltı Konsolidasyonu

Tünellerin, shaftların ve yeraltı yapılarının etrafındaki kayanın konsolidasyonu, tamamlanmış yapının içinden enjeksiyonla yapılmaktadır.

e) Derz Enjeksiyonu

Enjeksiyon boru sistemi döşenerek, beton kemer ve baraj gövdesinde ve derivasyon tüneli tıkaç beton yapılarının inşaat derzlerinin enjeksiyonudur.

3.1.7.1. Ekipmanlar, Enjeksiyon Karışım Malzemeleri, Delgi Sistemi, Permeabilite Deneyleri

1.Sondaj Ekipmanları

a. Sondaj Makinaları

Rotary tipte, su sirkülasyonlu, minimum 36 mm, maksimum 76 mm çaplarında, her eğim ve doğrultuda karotlu ve/veya karotsuz, her türlü zemin ve kayada en az 150 m en fazla 450 m derinlikte delik açabilen kapasitede DIAMEC 260, 262; WIRTH B0A, B1A elektrik motorlu sondaj makinaları kullanılmaktadır (Şekil 3.9 ve Şekil 3.10).



Şekil 3.9. Diamec-260 delgi esnasında



Şekil 3.10. Perde enjeksiyon kuyusunda enjeksiyon yapılırken (Wirth)

b. Karotlu Kuyu Ekipmanları

BQ, NQ, BQ, AQ tijler, buna uygun karotiyer ve HQ (Çapı 86 mm), NQ (Çapı 76 mm), BQ (Çapı 56 mm), AQ (Çapı 46 mm), Kesici Uç (Elmas), Wireline sistemi ve diğer bağlantı parçaları kullanılmaktadır

c. Karotsuz Kuyu Ekipmanları

HW, NW, BW, AW tijler, bunlara uygun Rock-Bit (Çapı 76, 60, 56, 46mm), Çatal-Bit (Çapı 76, 60, 56, 46 mm), Vidyeli Pilot Bit (Çapı 76, 60, 56, 46 mm) .

d. Basınçlı Su Deneyi Ekipmanı

Wireline orjinal çiftli paker (Çapı 44 mm, uzunluğu 3 m), gerektiğinde Pnomatik tekli paker (Çapı 54 mm, uzunluğu 1.5 m) bunlara uygun olarak NQ ve AW tijleri kullanılmaktadır.

Su Deneyi Seti;

d.1. Recorder (Basınç Kaydedici): 100 bara kadar kayıt yapabilen, hassas basınç grafik yazıcılı.

d.2. Manometre: 10-100 kg/cm² kadranına ve 0.5-1 atm. basıncı gösteren bölmelere sahiptir.

d.3. Su Saati: 1 lt'lik gösterge numaratörlü.

d.4. Diğer Bağlantı Elemanları: Vana, çek valf, manşon, nipel, T, dirsek, çelik telli su hortumu). İç çapları en az 1 inch ve en az 70 bara dayanıklı olmalıdır.

2. Enjeksiyon Ekipmanları

a. Enjeksiyon Pompası

ZB 150, 10 m³/h debili, minimum 50 kg/cm² çalışma basıncına sahip çift tesirli dubleks tipli, kum oranı %75'e varan oranlardaki karışım basıncı özelliğine sahiptir.

ZB 100 6 m³/h debili, minimum 100 kg/cm² çalışma basıncına sahip, çift tesirli dubleks tipli, kum oranı % 75'e varan oranlardaki kumlu karışımları basma özelliğine sahiptir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Enjeksiyon pompası

b. Mikserler

500 litre kapasiteli, 600 devir/dak, 6 adet, 200 litre kapasiteli 1500 devir/dak, 11 adet (Şekil 3.12). Mikserler karışımı 2 dakikada hazırlayıp homojen hale getirecek kapasiteye sahiptir.

c. Çalkalayıcılar (Agitatörler)

800 litre kapasiteli, 160 devir/dak, 9 adet, 350 litre kapasiteli, 160 devir/dak, 11 adet. Çalkalayıcılar 50 ve 8 nolu standart eleklerden geçmeyecek kum, kırıntı ve yabancı maddelerin enjeksiyon pompasına gitmesini önlemek için bir elek ile teçhiz edilmiştir (Şekil 3.12). Şekil 3.13'te ise ana enjeksiyon merkezinden gelen enjeksiyon şerbetinin galeri içinde ilk depolandığı istasyon (röle) görülmektedir.



Şekil 3.12. Agigatör ve mikser



Şekil 3.13. Galeri içi ana enjeksiyon istasyonu

d. Diğer Enjeksiyon Ekipmanları

d.1. Enjeksiyon Ana İstasyonu Sabit Ekipmanları (Çizelge 3.3, Şekil 3.14, Şekil 3.15)

Çizelge 3.3. Ana Enjeksiyon Merkezi Ekipmanları

Kuru Bentonit Silosu, 40 ton	1 Adet
<i>Kuru Bentonit Silosu, 50 ton</i>	<i>1 Adet</i>
Çimento Silosu, 120 ton	1 Adet
<i>Çimento Silosu, 75 ton</i>	<i>2 Adet</i>
Bentonit Çamur Tankı, 50 ton	3 Adet
<i>Su Tankı, 50 ton</i>	<i>2 Adet</i>
Kum Deposu, 100 ton	1 Adet
<i>Kimyasal Katkı Deposu, 15 ton</i>	<i>2 Adet</i>
Kompresör, 8 bar, 6 m ³ /h	2 Adet
<i>Helezon, 100 devir/dak</i>	<i>10 Adet</i>
Kantar 500 kg.	5 Adet
<i>Bunker 150 litre</i>	<i>5 Adet</i>
Bentonit Sirkülasyon Pompası, 30 lt/sn	2 Adet
<i>Bentonit Dozaj Pompası, 100 m³/h</i>	<i>2 Adet</i>
Kumanda Panosu min. 25 programlı	1 Adet
<i>Telefon Santrali, 12 Hatlı</i>	<i>1 Adet</i>
Telefon	1 Adet
<i>Otomatik Jeneratör, 500 kVA</i>	<i>1 Adet</i>



Şekil 3.14. Sağ sahil ana enjeksiyon istasyonu



Şekil 3.15. Sağ sahil ana enjeksiyon merkezi ana elemanları

d.2. Enjeksiyon Hortumları

İç çapı en az 1 inch, çelik telli, en az 70 bara dayanıklıdır (Şekil 3.16).

d.3. Enjeksiyon Tijleri

AW veya iç çapı 1 inch- 1/2 inch- 3/4 inch olan, dikişsiz çekme boru. Enjeksiyon tijleri minimum 70 bara dayanıklıdır (Şekil 3.17).



Şekil 3.16. Enjeksiyon hortumunun yerleştirilmesi

d.4. Paker

1 m uzunluğunda, tekli veya çiftli pnomatik paker (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Tekli pnömomatik paker (1 metre) ve Enjeksiyon tiji (AW)

d.5. Recorder (Basınç Kaydedici)

100 bara kadar kayıt yapabilen, hassas basınç grafik yazıcısı (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Basınç grafik yazıcısı (recorder)

d.6.. Manometre

10-100 kg/cm² kadrana ve 0.5-1 atm basıncı gösteren bölmelere sahip manometre (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Basıncın kontrolünü sağlayan manometre

d.7. Su Saati

1 lt'lik göstergedir ve numaratörlüdür (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Esas kullanım amacı basınçlı su testi olan su saati

d.8. Diğer Bağlantı Elemanları

Vana, çek valf, manşon, nipel, T, dirsek, çelik telli su hortumu (İç çapları en az 1 inch ve en az 70 bara dayanıklı).

d.9. Haberleşme Tesisatı

Telefon hattı ve yeterli miktarda telefon.

3. Kullanılacak Enjeksiyon Malzemeleri:

a.Çimento

TSE'nin UDK 669.94 TS-19 şartnamesine uygun olarak PÇ 42.5 normal Portland çimentosu.

b. Bentonit

TSE'nin UDK 622.36 TS-977 Tip 2 (Çimentoda kullanılan) şartnamesine uygun olarak Karakaya Bentoniti kullanılmaktadır.

c. Kum

Sert ve dayanıklı taşlardan oluşmuş, daneleri genel olarak yuvarlak veya kübik, ince ve orta irilikte, içindeki yabancı madde miktarı toplamı %5'ten az olan, yıkanmış dere kumu kullanılmaktadır. Kum, ağırlıkça 16 nolu (1.19 mm) elekten % 95'i, 50 nolu (0.297 mm aralıklı) elekten % 50 si geçecek; 200 nolu elekten (74 mikron aralıklı) elekten % 5'ten fazlası geçmeyecek özelliktedir. Kumun özgül ağırlığı 2 gr/cm³'ten büyüktür.

d.Su

Enjeksiyonda kullanılacak olan suyun temiz ve berrak olması gerekmektedir. Yağ, asit, alkali, odun, kömür ve diğer zararlı maddelerden arınmış olması gerekir.

e. Katkı Malzemeleri

e.1. Kimyasal Katkılar: Daracem 180, Daracem 141R/HC gibi süper akışkanlaştırıcı ve priz geciktirici; Daracel 525 priz hızlandırıcı.

e.2. Çimento ve Kil Karışımı: Daha çok karstik boşluklarda kullanılmaktadır. Kil malzemesini likit limiti %40'dan daha fazla ve plastisite indeksi %15'den fazla olacaktır. Killi malzeme 2 mm'den daha büyük elementler ihtiva etmemelidir. Kilin %35'ten fazlası 0.002 mm'den daha küçük elementlerden oluşacaktır. Kil, pülverize kuru durumda veya suyun içinde solüsyon durumunda olacaktır.

f. Kalafat Malzemeleri

Alçı, üstübü, ağaç kaması ve çabuk priz yapan skalalı çimento.

g. Enjeksiyon Malzemelerinin Temini ve Depolanması

Çimento, bentonit, toz halinde kapalı silobaslar ile temin edilip, enjeksiyon ana istasyonundaki kapalı silolarda depolanacaktır.

Kum, Ermenek çayından temin edilip, ana enjeksiyon istasyonunda 100 ton kapasiteli sahada depolanmaktadır.

Su, temiz ve uygun bir kaynaktan temin edilip, 4 inch'lik borularla ana enjeksiyon istasyonundaki 50 tonluk, iki adet siloda depolanmaktadır .

h. Karışım

Enjeksiyonda esas itibariyle, 1/1, 0.9/1 oranında su ve çimento, Daracem 180, Daracem 141R/HC, Daracel 525, kum, kil ve İdare tarafından belirlenecek olan diğer akışkanlar ve katkı maddelerinden meydana gelmektedir. İdare enjeksiyon karışımlarını, temel kayanın karakteristiklerine bağlı olarak enjeksiyon karışımlarında değişikliğe gidebilme yetkisine sahiptir.

Enjeksiyon işlemleri süresince, karışım, deneye tabi tutulmaktadır. Deneyde viskozite, çökelme limitleri, basınç mukavemeti, maksimum viskozite tayin edilerek ve sürekli olarak kaydedilmektedir. Deneyler, ana enjeksiyon merkezi istasyonundaki laboratuvar tesislerinde, iş için kullanılmak üzere hazırlanan gerçek karışımlar üzerinde yapılmaktadır. İdarenin talebi üzerine karışımların:

a. Çökme miktarı, 6 cm çapında 1 lt'lik kapta, (Şekil 3.21)



Şekil 3.21. Çökelme miktarı ölçme aleti

b. Viskozitesi Marsh Hunisi kullanılarak; (Şekil 3.22)



Şekil 3.22. Viskozite ölçmeye yarayan marsh hunisi



Şekil 3.23. Enjeksiyon karışımının özgül ağırlığını gösteren çamur terazisi

- c. Basınç mukavemeti, 18° C su içerisinde kürü yapılmış 5 cm'lik küplerin 7 ve 28 günlük kırma deneyleri sonunda;
- d. Hidrometri, Atterberg Limitleri, Priz süresi, Özgül Ağırlık deneyleri;
- e. Çimento deneyleri özgül yüzeyin ölçümüne (TS 24, ASTM C 204) özel dikkat gösterilerek;
- f. Bentonitin plastisite indeksinin belirlenmesinde AASHO Standartları No. T 89-68 ve T 90-70 kullanılarak;
- g. Kum için yapılacak olan deneyler TS 3530 ve ASTM C-136 standartlarına göre yapılmaktadır. Çizelge 3.4'de karışım oranları gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Ermenek Barajı saha laboratuvarı enjeksiyon karışım testleri

MIX No	Su/Çim	Çimento %		Yoğunluk (gr/cm ³)	Viskozite (Marsh)			Bleeding %		Rhomete		Mix Temp (°)
		Bent.	DAR. 180		V ₀	V ₁₅	V ₃₀	1 Saat	3 Saat	300	600	
M 101 a	1/1	0,5	1,2	1,51	31,9	32,0	32,3	1,0	11,0	12,0	24,0	24,0
M 101 b	0.9/1	0,5	1,2	1,59	36,8	38,0	39,1	2,0	8,6	22,0	44,0	22,0
M 102 a	1/1	1,0	1,2	1,52	33,7	34,7	34,7	3,5	11,0	13,0	26,0	24,0
M 102 b	0.9/1	1,0	1,2	1,56	35,8	37,3	38,0	1,0		19,0	35,0	22,0
M 103 a	1/1	0,5	0,8	1,52	31,6	-	31,8	3,1	17,0	13,0	26,0	24,0
M 103 b	0.9/1	0,5	0,8	1,52	32,3	33,4	34,1	4,2	15,0	14,0	27,0	22,0
M 104 a	1/1	1,0	0,8	1,51	34,2	34,6	34,8	1,5	4,0	19,0	32,0	24,0
M 104 b	0.9/1	1,0	0,8	1,53	35,7	36,2	37,0	0,1	1,8	21,0	35,0	22,0
M 105 a	1/1	0,5	0,6									
M 105 b	0.9/1	0,5	0,6									
M 106 a	1/1	1,0	0,6									
M 106 b	0.9/1	1,0	0,6									
M 107 a	1/1	0,5	0,4									
M 107 b	0.9/1	0,5	0,4									
M 108 a	1/1	1,0	0,4	1,51	35,7	36,1	36,7	1,8	4,0	23,0	37,0	22,0
M 108 b	0.9/1	1,0	0,4									
M 109 a	1/1	0,5	0,2									
M 109 b	0.9/1	0,5	0,2									
M 110 a	1/1	1,0	0,2									
M 110 b	0.9/1	1,0	0,2									
M1 111 a	0.9/1	1,0	1,0	1,53	34,6	35,7	36,3	1,0		20,0	34,0	22,0
M 111 b	0.9/1	0,8	1,0	1,57	31,0	32,7	32,7			14,0	24,0	
M 111 c	0.9/1	0,9	1,0	1,52	33,0	35,6	35,5			24,0	38,0	22,0
M 111 d	1/1	1,0	1,0									
M1 112 a	0.9/1	1,0	1,0	1,55	31,3	31,8	32,0			13,0	23,0	

4.Deliklerin Delinmesi

Kapsam ve Sınıflandırma:

Bütün enjeksiyon, drenaj ve araştırma delikleri, projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen lokasyon, meyil ve derinlikte delinmektedir.

a. Perde Enjeksiyon Delikleri

Delinecek delikler Ek-4’de gösterilmiştir. Deliklerin teorik pozisyonundan sapması uzunluklarının %3’ünden daha fazla olmamaktadır. Delikler su sirkülasyonlu rotary makinelerle açılmaktadır.

b. Araştırma Deliği Delinmesi

Enjeksiyondan önce kayanın durumunun veya enjeksiyondan sonra, yapılmış olan enjeksiyonun tesirini belirlemek amacıyla araştırma kuyuları delinecektir.

Kayada karot alınması, yumuşak veya kırılğan kayada maksimum verim alabilmek için elmas matkap kullanılarak, tekli ve çiftli karotiyer teçhizatıyla yapılmaktadır.

c. Enjeksiyon Deliği Delinmesi

Enjeksiyon delikleri, projelerde gösterilen lokasyon, doğrultu ve derinliklerde çapı minimum 46 mm olarak su sirkülasyonlu rotary metotla delinmektedir. Mansap batardo temelindeki perde enjeksiyonu delikleri ise buradaki topografik ve jeolojik koşullar göz önünde bulundurularak minimum 76 mm çapta delinmektedir.

d. Kontrol Deliği Delinmesi

Lokasyonu, meyilli ve derinliği, enjeksiyon işlemlerinin devamı sırasında İdare tarafından belirlenerek yukarıdaki b. maddesinde açıklanan araştırma delikleri gibi delinmektedir.

e. Konsolidasyon Enjeksiyonu Delikleri

Konsolidasyon enjeksiyon delikleri, çapı minimum 46 mm olacak şekilde, projede gösterilen lokasyonlarda sayısı, aralığı, meyili, derinliği, uygulanacak enjeksiyon basıncı ve karışımları kazı sırasında karşılaşılan kayanın yapısına, durumuna, yapılacak basınçlı su testi ve/veya diğer test ve deneylerin sonuçlarına göre belirlenmekte ve delinmektedir.

f. Drenaj Delikleri

Drenaj delikleri ancak, en az 50 m'lik çap içerisinde bulunan bütün enjeksiyon delikleri delinip, bunların enjeksiyonlarının bütün delik boyunca tamamlanmasından sonra açılmalıdır. Drenaj deliklerinin minimum çapları 75 mm olmalıdır.

g. Tünellerde ve Yeraltı Yapılarında Kontak Enjeksiyonu Delikleri

Beton kaplaması üzerinden veya çevredeki kayanın içerisine enjeksiyon maksadıyla açılan deliklerdir. Delgi işlemini kolaylaştırmak için beton üzerine klavuz borular koyulur. Minimum delik çapı 46 mm dir.

5. Permeabilite Deneyleri

Enjeksiyondan önce ve/veya enjeksiyondan sonra deliklerin çok iyi bir şekilde yıkanıp, kayanın geçirimsizlik özellikleri hakkında ve enjeksiyon başarısının kontrolü için permeabilite (basınçlı su testleri) yapılır.

a. Yıkama ve Basınçlı Su Deneyleri

Herhangi bir kuyuda, basınçlı su deneylerinin yapılmasından önce kuyunun her bir kademesinin en az 1 dakika süreyle yıkanarak, kuyu cidarındaki çatlak ve boşluklardaki materyallerin ve dolguların yıkanması gerekmektedir. Bu işlem 20 dakika sürer ve eğer su berraklaşmazsa yıkamaya son verilebilir. Yıkamada suyun dönüş hızının en az 60 cm/sn olması gerekir.

b. Basınçlı Su Deneyleri

Bütün kontrol kuyularında (ano başları, karotlu kuyular), alçalan kademeler halinde, kademe boyu 2 veya 5 metre olacak şekilde, uzunlukları 1 metreden az olmayan, wireline orjinal, çiftli paker ve gerektiğinde pnömatik tekli paker kullanılarak yapılmaktadır. Deneye başlamadan önce formasyon suya doymun hale getirilir. Daha sonra 3-6-10-6-3 kg/cm² veya derinliği az sağlam formasyonlarda ise 1-2-3-2-1 kg/cm²'lik basınçlar uygulanmaktadır. Uygulanacak olan her basınçta iki adet 5'er dakikalık ölçüm yapılacaktır. Şekil 3.24'de basınçlı su testinde kullanılan bazı ekipmalar gösterilmiştir.



Şekil 3.24. Pakerin su ile şişirilmesini sağlayan pompa



Şekil 3.25. Pnömatik çiftli paker

6. Perde Enjeksiyonu

a. Delgi Paterni (Düzeni)

Perde enjeksiyonları 36 m'lik anolarda, azalan aralıklar yöntemine göre yapılacaktır. Buna göre enjeksiyon paterni:

1. **Faz Kuyularında** (P) -36 m’de bir karotlu, basınçlı su testli;
2. **Faz Kuyularda** (S) -12 m aralıklı delgi;
3. **Faz kuyularında** (T) -6 m aralıklı delgi;
4. **Faz kuyularında** (Q) -3 m aralıklı delgi;
5. **Faz kuyularında** (F) -1.5 m aralıklı delgi şeklinde olacaktır (Ek-5).

Enjeksiyon Perdesinin yerleşim düzeni 4 farklı zon ve kotu kapsamaktadır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Enjeksiyon Galerilerinin Bulunduğu Kotlar

Galeri 1-2	Kot ,700-630 m
Galeri 2-3	Kot, 630-565 m
Galeri 3-4	Kot, 565-505 m
Galeri 4 altı	Kot <505 m

Perdenin ofiyolitik melanja bağlanma derinliği orta bölümlerde 5 m, sağ ve sol yamaçlardaki eğik bölümlerde ise 7 m’dir. Perde enjeksiyonunun iki sıra olduğu bölümlerde önce memba sırası daha sonra mansap sırasının enjeksiyon işlemleri yapılmaktadır. Enjeksiyon galerilerinde yapılacak perde enjeksiyon delikleri o galerilerin adı-perde sırası harfi, başlangıç km’si 0+000.00’daki kuyu 1 nolu kuyu olacak şekilde adlandırılmaktadır. (GR4-A1, GR4-A2,...;GL4-A1,GL4-A2...gibi). Perde enjeksiyon delikleri, 5 metrelik kademeler halinde, yükselen kademe yöntemine göre açılır. Eğer sondaj suyunun %70’inden fazlası delgi sırasında kaçarsa ve çok yıkıntılı bozuk zonlar mevcut ise o kademenin enjeksiyonu alçalan kademe yöntemiyle yapılır. Kademe delinir, enjeksiyonu yapılır ve prize bırakılır. Daha sonra kuyu, istenilen derinliğe kadar delinir ve yükselen kademe yöntemiyle yukarıya doğru enjeksiyonu yapılır. En üstteki kademenin enjeksiyonu 2.5-5 ve 0-2.5 m şeklinde yapılır.

b. Uygulanan Enjeksiyon Basınçları

Enjeksiyon basınçları, perde üzerindeki kaya kütleline göre oluşur. Enjeksiyon perdesinde uygulanan basınçlar, su tutulmasından sonra rezervuar tarafından

perdenin özel bölümlerini etkileyecek şekilde 1.5 kat mertebesindedir. (Çizelge 3.6, ayrıntıları Ek-4)

Çizelge 3.6. Perde enjeksiyonunun yapılacağı kademe enjeksiyon basınçları

Enjeksiyonu Yapılacak Kademe (m)	Uygulanan Enjeksiyon Basıncı (bar)
Galeri 1 (kot 700)-Galeri 2 (kot 630)	20
Galeri 2 (kot 630)-Galeri 3 (kot 565)	30
Galeri 3 (kot 565)-Galeri 4 (kot 505)	30
Galeri 4 (kot 505)-Flişe Kadar	40

Basınçlar, daima galerilerdeki enjeksiyon kuyusu ağzından ölçülen değerlerdir. Uygulanan efektif (etkin) basınçlar:

$$P_m = P_t \pm W \times \left(\frac{L}{10}\right) \times \cos a \quad \text{Eşitlik 1}$$

Formülü ile hesaplanmaktadır. Burada:

P_m: Manometre Basıncı (kg/cm²);

P_t: Etkin (Efektif) Basınç (kg/ cm²);

W: Şerbet yoğunluğu (gr/cm³)

L: Delik ağzı ile manometre arasındaki düşey mesafe (m)

a: Delik doğrultusunun düşeyle yaptığı açı (°)

c. Bağlantı Kuyuları (Perde Bağlantı Kuyuları)

Galeriler arasındaki enjeksiyon perdesi panellerinin birbirleriyle irtibatlandırılması amacıyla membaya doğru eğimli olarak açılan kuyulardır (Şekil 3.26). Bir üst galerinin enjeksiyonundan önce bir alt galerinin enjeksiyonunun bitirilmiş olması gerekmektedir. Perde bağlantı kuyularında alçalan kademe enjeksiyonu uygulanacaktır. Çizelge 3.7’de uygulanan basınçlar verilmiştir ve tüm

perde bağlantı ve perde kuyularının dizilimi ve uygulanan basınçlar ayrıntılı bir şekilde Ek-4’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Bağlantı kuyuları enjeksiyon basınçları

EnjeksiyonuYapılacak Kademe (m)	Uygulanacak Enjeksiyon Basıncı (bar)
0-1 m arası	2
1-3 m arası	5
3 m-kuyu sonu	10



Şekil 3.26. Perde bağlantı kuyusu delinirken

d. Kontrol ve Araştırma Kuyuları

İdarenin isteği üzerine, gerekli görülen yerlerde yapılan enjeksiyonun veriminin gözlemlenebileceği karotlu kontrol ya da araştırma delikleri açılacaktır. Perde enjeksiyonları ile ilgili olarak idarenin isteyeceği karotlu kontrol delikleri ve araştırma deliklerinin, delik tabanında minimum çapı 66 mm olacaktır. Kontrol deliklerinin basınçlı su deneylerindeki su kaçağı miktarları ;

$$Q/(P_T * L * t) \leq 0.1$$

Eşitlik 2

Formülü kullanılarak hesaplanacaktır. Burada;

Q : Kademedeki Toplam Su Kaçağı Miktarı (lt)

P_T: Deney yapılan kademedeki uygulanmış olan enjeksiyon basıncı (kg/cm²)

L: Deney Yapılan Kademenin Uzunluğu (m)

t: Deney Süresidir (dakika)

Şayet kontrol deliklerinde bir veya birkaç kademedeki su kaçakları 0.1'den büyük ise idarece gerekli görülen yerlerin perde deliklerinin arasına girilmesi gerekebilir.

7. Kontak Enjeksiyonları

a. Kontak Enjeksiyonları Delgi Örgüsü, Enjeksiyon Basıncı ve Ano Sistemi

Galerilerde kaplama betonu döküldükten sonra, projeye uygun olarak bırakılmış boru içerisinden minimum çapı 46 mm olan rotary tip, su sirkülasyonlu sondaj makineleri ile açılmaktadır. Uzunluğu, beton kalınlığından sonra kaya içerisine 15 cm girecek şekildedir. Kontak enjeksiyon delgileri, anolara uygun olarak tünel tavanından başlayarak saat ibresi yönünde numaralandırılarak isimlendirilir (GR3-Kn1, GR3-Kn2). Uygulanacak etkin basınç $P_T = 2 \text{ kg/cm}^2$ dir. Etkin basınç perde enjeksiyonunda hesaplandığı gibi hesaplanır. Kontak enjeksiyonunda anolar 12 m olup gerektiğinde daralan aralık yöntemi uygulanabilir.

b. Karışım Miktarları ve Kullanılacak Malzemeler

- 1) Ağırlıkça 1/1:su/çimento ile başlanır.
- 2) Basınçta yükselme yoksa 7/5 oranında, 4 mikser ver
- 3) Basınçta yükselme yoksa, 7/5+%25 Kum (Harç Enjeksiyonu)

- 4) Basınçta yükselme yoksa, 7/5+ %50 Kum, 20 mikser
- 5) Basınçta yükselme yoksa, 7/5+ %100 Kum, 20 mikser
- 6) Basınçta yükselme yoksa, 7/5+ %200 Kum, 20 mikser, refüye kadar devam edilir.

c. Refü (Doygunluk) Koşulu

10 dakikalık sürede kademe şerbeti yemiyorsa 1/3'lük ince karışıma geçilir. Ancak 20 dakika içerisinde delik, 1 lt/dak veya daha az şerbet yerse kuyu refü edilmiş sayılır ve başka deliğin enjeksiyonuna geçilir.

d. Kontrol ve Araştırma Kuyuları

Perde kuyularında uygulanan prosedürün aynısı kontak kuyularının kontrol kuyuları için de uygulanmaktadır.

8. Konsolidasyon (Sağlamlaştırma) Enjeksiyonu

Genel Koşullar

Konsolidasyon enjeksiyonunda, 36 metrelik ano sistemi uygulanır. Konsolidasyon enjeksiyonu, tünel ve galerilerde alt yarıdan başlar ve daha sonra üst yarıya geçilir. Konsolidasyon enjeksiyonu yapılacak 36 metrelik anoların kontak enjeksiyonlarının yapılmış olması gerekmektedir. Delikler, kontak enjeksiyonlarında olduğu gibi 46 mm çapında rotary yöntemle açılır. Şerbete, çimento oranının %5'i kadar bentonit ilave edilir. Kumlu karışımlara % 3 oranında CaCl_2 kullanılabilir.

Konsolidasyon enjeksiyonunda da refü şartları ve karışım oranları perde enjeksiyonu ve kontak enjeksiyonunda olduğu gibidir ve aynı prosedür uygulanmaktadır. Ancak sağlamlaştırma enjeksiyonunda karışım oranlarına başlanırken en ince karışım olarak şu prosedür uygulanır;

1. Çimento/su=1/3 oranındaki karışımla başlanır, 4 mikser verilir
2. Basınçta yükselme yoksa 2/3'lük karışımdan 4 mikser verilir,
3. Basınçta yükselme yoksa 1/1'lik karışımdan 4 mikser verilir,
4. Basınçta yine yükselme yoksa 1/1'lik karışımdan sonra kontak enjeksiyonundaki karışım ve refü prosedürü aynen uygulanır [18].

3.2. METOT

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma, 1/25000 ölçekli Alanya O29 c3-c4 paftalarının içerisine girmektedir. Çalışmalar başlıca 4 ana kısımdan oluşmaktadır:

- 1) Saha öncesi çalışmalar
- 2) Saha çalışmaları
- 3) Laboratuvar Çalışmaları
- 4) Büro çalışmaları ve tez yazımı

1) Saha öncesi çalışmaları;

Saha öncesi çalışmalar, Ermenek Barajı ve HES ile ilgili daha önceden yapılmış olan jeolojik ve mühendislik çalışmalarının incelenmesi ve enjeksiyon konusu hakkında literatür taraması yapılması çalışmalarıdır. İnternette ve proje sahasına yapılan ön araştırma gezilerinden Ermenek projesi ile ilgili bir çok kaynak, harita ve çizimler incelenmiştir. Çeşitli literatürlerden yararlanılarak özellikle enjeksiyon perdesi hakkında ayrıntılı ön bilgiler elde edilmiştir.

2) Saha Çalışmaları

Saha çalışmalarının tamamına yakını Ermenek baraj şantiyesinde yürütülmüştür. Arazi çalışmalarında, bölgenin jeolojisi ile ilgili olarak, enjeksiyon perdesinin de içerisinde olduğu jeolojik birimler incelenerek, rezervuar alanının jeolojik yorumları, E.İ.E'nin [1] daha önceden hazırlamış olduğu jeolojik harita ve

kaynaklardan yararlanılarak yapılmıştır. Arazi çalışmalarının diğer önemli kısımları ise galeri içi jeolojik haritalamaları ve halen güncel olarak da devam etmekte olan galerilerdeki enjeksiyon işlerinin takip edilmesidir. Enjeksiyon perdesinin oluşturulma aşamaları, düzenli bir şekilde galerilere gidilerek uygulama sırasında alınan notlar ve gözlemlerle açıklanmıştır. Ayrıca karot sahasında da çalışmalar yapılmış ve galerilerden gelen karot numunelerinden, yeraltı jeolojisinin açıklanması için karot tanımlamaları yapılmıştır.

3) Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, enjeksiyon işlerinin kontrolünün sağlanması için belli periyodik aralıklarla laboratuvarda yapılmış olan enjeksiyon deneme karışımlarının yapılması ve sonuçlarının irdelenmesi ve elde edilen numuneler üzerinde tek eksenli basınç numuneleri üzerinde yapılan deneyleri kapsamaktadır.

4) Büro Çalışmaları ve Tez Yazımı

Büro çalışmaları tez çalışmalarının diğer önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Gerek düzenli olarak elde edilen enjeksiyon verileri ve gerekse diğer saha gözlemleri büro çalışmaları ile desteklenmiştir. Elde edilen veriler ışığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkarılmıştır.

- 1) Baraj yeri ve çevresinin E.İ.E. [1] tarafından yapılmış olan jeolojik haritası revize edilerek yeniden çizilmiştir.
- 2) Enjeksiyon alışı verileri düzenli olarak Microsoft Excel® 2003 programına aktarılmış ve gerekli grafikler yazılan makro programıyla düzenli olarak elde edilmiştir.
- 3) Lugeon basınçlı su deneyi sonuçlarından elde edilen verilerle, her bir kuyu kademesinin lugeon değerleri ve akış tipleri çıkarılmıştır.

- 4) Her kuyu kademesinin ortalama enjeksiyon alışları, akış tiplerine karşılık gelen lugeon değer aralıkları grafikleri çizilmiş böylece akış tiplerine karşılık gelen lugeon kategorilerindeki enjeksiyon alış miktarları çıkarılmıştır.
- 5) Ortalama enjeksiyon alışlarına göre ortalamadan sapma miktarları herbir kademe için gösterilmiştir.
- 6) Lugeon verileri her bir enjeksiyon fazı için (P,S,T,Q,F) , Surfer[®] 7.0 ve AutoCad[®] 2005 paket programları kullanılarak kontur diyagramlar şeklinde gösterilmiştir. Böylece perde eksenini boyunca hangi bölümlerde yüksek alışlar olduğu görülebilmekte ve enjeksiyonun perdenin hangi bölümlerinde hangi başarı aşamasında olduğu ortaya koyulabilmektedir.
- 7) Galeri içi jeolojik harita çalışmalarından ve karot tanımlamalarından elde edilen sonuçlar Autocad[®] 2005 programında, enjeksiyon perdesi üzerine metre metre işlenmiştir. Ayrıca galeri kesitleri üzerine işaretlenen doğrultu ve eğimlerden görünür eğimler hesaplanarak tüm ana çatlak ve fayların doğrultuları uzatılarak üst galerilerle bağlantısı olanlar birleştirilmiştir. Böylece tüm çatlak ve ana fay sistemleri ortaya koyulmuştur.
- 8) Tüm lugeon, enjeksiyon alış ve galeri içi jeolojik haritaları şakıştırılarak enjeksiyon alışları ile formasyon arasındaki ilişki araştırılarak belli bir model oluşturulmaya şalışılmıştır.
- 9) Elde edilen tüm verilerin “Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans ve Doktora Tezleri Yazım Kuralları Yönergesi”ne uygun olarak düzenlenmesi ve tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. PERDE GÜZERGAHI VE TEST PANELLERİ

Ermenek Barajı enjeksiyon perdesi çalışmaları sağ ve sol yakada ofiyolit içerisinde blok olarak kabul edilen dev boyutlu kireçtaşı içerisinde yürütülmektedir. Sağ ve sol sahilde dörder adet enjeksiyon galerisi üst üste çıkışacak şekilde tertip edilmiştir. Her bir galeri enjeksiyon perdesi ile birbirlerine bağlanmıştır. En alt GR4 ve GL4 galerileri ise geçirimsiz olarak kabul edilen ofiyolitik melanja bağlanmıştır. Perde güzergahları ve başlıca enjeksiyon galeri kot ve uzunlukları şu şekildedir:

- Sağ Sahil enjeksiyon galerileri dönüş noktası olan 340. metreye kadar K22B yönüyle başlar ve dönüş noktasından itibaren K77D yönüyle devam eder. Sağ sahilde 4 galeri mevcut olup, tam üst üste çıkışacak şekilde 700 m (GR1), 630 m (GR2), 565 m (GR3) ve <505 m (GR4) kotlarına yerleştirilmiştir.

- Sol Sahil enjeksiyon galerileri ise K45B (Kuzey yönünden 45° Batı) yönündedir (Ek-6). Sol sahildeki galeriler de sağ sahil gibi üst üste çıkışacak şekilde 700 m (GL1), 630 m (GL2), 565 m (GL3) ve <505 m (GL4) kotlarına yerleştirilmiştir.

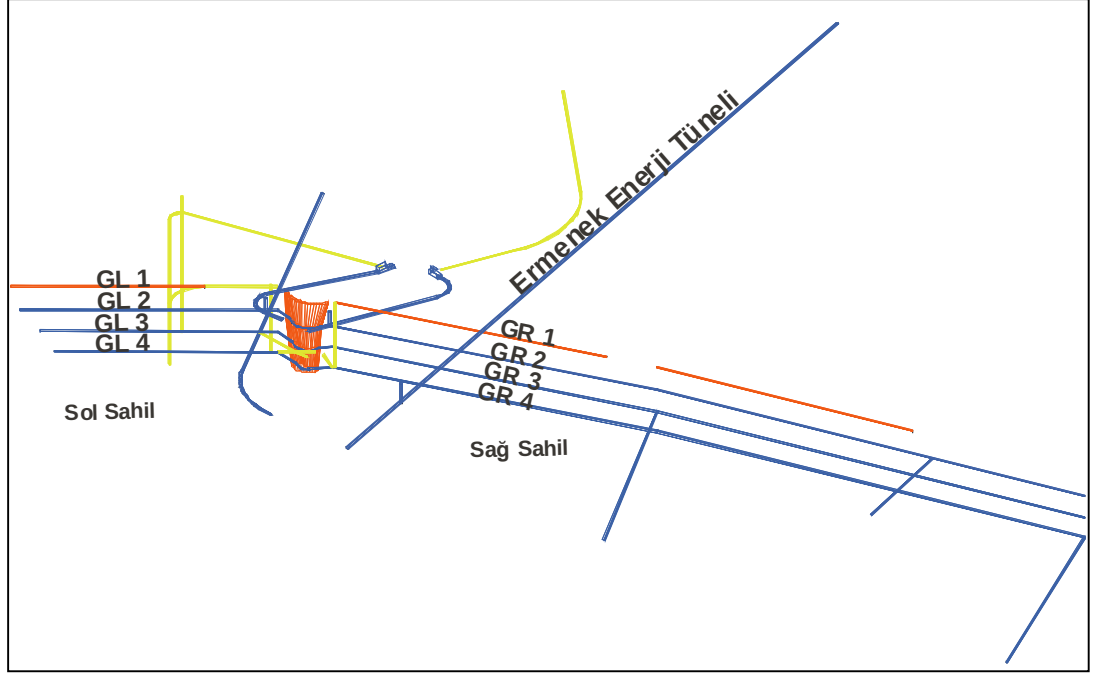
- Galeri uzunlukları ise şu şekildedir:

GR1:1461,38 m, GR2:1429,49 m, GR3:1373,43 m, GR4:1283,0 m

GL1:519,00 m, GL2:526,03 m, GL3:464,02 m, GL4: 427,12 m

Sağ sahil enjeksiyon perdesi güzergahı kesin projede uygulama projesinden farklıdır. Kesin projeye göre sağ sahil enjeksiyon perdesinde 340. metreden itibaren herhangi bir çevrilme olmaksızın K22B yönünde devam etmektedir (Şekil 4.1) ve Görmel Marnları [1] içerisinde askıda kalacak şekilde dizayn edilmiştir. Ancak gerek jeolojik incelemeler ve gerekse sondajlar sonucunda geçirimsiz olarak düşünülen ofiyolitik melanj birimine rastlanılmamıştır. Bu şekilde askıda kalarak riskli bir

durum oluşturacak olan enjeksiyon perdesi 340. m'den itibaren K77D'ya çevrilerek kesin olarak geçirimsiz olarak kabul edilen ofiyolitik melanja bağlanmıştır (Ek-6).



Şekil 4.1. Ermenek Barajı enjeksiyon galerileri genel izometrik görünümü

Test panelleri, enjeksiyon işlerinin kontrolü için özel olarak tasarlanmıştır. Test panellerinin ana amacı; yapılmış ve yapılmakta olan enjeksiyon işlerinin kontrolünü sağlamaktır. Test panellerinden elde edilen enjeksiyon başarısı, tüm perde için referans oluşturacak niteliktedir. Test panelleri sağ sahilde, GR4 ve GR3'de projelendirilmiş olup GR4'de Test paneli 1-2 ve GR3'de Test Paneli-3 olarak bulunmaktadır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Sağ Sahil Test panelleri uzunluk ve derinlikleri

Test Paneli	Galeri	Başlangıç	Bitiş	Uzunluk (m)	Derinlik (m)
1	GR4	AP-540	AP-612	72	<240
2	GR4	AP-180	AP-288	108	<260
3	GR3	AP-108	AP-180	72	62

4.2. ENJEKSİYON PERDESİ JEOLJİK VE JEOTEKNİK ŞARTLARI

Ermenek Barajı enjeksiyon çalışmaları, fliš tipi kayaçlardan oluşan matriks içerisine gömülü allohton konumlu kireçtaşı olistolitleri içerisinde yürütülmektedir. Kireçtaşı olistoliti içerisinde eklem ve faylanmanın da etkisiyle bir çok karstlaşma meydana gelmiştir. Karstlar ve eklem ara boşlukları, genel olarak kırmızı kil dolgulu olup yer yer dolgusuz da olabilmektedir. Yeraltı suyu gözlemlerine ve yapılan ölçümlere dayanılarak kireçtaşı kütlelerinin geçirirmliliğinin çok yüksek (10^{-3} m/s) olduğu görülmüştür [1].

Özellikle sağ sahilde F2 fayı [1] olarak adlandırılan ana fay ve ona bağlı olarak gelişmiş paralel fay, kırık ve ezik zonlar, sağ sahilde, perde dönüş noktasına yakın bir alanda kaya kütlelerini kesmektedir. F2 fayı, kaya kütlesi içerisindeki ana süreksizlik olup, bu fay ve ona paralel gelişen faylar ile çatlak sistemleri bir çok karst ve aşırı kırıklı-ayrışmış bozuk zonlar meydana getirmiştir. Bu bozuk zonlar ve karstlar sağ sahildeki, ana su yollarını oluşturması bakımından çok önem arz etmektedir. Yapılan saha incelemeleri ve çizilen galeri içi jeolojik haritaları sonucunda F2 fayının diğer tüm fayları kestiği görülmüştür. Böylelikle, F2 fayı en genç fay olarak nitelendirilebilir [1].

Galeri içi jeolojik haritaları sonucunda, özellikle 0+340. metreye kadar karstlar genellikle dolgulu değildir. Dolgusuz boşlukların bulunması ise enjeksiyonun etkinliği bakımından özellikle sıkışmış dolguya sahip çatlak ve boşlukların enjeksiyonuna göre çok daha olumlu bir durumdur.

Ofiyolitik melanj, kısmen bozunmuş diyabaz oluşuklarını içeren, başlıca fliš tipi kayaçlardan (konglomera, kumtaşı, silt taşı, kil taşı) oluşmaktadır. Melanj, ayrıca tabakalı veya yeniden kristalleşmiş kireçtaşı bloklarını ve serpantinileri de içermektedir. Hidrojeolojik açıdan düşünüldüğünde bu farklı birimler ana kireçtaşı kütlelerine hemen hemen paralel uzanmaktadır ve böylece tüm melanj kütlesi geçirimsiz olarak kabul edilebilir [19].

4.3. ANA SÜREKSİZLİK İNCELEME SONUÇLARI

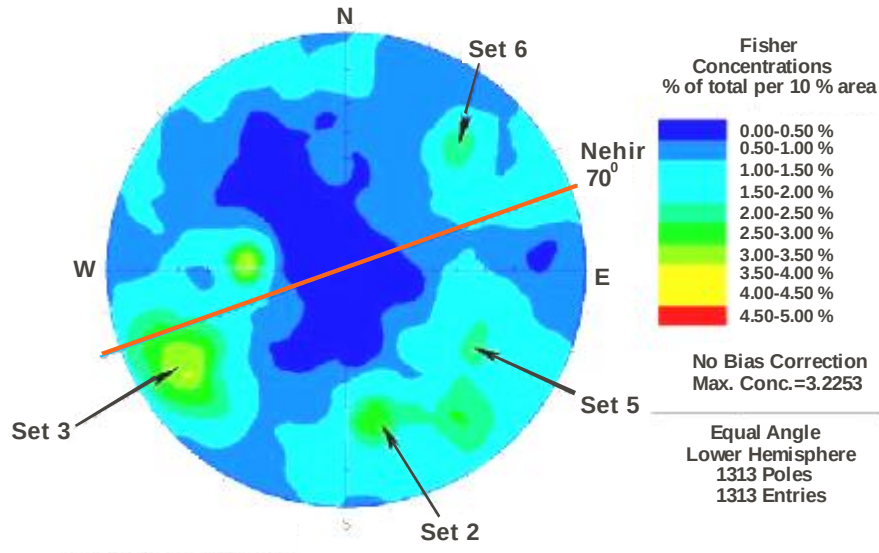
Baraj temelini oluşturan kireçtaşı kütlelerini, başlıca iki ana eklem yönelimi etkilemektedir. Eklem Takımı 3 ile temsil edilen birinci yönelim, boğazın gidişi ile hemen hemen dik açı yapacak şekildedir. İkinci eklem takımı ise vadiye hemen hemen paralel olup Eklem Takımı 5 ile temsil edilmektedir.

Kati projeye göre başlıca eklem takımları Çizelge 4.2’de tanımlanmıştır.

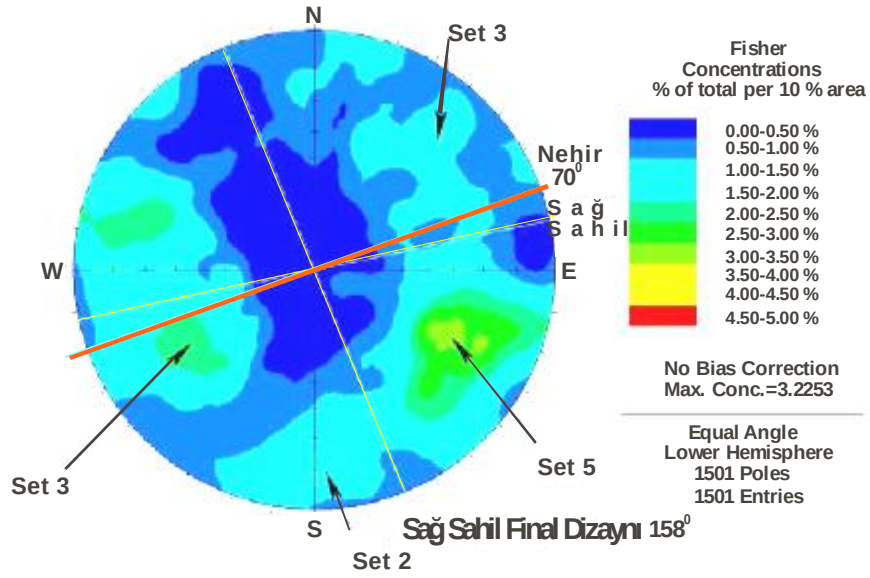
Çizelge 4.2. Kati projeye göre başlıca eklem takımları tablosu.

Eklem Seti	Eğim Yönü	Eğim açısı	Yorumlar
3	55	70	Karst
2	343	80	
5	314	60	Karst
6	187	54	Az Önemli

Sağ ve sol sahildeki süreksizliklerin yönelimleri bazı benzerliklere sahip olmasına rağmen yine de ayrı ayrı ele alınmalıdır. Süreksizliklerin, eklemler ve faylar gibi tüm çeşitlerinin istatistiksel yönelimleri sol ve sağ sahil için sırayla Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Sol sahil genel eklem yönelimi



Şekil 4.3. Sağ sahil genel eklem yönelimi

4.4. ENJEKSİYON İŞLERİ GENEL DEĞERLENDİRME AŞAMALARI

Tez kapsamında enjeksiyon işleri, temel kayanın yapısal ve hidrojeolojik özelliklerinin ortaya konması ve bu özelliklerin değerlendirilerek yorumlanması şeklinde tasarlanmıştır.

Araştırmalar sonucu elde edilen veri girdileri, lokal olarak GR3 galerisi üzerinde yoğunlaştırılmış olmasına rağmen bazı grafik ve yorumlarda tüm galerileri kapsayacak şekilde yapılmıştır.

İzlenmiş olan aşamalar başlıca şu 6 kısmı kapsamaktadır;

- 1) Galeri içi jeolojik haritaların yapılması ve bu haritalardan yararlanarak genel kaya kütle sınıflaması yapılması
- 2) Karot tanımlamalarının yapılması (Test Paneli-3 ve GR3)
- 3) Enjeksiyon alışlarının değerlendirilmesi
- 4) Basınçlı su testlerinin yorumlanması
- 5) Kireçtaşı kütlesi genel mühendislik - yapısal özellikleri, basınçlı su testi sonuçları ve enjeksiyon alışları arasında ilişki kurulması
- 6) Tüm elde edilen sonuçlara göre genel değerlendirme yapılmasıdır.

• Enjeksiyon Perdesinin Oturduğu Kireçtaşı Kütlesinin Genel Mühendislik ve Yapısal Özellikleri:

Hem RMR [20] hem de Q [21] sınıflandırma sistemi, barajın temel ve yamaçlarını oluşturan kireçtaşı için iyi kaya şartlarını göstermektedir. Sık olarak süreksiz eklemler içermesine rağmen kireçtaşı, devamlı ve belirgin eklemler yönünden az-orta eklemliler olarak kabul edilebilir. Vadinin her iki yüzü de duraylıdır.

Boşluklar (iletici) gibi karstik özellikler, baraj temelinde mevcuttur. Karstlaşma ayrıca vadi yüzlerindeki ana eklemlerin genişlemesi şeklinde de görülmektedir. Galeri gözlemleri, karotların incelenmesi ve basınçlı su testi sonuçları göstermiştir ki karstlaşma daha çok vadi civarında gelişmiştir. Bu durum da vadinin

o bölgede oluşmasının sebepleri arasındadır. Derinlere doğru inildikçe, karstik boşluklar aşağı yukarı sistematik bir hal almakta ve kırmızımsı plastik-kil dolgu ile dolu bulunmaktadır (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5) [1].

Çizelge 4.3. Nadire kireçtaşı olistolitinin genel özellikleri [1]

Tipi	İnce taneli kireçtaşı
Tek eksenli basınç dayanımı	80-120 Mpa
Çekme gerilmesi	8-12 Mpa
Uygun olmayan bileşenler	Yer yer küçük boşluklar, 0.5-5 cm çapında
Ultrasonik hız (Vp)	5800-6500 m/s
Ultrasonik hız (Vs)	2800-3200 m/s
Özgül ağırlık	2.4-2.6 g/cm ³

Çizelge 4.4. Kaya kütlesi genel sınıflama parametreleri [1]

Eklem Derecesi (devamlı eklemler)	Az-orta eklemli
RQD	% 70-95
Karstifikasyon	Yer yer içi kil dolgulu büyük boşluklar. Karstik erime ile genişlemiş devamlı eklemler. Bu eklemler, ikincil kil ve kireçtaşı molozu ile dolmuş
Damarlar	Yok
E-modülü	10-15 Gpa
Deformasyon modülü	6-10 Gpa
Ana süreksizlikler boyunca Sürtünme açısı	35-45°
Geçirimsizlik	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁶ m/s yer yer 10 ⁻² - 10 ⁻³ m/s

Çizelge 4.5. Nihai tasarıma ve farklı kırıklılık dereceleri ile hesaplamalara göre Nadire kireçtaşı için kaya kütlesi parametresi tablosu [22]

Kaya Tipi		Birim	NA1	NA2	NA3
			Nadire Kireçtaşı	Nadire Kireçtaşı	Nadire Kireçtaşı
			Kapalı Eklemler	Açık Eklemler	Kırılmış
Kaya kütlesi tanımı	Kaya mukavemeti	Mpa	80-140	80-140	80-140
	RQD		82	82	60
	Süreksizlik aralığı	m	1	1	0.3
	Süreksizlik sürekliliği	m	1-3	1-3	3-10
	Süreksizlik ayrılması	mm	yok	>5 mm	>5 mm
	Süreksizlik pürüzlülüğü		pürüzlü	pürüzlü	az pürüzlü
	İç dolgu	mm	yok	hafif dolgu >5mm	hafif dolgu >5 mm
	Ayrışma		hafif ayrılmış	hafif ayrılmış	hafif ayrılmış
	Yeraltı suyu		kuru	kuru	kuru
RMR (kuru) Bienawski'ye göre			80	68	55
GSI HOEK'a göre			75	63	50
Sürtünme açısı, Ø		[°]	54	54	51
Kohezyon, c		kPa	2700	1400	800
E-Modülü		GPa	35	17	8

Bu değerlendirmelerin de ışığında daha önceden belirtilen **6 aşamanın** uygulama sonuçları şu şekildedir;

4.4.1. Galeri İçi Jeolojik Haritaların Değerlendirilmesi ve Genel Kaya Kütle Sınıflamaları

Ek-7'de galeri içi jeolojik haritaların sonuçları enjeksiyon perdesi kesiti üzerinde gösterilmiştir. Buna göre GR3 civarındaki kaya kütlelerinin sınıflamasında 3 ayrı kategoride değerlendirme yapılmıştır. Çizelge 4.6'da genel özellikler verilmiştir;

Çizelge 4.6. Kireçtaşı olistoliti için genel kaya kütle sınıflaması

Litoloji ve Yaş	Gri-Bej renkli, Jura-Kretase (Mesozoyik) jeolojik zaman dilimine ait, yer yer çört içeren kireçtaşı.
Yeraltı Suyu Durumu	Kuru, nemli
Yapısal Özellikler	Faylı, kırıklı ve yer yer az-orta eklemli, masif, genellikle geniş aralıklı, küçük-orta kıvrımlı, tabakalar ilksel konumunu kaybetmiş
Mühendislik Özellikleri	Sert, Dayanımlı, Ortalama Tek Eksenli Basınç Dayanımı 80-140 Mpa
Kazı Metodu	Patlatma
Geçirgenlik	10^{-3} ile 10^{-2} m/s, orta-yüksek geçirgen

GR3 ve GR4 galerileri için genel olarak 3 tip kaya kütle sınıfının tanımlanması mümkündür. Bunlar ;

- Az-orta eklemli ve eklemlerin kapalı olduğu genellikle masif ve geçirgenliği düşük kaya kütlesi (N-1, Çizelge 4.7)
- Orta-yüksek eklem sıklığında, eklemlerin genellikle açık, iç dolgusunun >5 mm veya hiç olmadığı, kaya kalitesinin biraz düştüğü, az-orta çatlaklı- kırıklı kaya kütlesi, geçirgenliği orta kaya kütlesi (N-2, Çizelge 4.8)
- Özellikle F2 ana fayı ve bu ana faya bağlı gelişen paralel faylar ve eklemlerin de etkisiyle yüksek derecede kırıklı (RQD<25 [23]), orta-yüksek karstlaşmaya sahip, >5 mm'den fazla iç dolgu içeren (kırmızı kil, fay breşi, sarı-kahverengi ve yeşilimsi kil), geçirgenliği yüksek kaya kütlesi (N-3, Çizelge 4.9)

Çizelge 4.7. N-1 Kaya tipi için kaya kütle sınıflaması

N-1 Kaya tipi için RMR puanlama sistemi;	Puan
Tek Eksenli Basınç Dayanımı : 80-140 Mpa	12
Kaya Kalite Değeri, RQD: 50-75	13
Süreksizlik aralığı: 0.6-2 m	15
Süreksizlik Durumu: Ayrılma yok, sert eklem yüzeyi, iç dolgu yok	30
Yeraltı Suyu Durumu: Kuru	15
Tünelde Süreksizlik Eğim ve Eğim Yönü Etkisi	-5
TOPLAM	80-İyi Kaya

Çizelge 4.8. N-2 Kaya tipi için kaya kütle sınıflaması

N-2 Kaya tipi için RMR puanlama sistemi;	Puan
Tek Eksenli Basınç Dayanımı : 80-140 Mpa	12
Kaya Kalite Değeri, RQD: 50-75	13
Süreksizlik aralığı: 0.6-2 m	15
Süreksizlik Durumu: Sürtüme izli yüzeyler, fay dolgusu	10
Yeraltı Suyu Durumu: Nemli	10
Tünelde Süreksizlik Eğim ve Eğim Yönü Etkisi	-5
TOPLAM	55-Orta Kaya

Çizelge 4.9. N-3 Kaya tipi için kaya kütle sınıflaması

N-3 Kaya tipi için RMR puanlama sistemi;	Puan
Tek Eksenli Basınç Dayanımı : 80-140 Mpa	12
Kaya Kalite Değeri, RQD: 25-50	8
Süreksizlik aralığı: <0,6 m	5
Süreksizlik Durumu: Yumuşak fay dolgusu > 5 mm kalınlıkta veya açık eklemler	0
Yeraltı Suyu Durumu: Nemli	10
Tünelde Süreksizlik Eğim ve Eğim Yönü Etkisi	-5
TOPLAM	30-Zayıf Kaya

Çizelge 4.10'da, km'lere göre kaya kütle sınıflamaları incelendiğinde F2 fayı ve bu faya bağlı olarak gelişen fay ve eklemlerin etkisiyle 0+165. metreden sonra Tip-2'den Tip-3'e geçiş yapmaktadır. Yani kaya kütle sınıfı düşmektedir. Ayrıca Çizelge 4.11'de ise eklem ara mesafeleri, Çizelge 4.12'de karst yoğunluğu gösterilmiştir. Buna göre 0+036 m ile 0+108 m'ler arası iyi kaya koşullarını gösterirken 0+108 m'den itibaren kaya kütlelerinde F2 fayının da yoğun etkisiyle birlikte kaya kütle tipinde düşme olduğu açıktır. Ayrıca 0+036 m'den 0+108 m'ye kadar süreksizlikler genellikle az-orta eklem sıklığında ve az veya hiç dolgu içermeyen az ayrılmış eklem yüzeyine sahip eklemlerden oluşmaktadır.

Çizelge 4.10. GR3 Galerisinde 30-1040 m’ler arası kaya kütle sınıfları

GR3	
Kaya Kütle Sınıfı	0+ (km)
2-d11	0701-006
1-d11	006-048
3-d11	048-008
2-d11	008-047
3-d11	047-069
2-d11	069-049
3-d11	049-085
2-d11	085-015
3-d11	015-084
2-d11	084-345
2-d11	345-123
3-d11	123-298
2-d11	298-027
3-d11	027-265
2-d11	265-248
3-d11	248-242
3-d11	172-242
3-d11	165-172
2-d11	30-165

Çizelge 4.11. GR3 Galerisinde 30-1035 m’ler arası eklem ara mesafeleri

GR3 Eklem Aralıkları		GR3 Eklem Aralıkları	
(m+0)	Eklem Aralığı (cm)	(0+km)	Eklem Aralığı (cm)
440-480	60-200	1025-1035	60-200
345-440	<60	995-1025	>200
325-340	60-200	905-995	60-200
300-325	<60	835-905	>200
270-300	60-200	745-835	60-200
230-270	<60	690-745	<60
190-230	>200	665-690	60-200
175-190	60-200	655-665	<60
165-175	<60	635-655	60-200
145-165	60-200	605-635	<60
120-145	<60	555-605	60-200
30-120	60-200	535-555	<60
-10-30	<60	500-535	60-200
-30-(-10)	60-200	480-500	<60

Çizelge 4.12. GR3 Galerisi (-30) ile 1040 m’ler arası karst yoğunluğu ve tipleri

GR3-Karst Yoğunluğu ve Tipi			GR3-Karst Yoğunluğu ve Tipi		
(0+000 m)	Karst Yoğunluğu	Karst Tipi	(0+000 m)	Karst Yoğunluğu	Karst Tipi
-30-0	Az	-30-(-15) Paleo -15-0 Güncel	430-475	Az	430-440 Paleo 440-475 Güncel
0-12	Yok	Güncel	475-545	Yüksek	Güncel
12-25	Az	Güncel	545-598	Az	545-555 Güncel
25-50	Yok	Güncel			555-598 Paleo
50-65	Az	Güncel	598-660	Yüksek	Paleo
65-85	Yok	Güncel	660-690	Az	Paleo
85-160	Az	Güncel	690-700	Yüksek	Paleo
160-175	Yüksek	Güncel	700-725	Az	700-715 Paleo
175-180	Az	Güncel			715-725 Güncel
180-215	Yok	Güncel	725-740	Yüksek	Güncel
215-260	Az	Güncel	740-755	Az	Güncel
260-270	Yüksek	Güncel	755-760	Yüksek	Güncel
270-340	Az	Güncel	760-800	Az	Güncel
345-360	Az	Güncel	800-835	Yüksek	Güncel
360-430	Yüksek	360-400 Güncel	835-980	Az	Güncel
		400-430 Güncel	980-995	Az	Güncel
			995-1027	Az	Güncel
			1027-1040	Yüksek	Güncel

4.4.2. Karot Tanımlama Sonuçları

Karot tanımlamaları, GR3 galerisi ve Test Paneli-3 için yapılmıştır. Ayrıca Ek-8’de GR3’deki aşırı kırıklı-bozuk zonlar ve kil dolgulu kısımlar gösterilmiştir. Ek-9’da ise GR3 galerisinin tüm karot tanımlama sonuçları verilmiştir. Test Paneli-3 için aşırı kırıklı ve kil dolgulu kısımlar gösterilmiştir.

Karot tanımlama verileri sonucunda, GR3 galerisi civarındaki ve yaklaşık GR4 galerisine kadar olan kısımdaki kaya kütlelerini iki ana kısımda incelemek mümkündür. Bu tanımlamada, ISMR Commission “On Standardisation of Laboratory and Field Tests. Suggested methods for the quantitative description of

discontinuities in rock masses” [24] ve ISRM, “Rock Characterization, Testing and Monitoring-ISM Suggested Methods” adlı yayınlar baz alınmıştır [25].

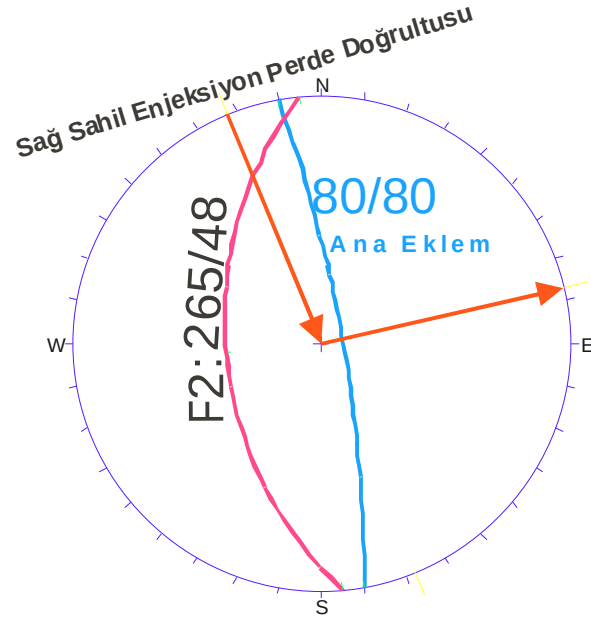
1) GR3 galerisi 0+036 m ile 0+108 m’ler Arası Genel Karot Tanımlaması;

Gri-bej renkli, az-orta eklemli ve eklemlerin genellikle 1-5 mm açıklıklı dolgusuz olduğu, az ayrılmış ve az karstik, masif, dayanıklı, az-orta geçirimli kireçtaşı kütlesi,

2) GR3 galerisi 0+108 m ile 0+180 m’ler Arası (TP-3) Genel Karot Tanımlaması ;

Gri-bej yer yer sarımsı-kahverengi renkli, orta-çok eklemli ve çoğu kesimlerinin aşırı kırıklı parçalı olduğu, az-orta ayrılmaya sahip, yer yer yüksek derecede karstik bölümler içeren, çok az dolgulu kireçtaşı kütlesi.

Sağ Sahil için en önemli fay olarak F2 fayı gösterilebilir. Konumu yaklaşık olarak 265/48-50 civarındadır. Bu faya bağlı ve paralel olarak gelişen faylar ve eklemler mevcuttur. Buna hemen hemen paralel olarak gelişmiş olan fay ve eklemlerin konumları da hemen hemen F2 fayına benzer niteliktedir. F2 fayına bağlı olarak çok fazla kırılma, bozunma ve karstlaşmalar meydana gelmiş olup bu süreksizlik düzlemleri ana su yollarını oluşturmaktadır. Böylece yukarıda N-3 olarak bahsedilen ve “Zayıf Kaya” olarak nitelendirilen kaya kütlesi oluşmaktadır. Diğer önemli süreksizlik düzlemi 80/80 duruşlu eklemlerdir ve bunlar enjeksiyon perdesinin büyük bir kısmına göre dik konumdadır. 80/80, kireçtaşı içerisinde karstlaşmaya neden olan en önemli eklemlerden biridir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Enjeksiyon perdesi doğrultusuna göre ana fay ve eklemler

4.4.3. GR3 Galerisi Basıncılı Su Testi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

GR3 galerisindeki basınçlı su deneyleri, P36 ile P1080 arasındaki primer kuyuları kapsamaktadır. Bu kuyuların lugeon değerlerinin ayrıntılı gösterimi Çizelge 4.13'tedir. Burada en yüksek lugeon ortalaması P216 ve P252 kuyularındadır. Ayrıca P36 ile P180 arasında daha düşük lugeon ortalama değerleri görülürken P216'dan itibaren yer yer daha yüksek lugeon ortalamalarına sahip değerler ortaya çıkmıştır. Bu durum, 0+180 m'den itibaren kaya koşullarının daha kötüleştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.13. GR3 Galerisi basınçlı su testi sonuçları (Lugeon Değerleri)

Derinlik(m)	P 36	P 72	P 108	P 144	P 180	P 216	P 252	P 288	P 324	P 360	P 396	P 432	P 468	P 504	P 540
0	5	0,4	1,0	0,2	0,6	0,9	20,5	25,1	15,2	2,7	3,7	1,3	1,1	1,4	1,1
5	10	0,6	1,0	0,1	0,0		9,2	25,1	0,5	0,5	4,9	0,1	0,9	0,9	0,3
10	15	0,4	0,7	0,4	0,1	25,0	25,0	15,2	4,2	2,5	1,7	0,4	1,3	0,9	0,3
15	20	0,4	0,6	0,4	0,0		2,0	6,4	8,2	1,4	0,5	1,2	0,8	0,5	0,3
20	25	0,2	0,7	0,4	0,1	2,6	22,3	0,4	0,6	25,1	0,6	0,4	3,8	0,7	0,9
25	30	0,5	0,5	0,3	0,2	2,4	13,3	0,4	1,0	25,1	0,7	0,9	1,2	0,6	0,8
30	35	0,4	6,3	0,4	0,1	1,7	14,5	0,2	0,8	25,1	6,0	7,8	8,1	0,9	1,4
35	40	0,2	0,6	0,4	0,1	0,5	1,2	0,1	1,0	6,1	0,6	2,8	21,4	1,4	3,4
40	45	0,3	0,3	0,5	0,3	3,4	0,8	0,3	0,2	1,5	0,3	1,0	0,4	1,6	3,6
45	50	0,3	14,6	0,5	0,3	2,4	2,0	0,1	25,0	2,1	0,6	0,2	1,1	1,2	1,2
50	55	0,2	0,2	0,1	0,1	0,6	10,0	0,4	1,3	1,6	2,5	0,3	0,3	0,7	0,7
55	62	0,5	0,4	0,6	0,2	0,6	1,0	1,6	0,7	0,3	1,3	7,0	0,1	17,0	0,8
										0,5	0,4	1,3	1,9	0,2	1,4
Ortalama		0,4	2,2	0,4	0,2	4,0	10,2	6,3	4,9	7,8	1,9	2,0	3,4	2,3	2,4
Derinlik(m)	P 576	P 612	P 648	P 684	P 720	P 756	P 792	P 828	P 864	P 900	P 936	P 972	P 1008	P 1044	P 1080
0	5	2,3	2,6	2,0	3,8	1,6	1,3	2,3	2,8	2,2	1,1	2,6	2,0	0,8	1,9
5	10	0,8	0,0	4,0	1,1	7,0	0,3	0,2	1,6	1,9	0,6	1,5	1,4	1,7	2,2
10	15	0,9	0,4	1,6	0,6	23,0	0,2	0,2	1,4	2,3	0,7	0,5	0,2	0,8	0,6
15	20	30,0	0,9	1,1	1,5	0,6	0,2	0,5	1,4	1,4	0,7	2,3	2,0	1,9	0,6
20	25	0,8	2,1	1,0	0,7	0,3	1,0	1,7	2,1	0,4	0,4	1,7	1,0	0,3	0,8
25	30	1,3	0,9	30,0	4,3	1,5	1,0	0,3	1,4	0,4	0,5	2,8	0,8	1,3	0,8
30	35	0,8	0,5	1,2	2,2	2,1	1,2	0,3	0,4	1,4	0,6	1,1	0,3	0,4	1,1
35	40	2,0	19,0	15,9	0,4	0,2	3,9	0,5	2,0	2,1	1,1	2,2	0,3	0,2	1,0
40	45	0,9	2,4	10,1	3,8	0,4	3,3	1,0	3,0	1,3	0,8	0,3	0,4	0,1	1,0
45	50	1,0	3,2	0,6	0,4	0,2	1,4	1,1	8,4	0,3	0,9	2,1	0,3	0,8	1,2
50	55	1,2	0,7	1,1	0,4	1,4	9,5		1,6	0,6	0,3	2,9	0,3	0,1	0,7
55	62	1,6	1,3	1,1	0,3	1,0	5,2	1,2	2,1	1,1	0,2	1,3	0,6	0,3	0,6
		1,4	0,9	1,9	0,6	0,6	0,4	0,3	2,0	0,1	0,2	0,1	0,7	0,1	0,4
Ortalama		3,6	2,8	5,8	1,6	3,1	2,2	0,8	2,3	1,2	0,6	1,6	0,8	0,7	1,0

Çizelge 4.14'ten 4.17'ye kadar her kuyuda görülen akış tipleri verilmiştir. Buna göre en hakim akış tipinin laminar olduğu görülmektedir yani verilen basınçla çatlak açıklıkları doğrusal bir ilişki göstermiştir.

Çizelge 4.14. GR3 AP 36-72 kuyuları lugeon değerleri ve akış tipleri

GR3 AP-36			GR3 AP-72		
Kademe	Lugeon	Akış Tipi	Kademe	Lugeon	Akış Tipi
0-5	0,50	Yıkama	0-5	0,80	Tıkanma
5-10	0,60	Laminar	5-10	1,00	Laminar
10-15	0,4	Laminar	10-15	0,7	Laminar
15-20	0,4	Laminar	15-20	0,6	Laminar
20-25	0,2	Laminar	20-25	0,7	Laminar
25-30	0,5	Dilatasyon	25-30	0,6	Laminar
30-35	0,4	Laminar	30-35	7,3	Dilatasyon
35-40	0,3	Laminar	35-40	0,7	Laminar
40-45	0,3	Laminar	40-45	0,3	Laminar
45-50	0,4	Laminar	45-50	13,3	Türbilans
50-55	0,3	Laminar	50-55	0,6	Dilatasyon
55-62	0,4	Laminar	55-62	0,5	Dilatasyon

Çizelge 4.15. GR3 AP 108-144 kuyuları lugeon değerleri ve tipleri

GR3 AP-108			GR3 AP-144		
Kademe	Lugeon	Akış Tipi	Kademe	Lugeon	Akış Tipi
0-5	0,20	Türbilans	0-5	0,70	Türbilans
5-10	0,10	Laminar	5-10	0,00	
10-15	0,4	Laminar	10-15	0,1	Laminar
15-20	0,4	Laminar	15-20	0	
20-25	0,4	Laminar	20-25	0,1	Laminar
25-30	0,3	Laminar	25-30	0,2	Laminar
30-35	0,5	Laminar	30-35	0,2	Laminar
35-40	0,4	Laminar	35-40	0,2	Laminar
40-45	0,5	Laminar	40-45	0,3	Laminar
45-50	0,5	Laminar	45-50	0,3	Laminar
50-55	0,2	Laminar	50-55	0,1	Dilatasyon
55-62	0,4	Dilatasyon	55-62	0,1	Dilatasyon

Çizelge 4.16. GR3 AP 180-216 kuyuları lugeon değerleri ve tipleri

GR3 AP-180			GR3 AP-216		
Kademe	Lugeon	Akış Tipi	Kademe	Lugeon	Akış Tipi
0-5	3,00	Tıkanma	0-5	22,70	Türbilans
5-10	301,20		5-10	9,30	Laminar
10-15	44,3	Dilatasyon	10-15	58,5	
15-20	60,5	Dilatasyon	15-20	2	Laminar
20-25	2,6	Laminar	20-25	19,9	Türbilans
25-30	2,3	Laminar	25-30	13,3	Laminar
30-35	1,6	Laminar	30-35	13,5	Laminar
35-40	0,7	Dilatasyon	35-40	1,3	Laminar
40-45	4,2	Dilatasyon	40-45	0,9	Laminar
45-50	2,2	Laminar	45-50	2	Laminar
50-55	0,9	Laminar	50-55	10,3	Laminar
55-62	0,8	Dilatasyon	55-62	1,4	Dilatasyon

Çizelge 4.17. GR3 AP 252-288 kuyuları lugeon değerleri ve tipleri

GR3 AP-252			GR3 AP-288		
Kademe	Lugeon	Akış Tipi	Kademe	Lugeon	Akış Tipi
0-5	34,60	Türbilans	0-5	15,20	Laminar
5-10	32,40	Laminar	5-10	0,80	Laminar
10-15	15,1	Laminar	10-15	4,1	Laminar
15-20	7	Türbilans	15-20	8	Türbilans
20-25	0,4	Laminar	20-25	0,6	Laminar
25-30	0,4	Laminar	25-30	1	Laminar
30-35	0,2	Laminar	30-35	0,9	Laminar
35-40	0,1		35-40	1	Laminar
40-45	0,3	Laminar	40-45	0,2	Laminar
45-50	0,2	Laminar	45-50	41,5	Dilatasyon
50-55	0,8	Dilatasyon	50-55	1,4	Laminar
55-62	1,1	Laminar	55-62	0,9	Laminar

Basıncılı su testlerinden elde edilen lugeon değerleri ve akış tiplerinden sonra özellikle akış tipleri ile enjeksiyon alışları (kg/m) arasında ilişki olup olmadığını anlamak için Çizelge 4.18'den Çizelge 4.23'e kadar her akış tipi ve lugeon kategorisine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alışları verilmiştir.

Çizelge 4.18. **Laminar** akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarı (kg/m)

		Her Lugeon Kategorisi İçin Ortalama Alış (kg/m)					
Akış Tipi	Laminar	0-1	1-3	3-5	5-10	10-25	>25
Kuyular	GR3- AP 36	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 72	119	0	0	0	0	0
	GR3- AP 108	485	0	0	0	0	0
	GR3- AP 144	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 180	6	5088	0	0	0	0
	GR3- AP 216	22	820	0	6	41	0
	GR3- AP 252	9	93	0	4307	8608	6
	GR3- AP 288	27	6	6	0	6	0
	GR3- AP 324	4	13	0	0	0	
Ortalama Alış (kg/m)		76	669	1	479	962	1

Çizelge 4.19. **Türbülans** akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarı (kg/m)

		Her Lugeon Kategorisi İçin Ortalama Alış (kg/m)					
Akış Tipi	Türbülans	0-1	1-3	3-5	5-10	10-25	>25
Kuyular	GR3- AP 36	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 72	0	0	0	0	10240	0
	GR3- AP 108	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 144	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 180	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 216	0	6	0	0	3182	0
	GR3- AP 252	0	0	0	0	0	6
	GR3- AP 288	0	0	0	6	0	0
	GR3- AP 324	0	4	13	36	0	0
Ortalama Alış (kg/m)		1	1	1	5	1491	1

Çizelge 4.20. **Yıkama** akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarı (kg/m)

		Her Lugeon Kategorisi İçin Ortalama Alış (kg/m)					
Akış Tipi	Yıkama	0-1	1-3	3-5	5-10	10-25	>25
Kuyular	GR3- AP 36	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 72	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 108	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 144	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 180	0	0	0	0	0	23716
	GR3- AP 216	0	0	0	0	0	30166
	GR3- AP 252	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 288	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 324	0	0	0	0	0	0
Ortalama Alış (kg/m)		1	0	0	0	0	5987

Çizelge 4.21. **Tıkanma** akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alış miktarı (kg/m)

		Her Lugeon Kategorisi İçin Ortalama Alış (kg/m)					
Akış Tipi	Tıkanma	0-1	1-3	3-5	5-10	10-25	>25
Kuyular	GR3- AP 36	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 72	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 108	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 144	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 180	0	6	0	0	0	0
	GR3- AP 216	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 252	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 288	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 324	0	0	0	0	0	0
Ortalama Alış (kg/m)		1	1	0	0	0	0

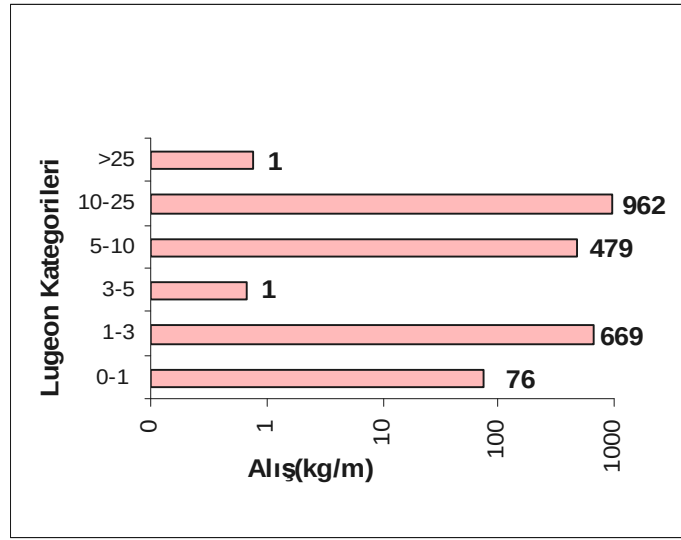
Çizelge 4.22. **Geçici Dilatasyon** akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alışı miktarı (kg/m)

		Her Lugeon Kategorisi İçin Ortalama Alış (kg/m)					
Akış Tipi	Geçici Dilatasyon	0-1	1-3	3-5	5-10	10-25	>25
Kuyular	GR3- AP 36	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 72	0	0	0	519	0	0
	GR3- AP 108	40	0	0	0	0	0
	GR3- AP 144	6	0	0	0	0	0
	GR3- AP 180	6	0	22	0	0	10463
	GR3- AP 216	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 252	54	0	0	0	0	0
	GR3- AP 288	0	0	0	0	0	4960
	GR3- AP 324	0	608	0	0	0	3910
Ortalama Alış (kg/m)		12	68	2	58	0	2148

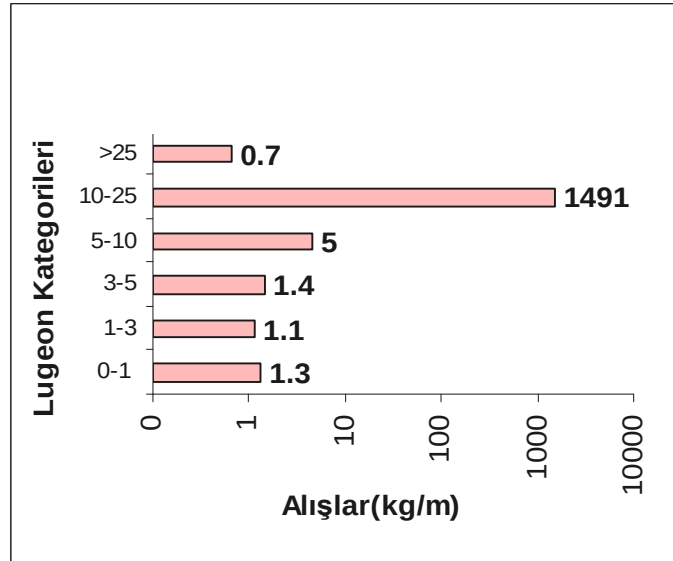
Çizelge 4.23. **Kalıcı Dilatasyon** akış tipine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alışı miktarı (kg/m)

		Her Lugeon Kategorisi İçin Ortalama Alış (kg/m)					
Akış Tipi	Kalıcı Dilatasyon	0-1	1-3	3-5	5-10	10-25	>25
Kuyular	GR3- AP 36	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 72	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 108	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 144	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 180	10	0	0	0	0	0
	GR3- AP 216	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 252	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 288	0	0	0	0	0	0
	GR3- AP 324	0	0	0	0	0	0
Ortalama Alış (kg/m)		1	0	0	0	0	0

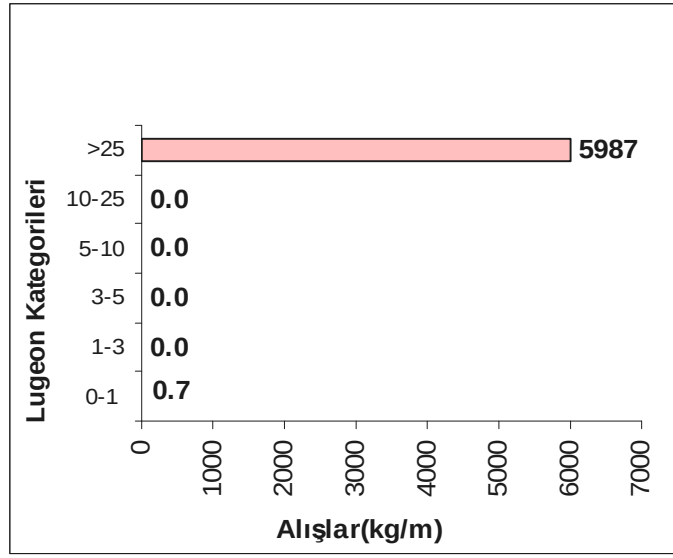
Bu çizelgelerden elde edilen veriler ışığında aşağıdaki grafikler çizilmiştir. (Şekil 4.5’den Şekil 4.10’a kadar).



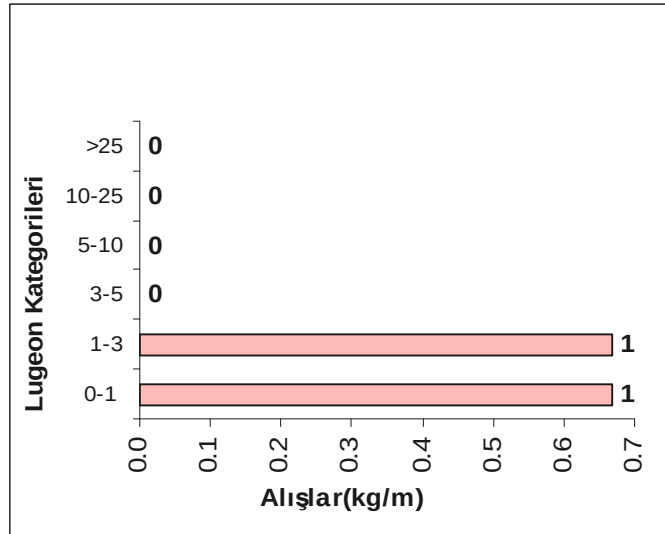
Şekil 4.5. Laminar akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları



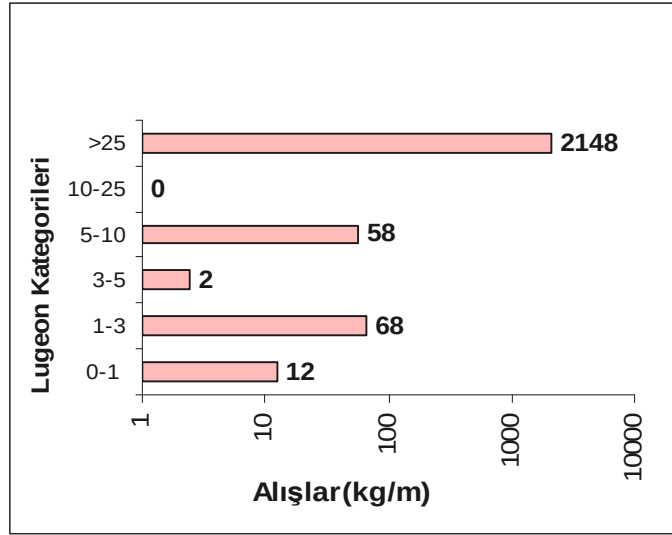
Şekil 4.6. Türbülans akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları



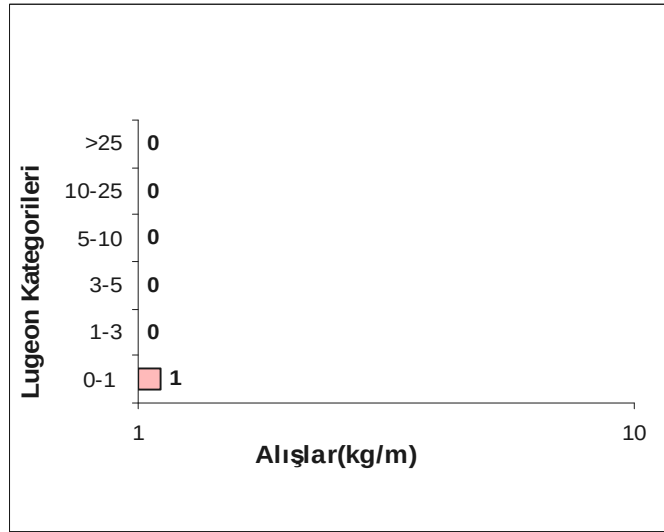
Şekil 4.7. Yıkama akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları



Şekil 4.8. Tıkanma akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları

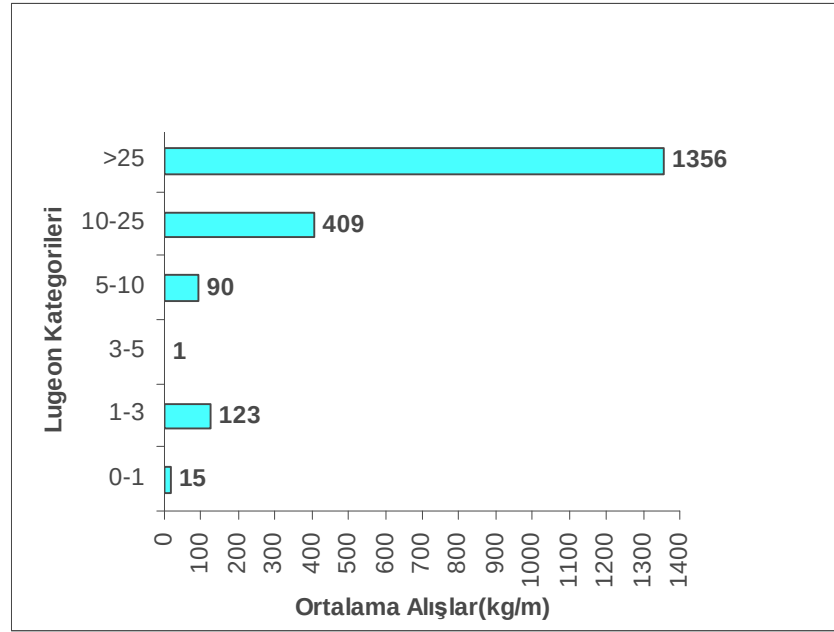


Şekil 4.9. Geçici Dilatasyon akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları



Şekil 4.10. Kalıcı Dilatasyon akış tipi için ortalama enjeksiyon alış miktarları

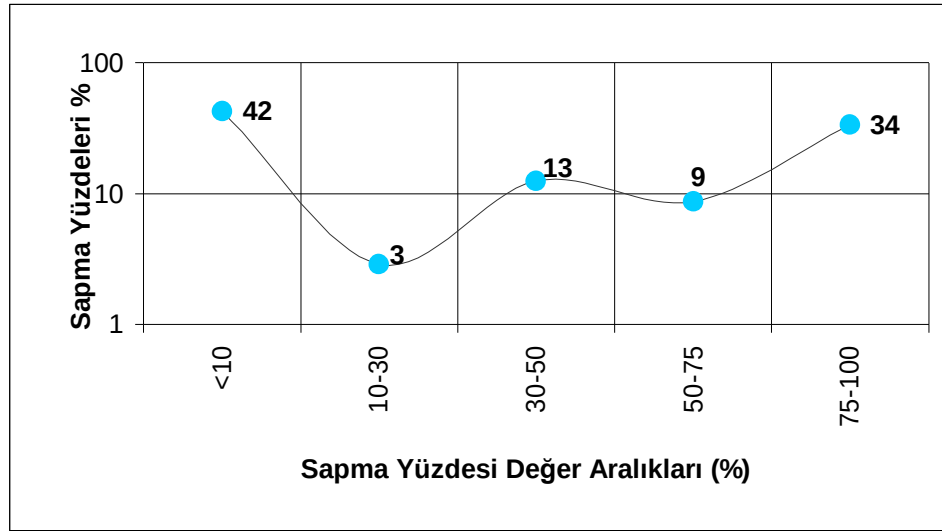
Laminar akış tipinde lugeon [26] kategorileri ile enjeksiyon alışları arasında düzgün bir ilişki bulunmaz iken türbülans, yıkanma ve tıkanma akış tiplerinin enjeksiyon alışları ile lugeon kategorileri arasında hemen hemen düzgün bir ilişki görülmektedir. 3-5 lugeon kategorisinde ortalama enjeksiyon alış miktarı düşmesi bütün akış tipleri için ortak durumdur. 3-5 kademesinde tıkanmadan yada kapalı boşluklardan söz etmek mümkündür. Yukarıda lugeon kategorilerine karşılık gelen ortalama enjeksiyon alışları (kg/m) için verilen tabloların özet grafiği Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Lugeon kategorilerine karşılık gelen ortalama alış miktarları (kg/m)

Şekil 4.11'deki grafik enjeksiyon alışları ile lugeon kategorileri arasındaki ilişkiyi açıklaması bakımından oldukça önemlidir. Bu grafik GR3 galerisinde yapılmış olan tüm lugeon ve basınçlı su testlerinin ortalama sonuçlarını içermektedir. Şekil 4.11'in incelenmesi sonucunda 3-5 kademesine kadar enjeksiyon alışları ile lugeon değerleri arasında fazla bir ilişki bulunmazken diğer daha üst galerilere doğru çıkıldıkça düzelme açıkça gözlemlenmektedir.

Lugeon değer aralıklarına göre ortalama alıştan sapma miktarları da hesaplanmıştır. Bu tablolardan yararlanılarak hangi kuyunun hangi kademesinin hangi akış tipine göre ortalama alıştan ne kadar saptığı izlenerek enjeksiyon alışları ile lugeon kategorileri arasındaki ilişki ortaya koyulabilir Şekil 4.12'de görüldüğü gibi kademelerin ortalama enjeksiyon alışlarından sapma miktarı değer yüzdesinin 0-10 değer aralığında en yüksek olması beklenir. Ancak %100'e yakın ortalama sapmalar göstermektedir ki bazı kuyu kademelerinin enjeksiyon alışları lokal olarak çok fazla veya çok az olmuştur.



Şekil 4.12. GR3 Lugeon kategorilerine göre ortalamadan sapma miktarları

GR3 galerisinde diğer yapılan basınçlı su testleri Q kuyularının bitirilmesinden sonra yapılan düşey kontrol kuyularındadır. 5 düşey kontrol kuyusu üzerinde basınçlı su testleri yapılmıştır. Sonuçları ve ayrıntıları Çizelge 4.24’de incelenebilir. Düşey kontrol kuyularında 60 test kademesi yapılmıştır ve 2 kademedeki lugeon değeri >25 olarak ölçülmüştür. Ayrıca P180 kuyusundan sonra lugeon değerinde meydana gelen artış aynen burada da gözlenmiş olup AC 154,5’den itibaren lugeon değerlerinde büyük yükselme oluşmuştur. Yani F2 fayının etkisi lugeon değerlerinde aynen gözlenmiş olup özellikle yukarı kotlara doğru galeri çivarlarında geçirimsizliğin çok daha yüksektir. Bu daha yüksek geçirimsizlik de yukarı kotlara doğru çıkıldıkça karstlaşmanın da artması tezini destekler. 4 eğimli kontrol kuyusu, yine Test Paneli-3’de açılmıştır. Tüm kademeler/kuyu için ortalama lugeon değeri 0,9-1,3 lugeon arasındadır ve en yüksek değer 12,3 lugeon’dur (GR3 altı ilk kademe, Çizelge 4.25).

Çizelge 4.24. Düşey Kontrol Kuyularında görülen lugeon değerleri

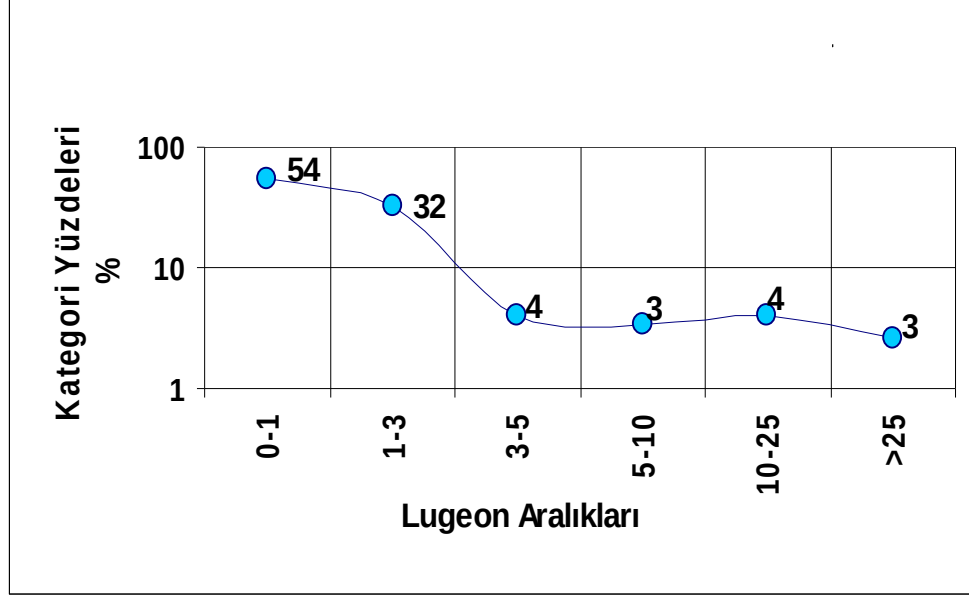
Derinlik (m)		A C	A C	A C	A C	A C
		109,5	121,5	154,5	172,5	178,5
0	5	1,0	1,3	0,1	1,6	25,0
5	10	0,4	0,4	25,0	1,8	0,4
10	15	0,3	0,4	21,4	8,1	14,0
15	20	0,5	0,8	0,9	9,9	0,9
20	25	0,3	0,4	1,2	0,4	1,0
25	30	0,7	0,3	0,6	4,0	0,9
30	35	0,4	2,0	0,5	0,9	7,1
35	40	0,4	0,7	0,6	3,3	0,7
40	45	0,3	1,3	0,4	2,7	0,3
45	50	1,1	0,7	1,0	1,3	0,6
50	55	0,4	0,3	1,0	7,4	1,9
55	62	1,2	0,3	0,8		6,7
Ortalama		0,6	0,7	4,5	3,8	5,0

Çizelge 4.25. Çapraz Kontrol Kuyularında görülen lugeon değerleri

Derinlik(m)		A C 1	A C 1	A C 2	A C 2
		108,0	144,0	144,0	180,0
0	5	12,3	1,4	1,1	2,0
5	10	0,6	2,3	1,5	0,7
10	15	0,5	0,3	0,9	6,0
15	20	0,4	0,4	0,5	0,4
20	25	1,5	3,3	1,6	0,3
25	30	1,0	0,5	1,7	1,2
30	35	0,5	0,4	1,1	5,1
35	40	0,3	0,3	0,8	1,6
40	45	0,3	0,9	0,5	0,2
45	50	0,2	0,3	0,7	1,7
50	55	0,3	1,0	1,2	0,4
55	60	0,3	0,3	0,2	0,4
60	65	0,3	0,3	0,7	0,6
65	70	0,2	0,4	1,0	0,7
Ortalama		1,3	0,9	1,0	1,5

GR3 galerisinde yapılan enjeksiyon işlerinin kontrolü için en önemli işlem, enjeksiyon öncesi ve sonrası lugeon kategorilerinin karşılaştırılmasının yapılmasıdır. GR3 galerisinin genel lugeon değerleri Şekil 4.13’de verilmiştir. Ancak enjeksiyon sonrası geçirimsizlik bu galeride fazla deneme testi yapılmadığı için verilmemiştir.

Burada GR3 için genel değerlendirmeler GR3 galerisindeki Test Paneli-3 için verilmiş olup genel değerlendirmeye örnek teşkil etmesi bakımından önemlidir.



Şekil 4.13. GR3, Lugeon kategorilerinin bulunma yüzdeleri

Burada 5-10, 10-25 ve >25 lugeon değerlerinin bulunması GR3 için genel geçirimsizlik değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Burada 0-1 lugeon aralığına düşen değerlerin mümkün olan maksimum seviyeye getirilmesi gerekir. Maksimum seviyeye ise yapılan ve yapılacak olan enjeksiyonla ulaşılacaktır.

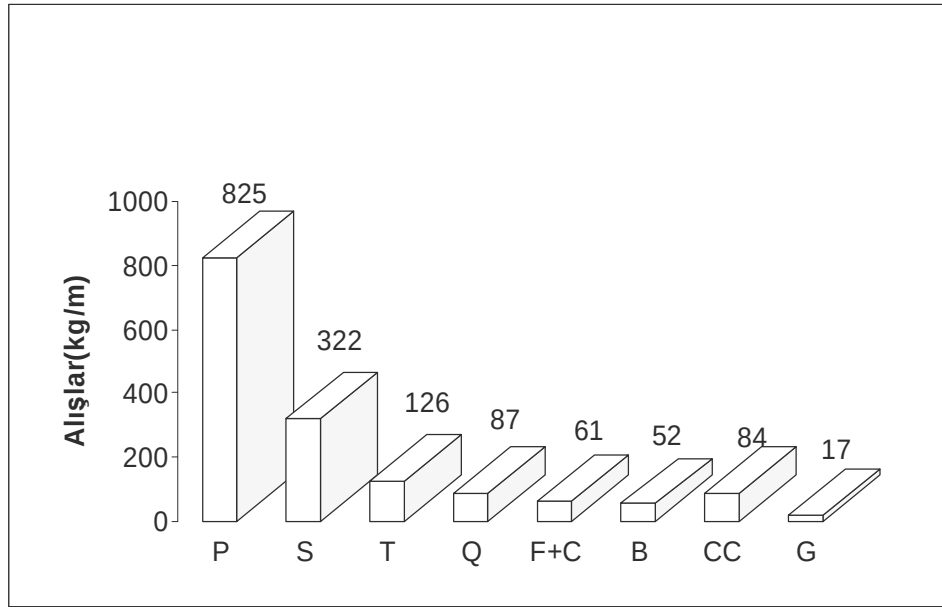
4.4.4. GR3 Galerisi Enjeksiyon İşleri Sonuçları

Enjeksiyon işleri değerlendirilmesinde lokal olarak GR3 galerisi alınmıştır. Ancak GR4 galerisi ve diğer bazı önemli galerilerin enjeksiyon sonuçları da tartışılarak grafikler üzerinde değerlendirme yapılmıştır.

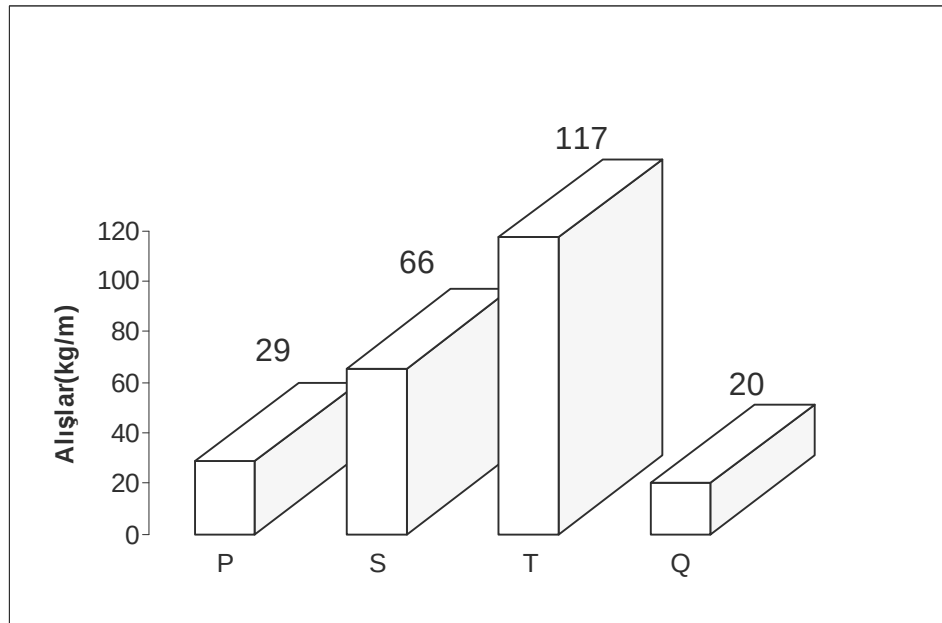


Şekil 4.14. A ve B sıralarının galeri içerisinde gösterimi

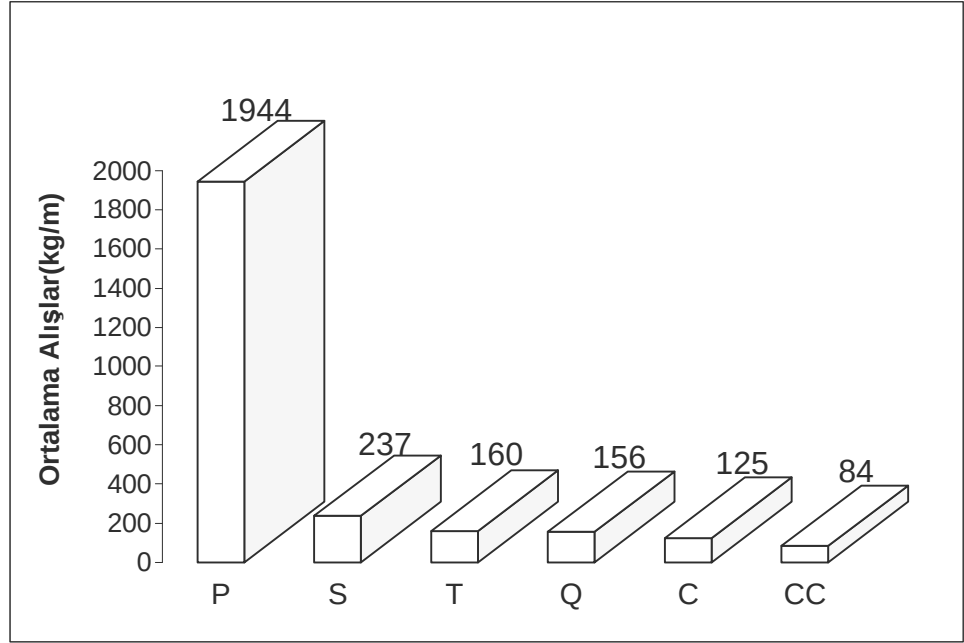
GR3 galerisindeki enjeksiyon işleri tamamen kireçtaşı olistoliti içinde yürütülmüştür. GR3 galerisinin AP36 ile AP1080 kuyuları arasında bulunmakta ve 1044 metreye tekabül etmektedir. GR3 galerisinde başlıca, birincil (P), ikincil (S), üçüncül (T), dördüncül (Q), beşincil (F), çapraz kontrol (CC), G (0.75 m) düşey kontrol kuyularında enjeksiyon işleri yapılmaktadır. Şekil 4.14’de A ve B sıralarının galeri içi görünümü verilmiştir. Ek-5’de ise birincil fazdan beşincil faza kadar ara mesafeleri şeklinde gösterilmiştir. Şekil 4.15’den Şekil 4.17’ye kadar GR3 galerisinin tüm faz alışları grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.15. GR3 Galerisi Genel Faz Alışları



Şekil 4.16. GR3 Galerisi B-Sırası Genel Faz Enjeksiyon Alışları



Şekil 4.17. Test Paneli-3 Ortalama Faz Alışları

GR3 galerisinin enjeksiyon faz alışlarında aralıklar daraldıkça enjeksiyon alışlarındaki azalma görülmektedir. Primer kuyulardan sekonder kuyulara doğru geçildiği anda alışlarda 825 kg/m'den 322 kg/m'ye doğru ani bir düşüş gözlemlenmektedir. Bu ani düşüşün nedeni süreksizliklerin birbirleriyle bağlantılı olması ve sekonder (S) kuyu civarındaki kaya kütlelerinin çatlak ve boşluklarının dolmasıdır. Bir diğer neden ise, GR3 galerisindeki bazı kuyu kademelerinin lokal olarak çok fazla alış yapmasıdır (Çizelge 4.26). Ek-10'da ise GR3 galerisinde kuyuların enjeksiyon alış miktarları kg/m bazında verilmiştir.

Çizelge 4.26. GR3 galerisinde P kuyularında görülen çok yüksek alış yapan bazı lokal kademeler

Kuyu No	Kademe	Ortalama Alış Miktarı(kg/m)
AP 1044	15-20	8106
AP 432	35-40	56379
AP 396	30-35	50483
AP 324	25-30	11686
AP 252	10-15	8608
AP 216	0-5	6326
	10-15	30166
AP 180	5-10	23716
	10-15	20904
	20-25	20309
AP 72	45-50	10240

GR3 genel alışlarından, çapraz kontrol kuyularının ortalama alış (84 kg/m) genel azalan alış eğilimini bozmaktadır. B sırası kuyuları ise, aralıklar daraldıkça sürekli azalım görülmemektedir. Bunun nedeni A sırasında yapılan enjeksiyon sonucunda, boşluk ve çatlakların yeteri kadar dolmadığındandır. Bu ise B sırası (mansap) kuyularının gerekliliğini ortaya koyar.

4.4.4.1. İndirgenme Oranlarının Değerlendirilmesi

İndirgenme oranları faz alışlarının değerlendirilmesi için kullanılan çok yararlı bir istatistiki yöntemdir [18]. Bu yöntemde, bir sonraki fazın bir önceki faza bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu oranların 0,2 ile 0,5 arasında bulunması, başarılı bir enjeksiyon için kriter olarak ele alınabilir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. GR3 galerisi genel indirgenme oranlarının değerlendirilmesi

GR3 GENEL														
Alış								İndirgenme Oranları						
P	S	T	Q	F+C	CC	B	G	S/P	T/S	Q/T	(F+C)/Q	CC/F+C	B/CC	G/B
(kg/m)														
825	322	126	87	61	84	52	17	0,39	0,39	0,69	0,70	1,38	0,62	0,33

Genel alışların indirgenme oranları incelendiğinde, indirgenme faktörlerinin genelde 0.2-0.5 sınır aralığına uymadığı gözlemlenmektedir. Özellikle üçüncül kuyulardan itibaren, indirgenme oranlarında ani bir büyüme gözlenmektedir. Bu durum bazı lokal alışların olduğunu da gösterse bile genel olarak düşünüldüğünde birincil (P) kuyulardan itibaren boşluk ve çatlakların istenilen seviyede dolmadığını göstermektedir.

4.4.4.2. Dördüncül Kuyuların Değerlendirilmesi (GR3,Q)

Dördüncül (Q) kuyuların değerlendirilmesindeki ana amaç, birincil (P) kuyularından itibaren hala dolmamış boşlukların ortaya çıkarılması ve gerektiğinde beşincil (F) kuyularının önerilmesini sağlamaktır. Bunun için seçilmiş olan belli bir limitin üzerinde (Ör; >1000,10000 kg/m) alış yapan kademeler gösterilerek sorunlu bölgelerin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

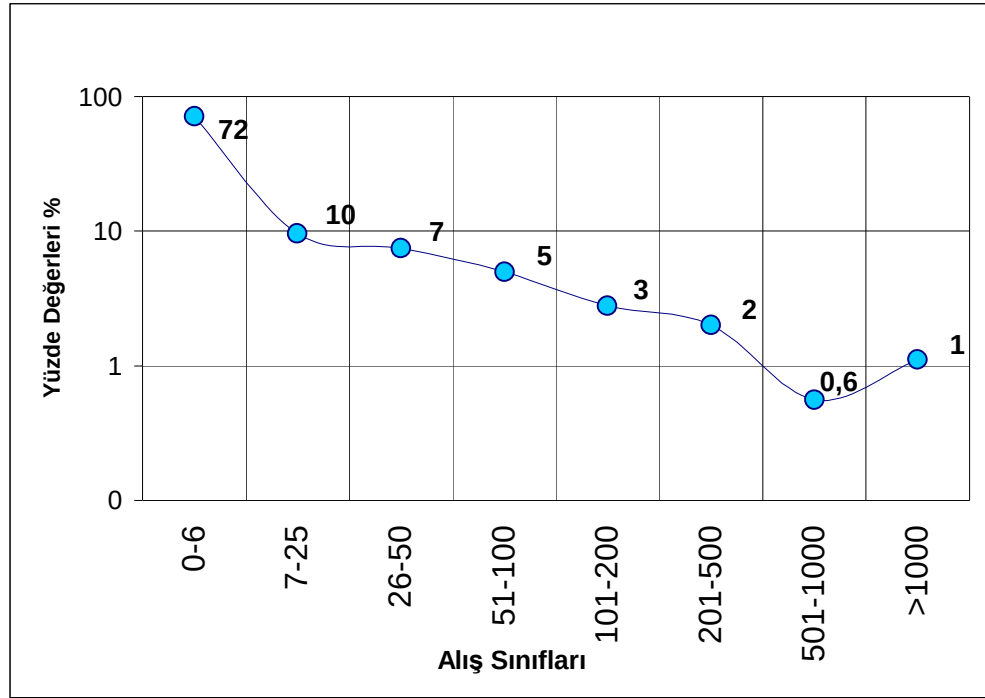
Ek 11’de, 0-50, 50-100, 100-250 ve >250 kg/m’lik alışlar renklere göre ayrılarak gösterilmiştir. Aşağıdaki Çizelge 4.28 ise belli kademeler seçilerek gösterilmiştir;

Çizelge 4.28 GR3, Q Kuyularında görülen lokal yüksek alışlar

GR3 Q	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	62
GR3 A Q 771,00	6	6	6	29	6	37	1406	6	6	6	85	50
GR3 A Q 699,00	6	6	6	85	20	6	56	6	6	1044	26	8
GR3 A Q 639,00			6	45	77	1252	6	6	45	6	6	6
GR3 A Q 477,00	6	6	6	14	6	1884	197	6	6	6	27	8
GR3 A Q 273,00	15	5	52670	6	6	6	6	6	6	6	6	8
GR3 A Q 171,00			19200	6	6	6	6	6	6	6	109	4
Ortalama	8	5	11982	31	20	532	279	6	12	179	43	14

GR3 genel faz alışlarında T kuyularından Q kuyularına geçişte belirgin bir azalma (T=126 kg/m,Q =87 kg/m) görülmesine rağmen, çizelge 4.28 de gösterildiği gibi bazı lokal çok yüksek alışların bulunması enjeksiyon perdesinde yersel de olsa yukarıdaki bölümlerinde çatlak ve boşlukların tam olarak dolmadığı görülmektedir. Şekil 4.18’de, GR3’ün Q kuyularındaki genel alış sınıfları değer yüzdeleri verilmiştir. Bu grafikte anlatılmak istenen alış sınıfları kavramı şu şekilde

açıklanabilir; galerinin herhangi bir evresinin enjeksiyon alışları kg/m bazında değerlendirilmiş olup 0-6, 7-25, 26-50, 51-100 v.b., alış aralıklarına ayrılmıştır. Daha sonra 0 ile 6 kg/m alış aralığına giren kademelerin yüzdesi bulunmuştur ve diğer tüm alış sınıfları için aynı değerlendirme yapılmıştır. Böyle bir işlemin yapılmasındaki ana amaç dördüncül (Q) kuyulara yani son evreden bir önceki evreye gelinmesine rağmen hala yüksek alış sınıflarının bulunup bulunmadığının kontrol edilmesidir. Yani 0-6 kg/m’lik alış yüzdesinin maksimum seviyeye çıkarılmasının sağlanmasıdır.



şekil 4. 18. GR3 Q (Dördüncül) kuyularının genel alış sınıfları değer yüzdeleri

GR3 AQ-273 kuyusunun 10-15 kademesi 52670 kg/m’lik alış yapmıştır. Ek-7’de inceleneceği üzere, bu kademe, genellikle F2 fayının etkin olduğu eklemli bölgeye rastlamaktadır. AQ 273 kuyusunun her iki yanındaki kuyuların alışları da incelendiğinde yine yüksek ortalama alışları görmek mümkündür (AF 271,50:6050 kg/m, AS 276:17173 kg/m). Bu durum, AQ 273’deki yüksek alışı desteklemektedir. AQ 171 kuyusundaki 19200 kg/m’lik alış daha zor açıklanan bir özelliğe sahiptir. 0+180. km civarı F2 fayının çok etkili olduğu kesimlerdir. Burada çok kırıklı-parçalı zonların ve karstik bölgelerin olması, yüksek bir alışı açıklasa da primer kuyular için

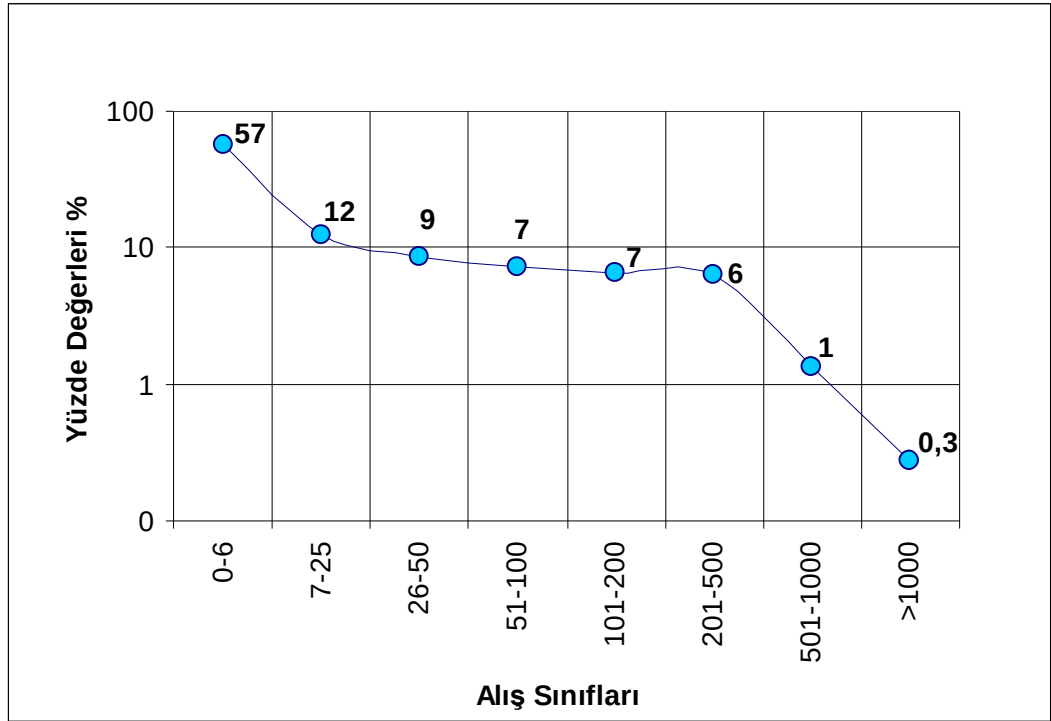
kabul edilebilecek bu durum Q kuyularına gelinmesine rağmen yüksek ise bu durum primer kuyulardan itibaren gelen eksik enjeksiyon işlerini gösterebilir. AQ-639 kuyusundaki yüksek alış ise galeri içi jeolojik haritadan yararlanılarak açıklanabilir (Ek-7). AQ639 civarındaki kaya kütlesi, yoğun bir şekilde kaya kütlesini etkilemektedir.

Bu tür örnekler dördüncül (Q) ve beşincil (F) kuyular için çoğaltılabilir. Ancak, bu tür yersel alış örnekleri toplam anlamda birincil kuyulardan itibaren beşincil (F) daralan aralıklar metoduna göre mutlaka azalan ortalama alışlar göstermesi gerekir.

4.4.4.3. Beşincil (F) Kuyularının Değerlendirilmesi

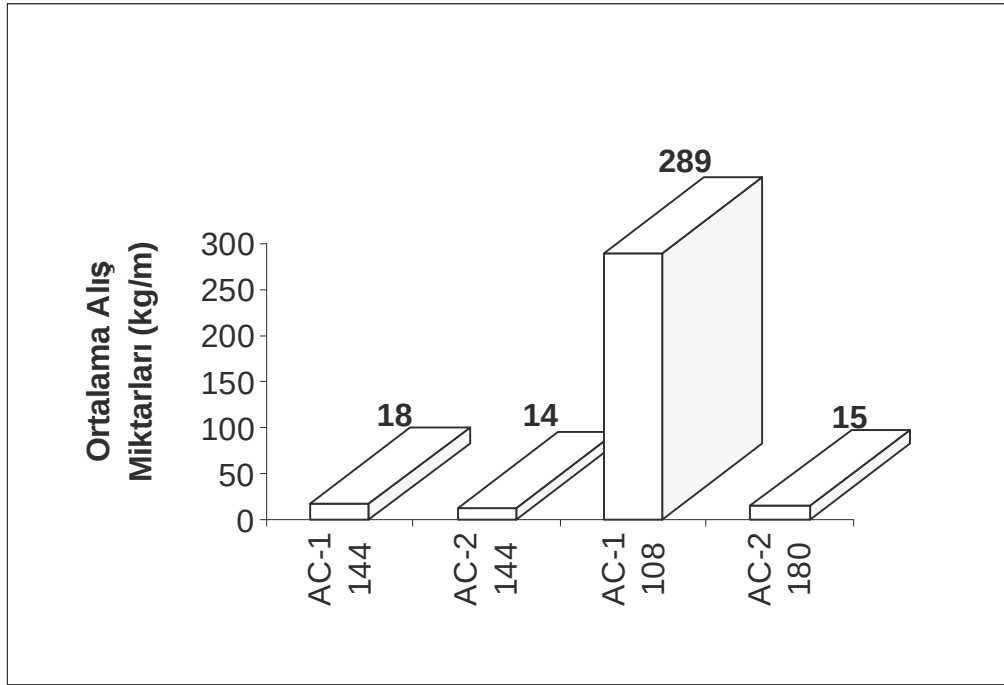
GR3'deki düşey kontrol kuyuları 0+109 ile 0+178.5 m'ler arasında açılmıştır. Görüldüğü üzere halen çok yüksek alışların olduğu kademe ve kuyular mevcuttur (178,5'de 4220 kg/m). Bu yüksek alışlara dikkat edilirse daha önceki açılmış Q kuyularındaki Q171 ve Q 183 kuyuları arasına rastlamaktadır. Bu aralıkta belli yüksek alış ortalaması 5315 kg/m dir.

GR3 beşincil kuyuları (F), tezin yazım tarihi itibarıyla 214.5 ile 970.5 m'leri arasını kapsamaktadır. Ortalama alış 60 kg/m'dir. İndirgenme oranları göz önünde tutulduğunda 87 kg/m'lik Q kuyularının alışından sonra 61 kg'lık F+C kuyularının alışlarının hala bazı kesimlerde ve lokal olarak fazla oldukları sonucu ortaya çıkabilir. GR3-F kuyularının alış sınıfları çok yüksekten düşüğe doğru aşağıda verilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi alış sınıfları enjeksiyon işlerinin kontrolü için bir kriterdir. Görüleceği üzere Q kuyusunda %72 paya sahip enjeksiyon alış sınıfı burada %57'ye düşerek Q kuyularıyla dolmayabilen bazı kuyu ve kademelerin bulunduğunu göstermektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. GR3, F kuyularında görülen alış sınıfları değer yüzdeleri

Çapraz denetleme kuyuları incelendiğinde genelde düşük alışlar görülmesine rağmen AC1-108 kuyusunun 10-15 kademesinde 3966 kg/m’lik bir alış görülmüştür. Bu alış tüm kontrol kuyuları alış ortalamalarını etkileyerek yüksek bir alış ortalamasının oluşmasına neden olmuştur (84 kg/m). Ancak AC-1 180 kontrol kuyusundaki bu yüksek alış F2 fayının özellikle bu bölümdeki yoğun etkisiyle, kontrol kuyusundan önce açılan kuyularla hala dolmamış kısımları doldurması şeklinde düşünülebilir. Bu da yukarıda, hala dördüncül ve beşincil kuyulara gelinmesine rağmen lokal olarak bulunan yüksek enjeksiyon alışlarını da desteklemektedir. Şekil 4.20’de çapraz kontrol kuyularının ortalama alışları grafik olarak verilmiştir. Q kuyularının alış sınıflarından sonra F kuyularının alış sınıfları incelendiğinde yine belli düzeltilmeler görülmemektedir. Özellikle Q kuyularında 0-6 alış aralığı, %72 olarak yüksek gibi görünürken F kuyularına yani ara kuyulara da girilmesine rağmen bu aralıktaki değer %57’ye düşmüştür.



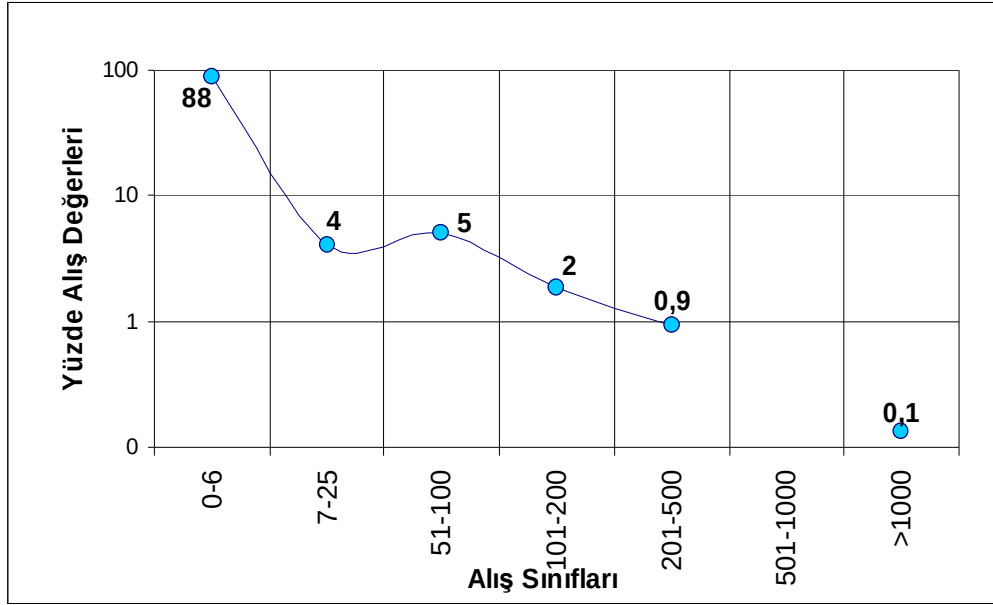
Şekil 4.20. Çapraz Kontrol Kuyuları (Test Paneli-3) Ortalama Alışları

B Sırası Kuyularının Değerlendirilmesi;

B Sırası kuyuları baraj gövdesinden yaklaşık olarak 200 m'lik mesafede konumlandırılmıştır. BP-109.5'den başlayarak BP-217.5 m'leri arasını kapsamaktadır. B sırasının uzatılması ancak A sırası kuyularının bitirilmesinden sonra yapılır [18]. Ortalama enjeksiyon alışı 52 kg/m'dir. En yüksek alış BT 175,5 kuyusunun 5-10 kademesinde 6628 kg/m'lik alışla görülmüştür. GR4 kotu civarında T-175.5, 495 kg/m, T 187.5, 863 kg/m, S 193.5 ise 707 kg/m'lik alışlar göstermiştir. Böylece GR4 galerisi kotu civarında alışların yüksek olduğu, özellikle lokal olarak bazı bölgelerin alışlarının fazla olması nedeniyle ek iyileştirmelere gereksinim duyulduğu ortaya çıkmaktadır.

G Kuyularının Değerlendirilmesi;

G kuyularının alış sınıfları aşağıdaki grafikte (Şekil 4.21) gösterilmektedir.



Şekil 4.21. GR3 Galerisinde G Kuyularının alış sınıfları değer yüzdeleri

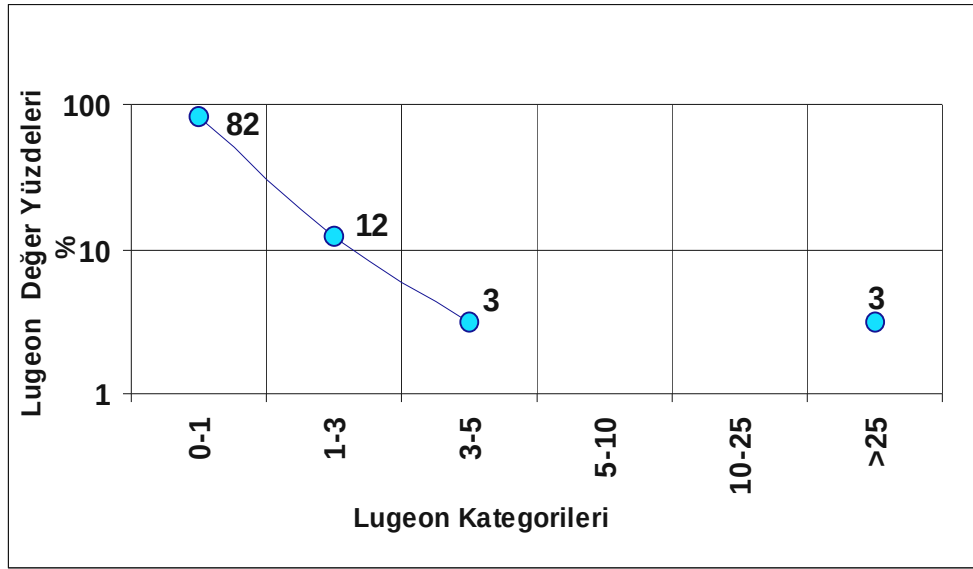
G kuyularının esas amacının aşırı alış yapan bozuk kesimlerde iyileştirme olduğu düşünülürse, hala >1000 kg/m'lik alışların bulunması bazı kesimlerin , çok karstik ve bozuk olduğu ortaya çıkar. GR3 AG-929,25 kuyusunun 50-55 kademesi 1528 kg/m'lik alış yapmıştır.

- GR3 galerisinde enjeksiyon işleri ve basınçlı su testleri için genel değerlendirmeler;

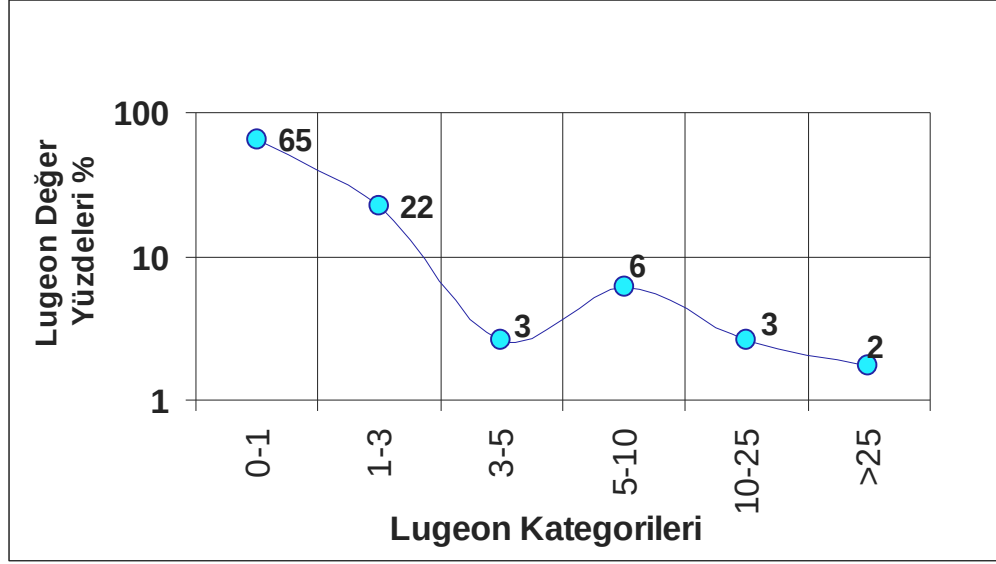
GR3 galerisi ve diğer galeriler incelendiğinde enjeksiyon alışları ile lugeon basınçlı su testi sonuçları arasında genellikle doğrusal bir ilişki vardır. Ancak bazı kademeler de enjeksiyon alışları ile lugeon değerleri arasında çok farklılıklar bulunmaktadır. Bunun en önemli sebebi olarak enjeksiyon basıncı ile basınçlı su deneyinde uygulanan basınçların farklı olması ile açıklanabilir. Çünkü enjeksiyon yaklaşık 40 bara kadar çıkan basınçlarda uygulanırken basınçlı su testleri 10 bar maksimum basınç altında uygulanmaktadır. Bu yüzden, 10 bar basınç altında çok fazla açılması mümkün olmayan çatlaklar, 4 katına çıkan basıncın da etkisiyle meydana gelebilecek açılma ve hidrolik kırılmanın da etkisiyle düşük lugeon değeri veren kademelerde yüksek enjeksiyon alışları olabilmektedir.

GR3 galerisinde AP-36 kuyusu için 0-1 lugeon değerine çok uyumlu, ortalama 6 kg/m’lik alışlar mevcuttur. AP-72 kuyusunda ise 20-25 kademesi 0-1 arası lugeon değerine sahip iken 966 kg/m’lik alış yapmıştır. AP-72’nin karot incelemesi yapıldığında az çatlaklı-masif ve az ya da hiç karst içermeyen bir kaya kütlesi olduğu görülmektedir. Bu kadar düşük lugeon değerine karşılık, yaklaşık 1000 kg/m’lik alış yapması kırılmaya ve çatlakların açılmasına örnek olabilir. Bu durumun tersi bir durum ise AP-216 kuyusundadır. Bu kuyuda 5-10 kademesi 9,22 lugeon değerine sahip olmasına rağmen 6 kg/m’lik bir alış yapmıştır. Bu durum da belli zondaki tıkanmaya işaret edebilir.

Ancak bu tip lokal ters durumlar toplamda, enjeksiyon alış ortalamaları bazında değerlendirildiğinde çok büyük bir oranda elemine edilmekte ve toplam lugeon- enjeksiyon alış ilişkisinin doğrusallığını bozmamaktadır.

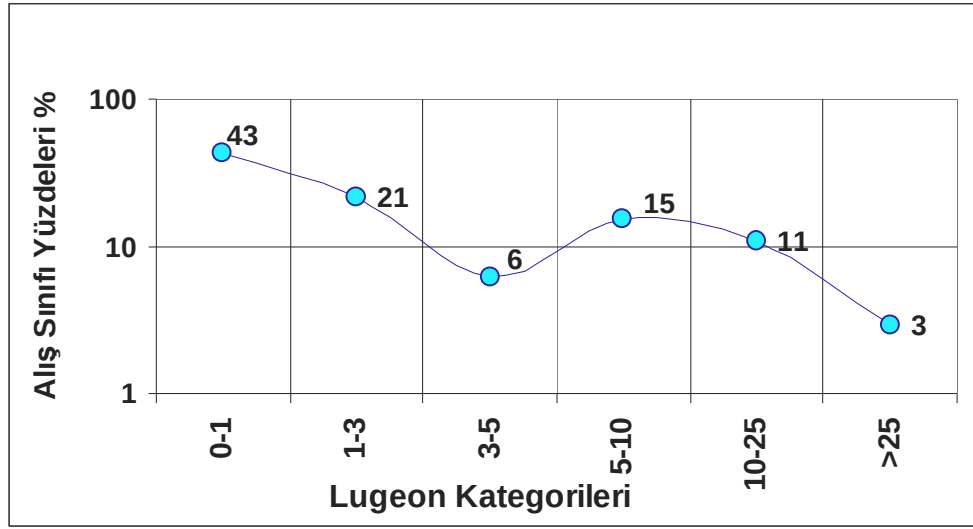


Şekil 4.22. Test Paneli-3 Enjeksiyon öncesi geçirimsizliği



Şekil 4.23. Test Paneli-3 Enjeksiyon sonrası geçirimsiliği

GR3, Test Paneli-3 enjeksiyon öncesi ve sonrası geçirimsilik yüzde değerleri incelendiğinde (Şekil 4.22 ve Şekil 4.23) enjeksiyon işlerinin Test Paneli-3’de başarısız olduğu açıkça görülmektedir. Çünkü enjeksiyondan önce 5-10 ve 10-25 yüksek lugeon kategorileri hiç bulunmamasına rağmen enjeksiyon kontrol kuyularında bu kademelerin ortaya çıktığı görülmektedir. Ayrıca enjeksiyon öncesinde %82 paya sahip olan 0-1 lugeon kategorisi enjeksiyondan sonra % 65’e düşmüştür. Sonuç olarak Test Paneli-3’deki enjeksiyon başarısı düşük seviyededir. Sağ sahil için genel geçirimsilik değerleri ise şu şekildedir (Şekil 4.24). Görüldüğü gibi enjeksiyondan önce sağ sahil kireçtaşının geçirimsiliği yüksek seviyededir.



Şekil 4.24. Sağ sahil enjeksiyon öncesi lugeon yüzdeleri

4.4.5. Kireçtaşı Olistolit Kütlesi ile Enjeksiyon İşleri Arasındaki İlişki

Enjeksiyon işleri sonuçları ile kireçtaşı kütlesi arasında ilişki kurulması mantığı, kaya kütlesinin mühendislik ve yapısal özelliklerinin enjeksiyon alış ve basınçlı su testleri sonuçlarını ne kadar etkilediğini göstermek için düşünülmüştür. Böylece aynı özelliklere sahip kireçtaşlarında benzer yöntemlerle enjeksiyon yapıldığında, bu geliştirilen modele göre öngörülerde bulunulması da mümkündür.

Ek-7’de bu amaçla tüm enjeksiyon perdesini etkileyen tüm çatlak-kırık ve fay sistemleri ile Ek-8’de GR3 için, karot tanımlamalarından elde edilen bozuk zonlar ve kil dolgulu kesimler gösterilmiştir. Daha sonra primer kuyularının alışlarının kontur grafikleri en alta gelecek şekilde yerleştirilmiş, böylece enjeksiyon alışları ile kaya kütlesi arasındaki doğrusal ilişki açıkça ortaya çıkarılmıştır. GR3 galerisi lokal olarak ele alınsa da perdenin diğer bazı özel lokal bölgeleri de incelenmiştir.

GR3 galerisinin 0+36 ile 0+108 m ve 0+108 ile 0+180 arasındaki kaya kütle tanımlaması arasındaki fark, daha önceki bölümde belirtilmiştir. 0+36 ile 0+108 m’ler arasındaki F2 fayı ile fazla ilişkisi bulunmayan, masif az çatlaklı bölgedeki ortalama enjeksiyon alışının 25-50 veya maksimum 50-100 kg/m olduğu görülürken, TP-3’de F2 fayının yarattığı yoğun karstlaşma ve bozuk zonların da etkisiyle

ortalama alışlar 10000 kg/m'nin üzerine çıkmaktadır. 0+36 ile 0+108. m'ler arasındaki ortalama alışlar, galeri civarında az olmasına rağmen, fayların yaratmış olduğu aşırı kırılanma ve karstlaşmaya bağlı olarak 45-60. m'ler arasında 1000-5000 kg/m'ye ulaştığı görülmektedir. Yine 0+360 ile 0+396 m'ler arasında F2 fayı, yoğun bir şekilde kaya kütlesini etkilemekte böylece >10000 kg/m'lik alışlar meydana gelmektedir.

Kaya kütlesinin mühendislik ve yapısal özellikleri ile enjeksiyon alışları ve lugeon arasında her zaman doğrusal bir ilişki bulunmamaktadır. Az  atlaklı- masif bir kireçtaşı kütlesi düşük alış yaparken oldukça karstik ve parçalı zonlara sahip kaya kütlesi ise az alış yapabilmektedir. Az  atlaklı kayada, uygulanan 30-40 bar'lık enjeksiyon basıncına bağlı olarak, var olan ince çatlaklarda açılma, masif kayada ise kırılma ve parçalanmaya bağlı olarak enjeksiyon şerbeti çok daha uzak mesafelere gidebilir ve diğer bağlantılı boşluklarla ilişki kurularak yüksek enjeksiyon alışına sebep olabilir. Çok-kırıklı parçalı zonlarda ise çok az enjeksiyon alışının görülmesi ise lokal bir tıkanmaya işaret edebilir. Burada çok parçalı zonlarda görülmesi muhtemel kil dolgulu kesimlerin varlığı da bu duruma etkili olabilir. Böyle durumlara GR3 galerisinden aşağıdaki örnekler verilebilir.

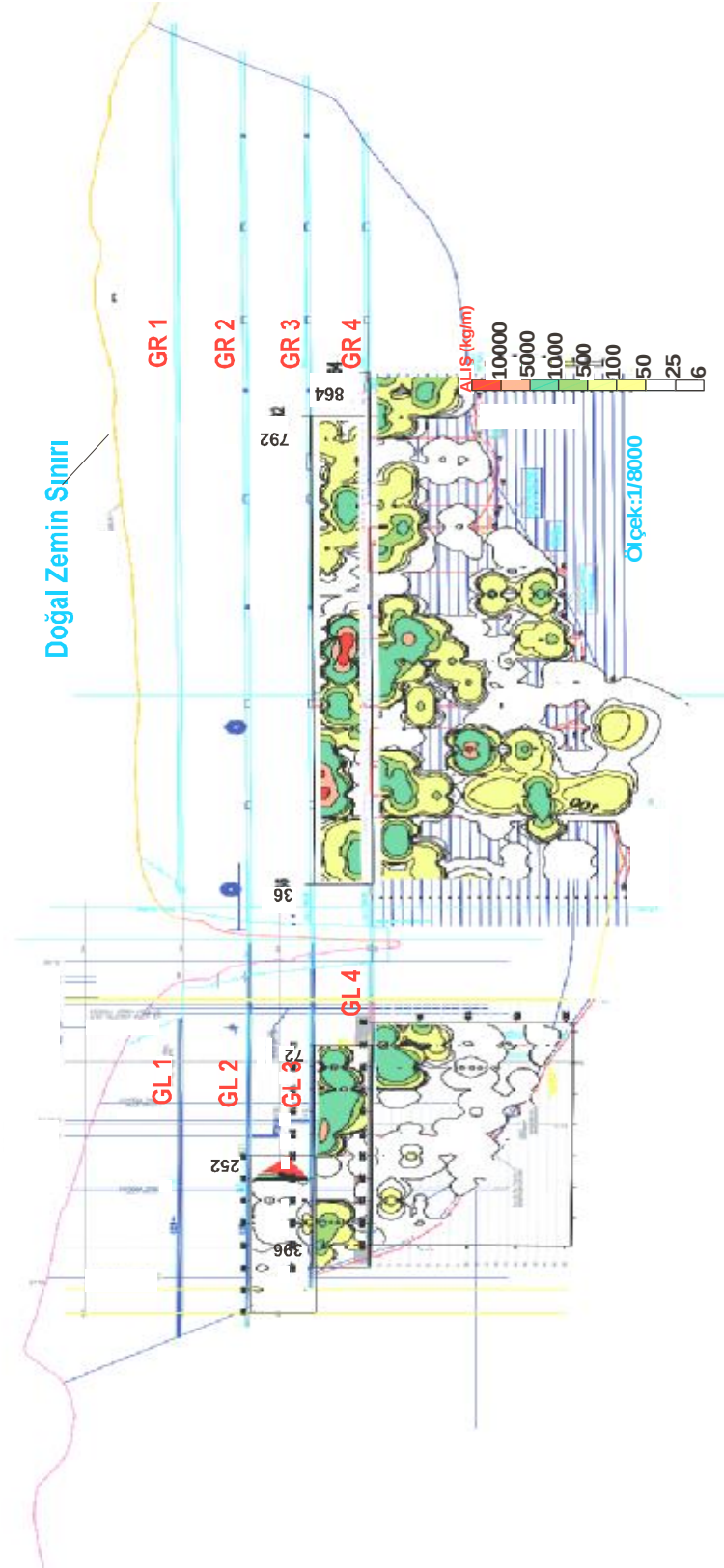
GR3 AP-108 kuyusunun 45-50 kademesi, genellikle 70-80 ortalama RQD değerine sahip, genellikle az çatlaklı, masif sayılabilecek kaya kütlesinden oluşmasına rağmen 2440 kg/m ortalama alış yapmıştır. Tersine 50-55 kademesi ise çok daha kırıklı ve hatta 53-54 m arasında aşırı kırıklı-ezik, parçalanmış bir zon içermesine rağmen 6 kg/m'lik alış göstermiştir. Burada,  st zondaki hidrolik kırılmaya bağlı olarak alt kademelerdeki kütleyle oluşabilecek bağlantı gözönünde tutulmalıdır. Ancak bu tür lokal durumlar genel enjeksiyon gidişini çok fazla değiştirmemektedir.

Sağ sahilde ana su yolları F2 fayı ve ona paralel gelişen faylarla ve eklemlerle sağlanmaktadır. F2 fayının yoğun kesme etkisi 0+108 den 0+432 ye kadar etkili olmakta, böylece çok yoğun bir şekilde kırıklı-parçalanmış ve ezik zonlar meydana gelmiştir. Ayrıca bu ana süreksizlik yüzeyleri boyunca kolayca taşınma imkanı

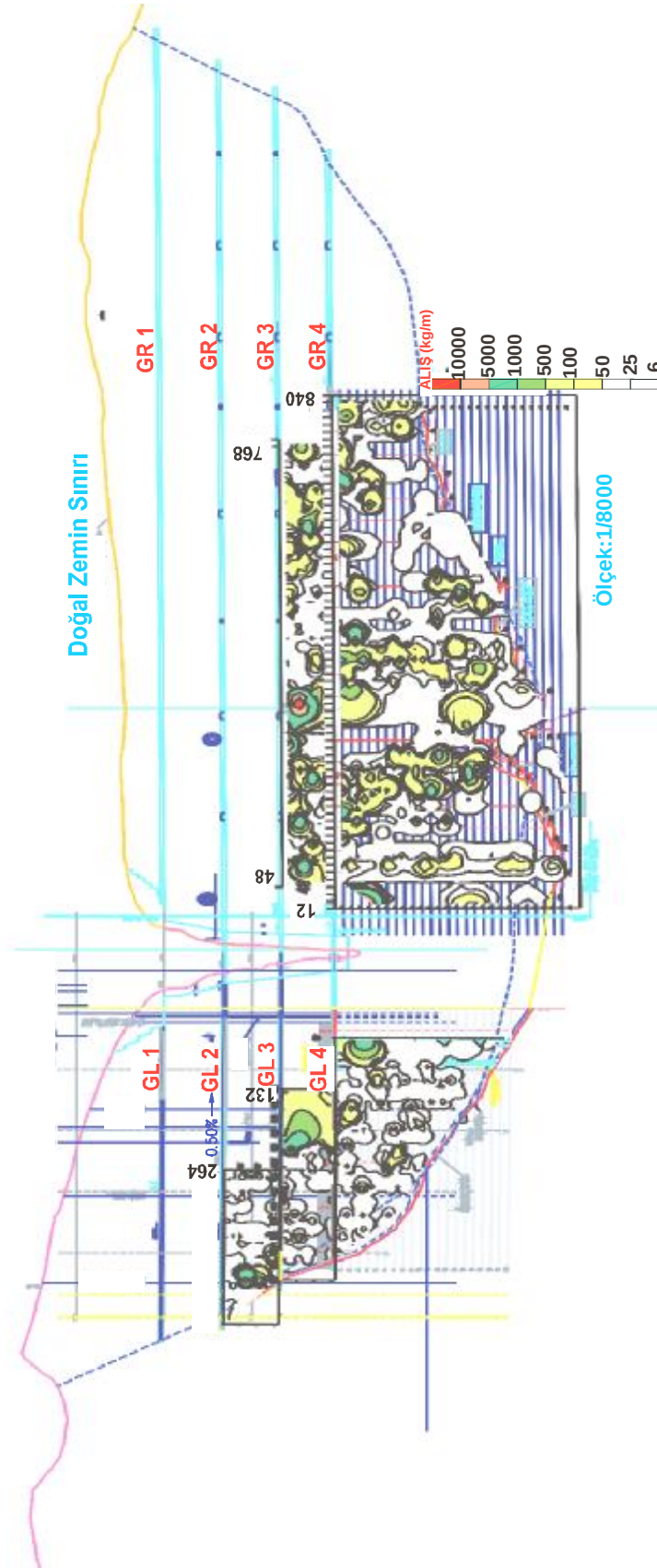
bulunan suyun etkisiyle birçok karstik zon meydana gelmiştir. Ayrıca bu karstla çoğunlukla birbirlerine bağlı olan boşluklar olup suyun ve dolayısıyla enjeksiyon şerbetinin çok uzaklara taşınmasını sağlamaktadır. Bu durumun sonucu olarak Ek-7’de de gösterildiği üzere enjeksiyon alışları ve lugeon değerlerinin arttığı açıktır ve kaya kütlesi özellikleri ile enjeksiyon alışları arasındaki ilişkinin doğrusal olarak geliştiği söylenebilir.

Enjeksiyon işlerinin kontrolünün sürekli sağlanması için enjeksiyon perdesi kesiti üzerinde enjeksiyon faz alışlarının sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir. Böylece herbir kuyunun herbir kademesine karşılık gelen ortalama alışları girilerek Surfer® 7.0 paket programı kullanılarak kontur diyagramları çizilmiştir. Daha sonra dosya AutoCAD® programında halihazırda bulunan enjeksiyon perdesi kesiti üzerine taşımıştır. Burada kontrol mekanizması olarak daha önceden de bahsedildiği gibi birincil (P) fazdan son beşincil (F) faza doğru enjeksiyon alışlarının kg/m bazında azaldığının görölmesidir. Şekil 4.25’ten Şekil 4.29’a kadar incelenirse ilk fazlarda görölen 10000 kg/m’lik ortalama alışlar fazlar ilerledikçe azalmıştır. En sonki beşincil fazda açıkça görölmektedir ki kuyu aralıkları daraldıkça enjeksiyon alışları toplam sistemde azalmaktadır.

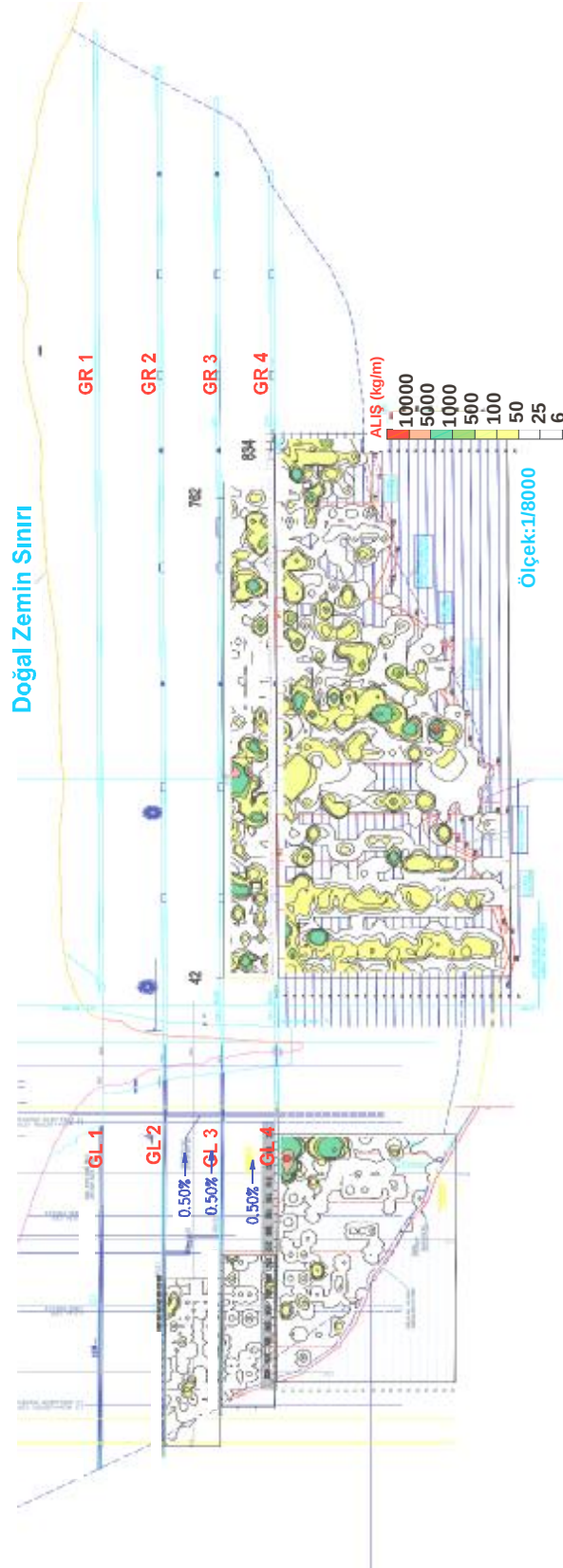
Enjeksiyon perdesinin oturduğu kayaç kütlesinin geçirimsizliğin kontrolü için ise basınçlı su testlerinden elde edilen lugeon değerlerinin enjeksiyon perdesi kesiti üzerinde gösterilmesi mantığıdır. Şekil 4.30’da enjeksiyon perdesinin lugeon değerleri yine kontur diyagram olarak gösterilmiştir. Şekil 4.30 incelendiğinde lugeon değerleri, enjeksiyon alışları ve kireçtaşı kütlesinin mühendislik özellikleri arasında doğrusal bir ilişki göröleceği açıktır.



Şekil 4.25. AP (Birincil) evresi ortalama enjeksiyon alışları (kg/m)



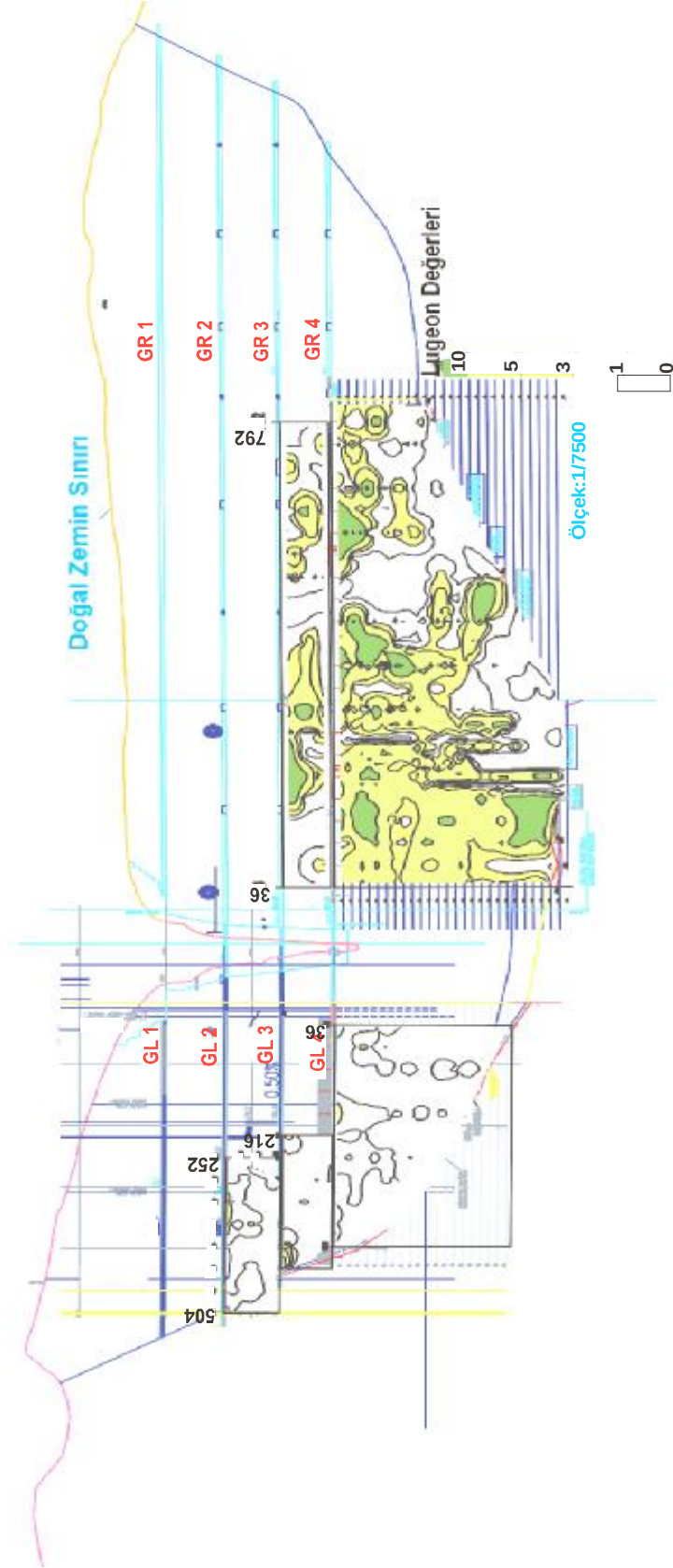
Şekil 4.26. AS (İkincil) evresi ortalama enjeksiyon alışları (kg/m)



Şekil 4.27. AT (Üçüncül) evresi ortalama enjeksiyon alışları (kg/m)



Şekil 4.28. AQ (Dördüncül) evresi ortalama enjeksiyon alışı (kg/m).



Şekil 4.30. Sağ ve Sol sahil genel lugeon değerleri

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

- 1) GR3 galerisi, kaya kütle koşulları, GR4'e göre çok daha kötüdür. Bu durum ortalama enjeksiyon alışlarından da ortaya çıkmaktadır. Üst galerilere doğru gidildikçe karstlaşma ve bozuk zonlar daha da artmaktadır. Perde bağlantı kuyularının ortalama enjeksiyon alışları incelendiğinde yine GR3 galerisi ortalama enjeksiyon alışlarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum GR3'de kaya şartlarının daha kötü olduğunu kanıtlamaktadır.
- 2) Q kuyularına ve kontrol kuyularına gelinmesine rağmen, halen yüksek lugeon ve enjeksiyon alış değerlerinin çıktığı bölümlerde beşincil (F) ve gerekirse G kuyularının da açılması gerekebilir.
- 3) Sağ sahilde en büyük süreksizlik düzlemi, F2 fayıdır ve bu faya bağlı olarak yoğun karstlaşma ve ezik zonlar oluşmuştur ve bu zonlar ana su yollarını oluşturması bakımından önemlidir.
- 4) Galeri içi jeolojik haritalamaları ve karot tanımlama verileri ışığında GR3 galerisi ve çevresinde başlıca 3 tip kaya kütlesi tanımlanmıştır. Birinci tip kaya kütlesi F2 fayından ve 80/80 duruşlu ana eklem sisteminden çok az etkilenen kaya kütlesidir. Bu kaya kütlesi masif, az karstik, az-orta eklemli kaya kütlesidir. Bu kaya kütlesi, düşük lugeon değerleri ve maksimum 25-100 kg/m'lik düşük enjeksiyon alışları görülmektedir. Ancak F2 fayı ve bu faya bağlı gelişen fay ve eklemlerin etkisiyle (265/48) meydana gelen çok kırıklı, ezik ve parçalanmış ve yüksek derecede karstik kaya kütlesi ise 10-25, >25 lugeon değerleri ve 10000 kg/m'den daha yüksek enjeksiyon alışları görülmüştür. Böylece kaya kütle sınıfları ile enjeksiyon alış ve lugeon değerleri arasında bazı yersel ters durumların dışında, genelde doğrusal bir ilişki mevcuttur. Yani kayanın mühendislik özellikleri kötüleştikçe genelde çok daha yüksek lugeon değerleri ve çok daha yüksek enjeksiyon alışları görülmektedir.

- 5) Enjeksiyon alışı ile lugeon değerleri arasında genellikle doğrusal bir ilişki mevcuttur. Ancak gerek hidrolik kırılma ve gerekse tıkanma olayının etkisiyle düşük lugeon değeri çıkan bir kademe yüksek alış yapabilmektedir. Tersine de yüksek lugeon değeri çıkan bir kademede ise çimento özgül yüzeyi değerinin de etkisiyle tıkanma olabilmekte çok az alış yapabilen kademeler bulunmaktadır.
- 6) GR3, Test Paneli-3'de enjeksiyon işlerinin başarısı düşük iken GR4 galerisindeki Test Paneli-1 ve 2'de daha başarılı olunmuştur (Ek-12). Bunda, GR3'deki bağlantılı boşlukların ve F2 fayının yoğun etkisi büyüktür.
- 7) Kil dolgulu kesimlerin enjeksiyonu dolgusuz çatlaklardan daha önemlidir. Çünkü, enjeksiyon şerbetinin giremeyeceği kil dolgulu kesimler, baraj su tuttuktan sonra yüksek basınçlı su etkisiyle yıkanıp gitmesi mümkündür. Bu yüzden çok kalın killi kısımların geçildiği bölgelerdeki enjeksiyonun mümkün olduğu kadar kil dolgulu kesimleri belli bir bölgede hapsedecek şekilde olmalıdır.
- 8) Kil dolgulu kesimler gibi çok ince çatlaklı kaya kütlelerinin enjeksiyon sonuçları da önemlidir. Bu gibi bölümlerde az enjeksiyon alışı görülmesi, çimento özgül yüzey değerinin (blaine) çatlaklardan daha büyük olması nedeniyle gelişebilir. Ancak su, bu tür çatlaklardan rahatlıkla geçebilir. Bu gibi kademelerde yüksek lugeon düşük enjeksiyon alışı bu şekilde açıklanabilir.
- 9) Lugeon kategorileri ile enjeksiyon alışı arasında 3-5 lugeon kademesine kadar düzensiz, 3-5 lugeon kategorisinden sonra çok düzgün bir ilişki mevcuttur. Akış tiplerinin lugeon değerleri ile enjeksiyon alışı arasında tıkanma ve yıkanma akış tipi hariç fazla bir ilişki yoktur. Özellikle 3-5 kademesi hemen hemen tüm akış tipleri ve lugeon-

enjeksiyon alışı ilişkileri incelendiğinde en düşük seviyede enjeksiyon alışı görülmüştür. 3-5 kademesi kapalı ve bağlantısız boşlukları *göstermesi bakımından ayrıca önemlidir.*

- 10) Sağ sahil enjeksiyon öncesi (GR3-GR4) geçirimsizliği oldukça yüksektir. 5-10, 10-25 ve >25 lugeon kategorilerinin yüzde değerleri oldukça yüksek değerdedir (Şekil 4.24).

KAYNAKLAR

- [1] E.İ.E., “Ermenek Barajı ve HES Jeoloji Raporu”, Electrowatt Engineering Limited Şirketi, Zürih, Dolsar Mühendislik ve Limited Şirketi, c.1, Ankara, 69 s., (1999), (yayımlanmamış)
- [2] E.İ.E., “Ermenek Barajı ve HES Proje Raporu, İnşaat Planlaması”, Electrowatt Engineering Limited Şirketi, Zürih, Dolsar Mühendislik ve Limited Şirketi, Ankara, c.10, 49 s., (1999), (yayımlanmamış)
- [3] Ermenek Dam HEPP, “Research and Evaluation Report”, <http://www.wwf.org.tr>.
- [4] Gedik, A., Birgili,Ş., Yoldaş, R. “Mut-Ermenek-Silifke Yöresinin Jeolojisi ve Petrol Olanakları”, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bült. **(19)2**: 117-127, (1979).
- [5] Yıldız, A., Toker, V., Demircan, H., Sevim, S., “Mut Havzası Pliyosen-Pleyistosen Nannoplankton, Planktik Foraminifera, İz Fosil Bulguları ve Paleoortam Yorumu”, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, s.123-144, Ankara, (2003).
- [6] Gökçen, N., Tanar, Ü., “Mut-Ermenek Tersiyer İstifinin Stratigrafisi ve Mikropaleontolojisi”, MTA Dergisi, 110, s. 175-180, Ankara, (1990).
- [7] Koçyiğit, A. “Karaman-Ermenek (Konya) Bölgesinde Ofiyolitli Melanj ve Diğer Oluşuklar”, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.19,113-116 s., Ankara, (1976).
- [8] Özsan, A., “Görmel Barajı (Ermenek, GD-Konya) Kuvvet Tünel Güzergahının Mühendislik Jeolojisi İncelemesi”, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, s.5-10, Ankara, (1990).
- [9] Özsan, A., “Görmel Baraj Yeri İle Göl Alanının (Ermenek-Konya) Mühendislik Jeolojisi ve Kayaların Jeoteknik Özellikleri”, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c.32, 9-13 s., Ankara, (1989).
- [10] Türkmen, S., “Gezende Baraj Yeri ve Dolayının (Mut) Jeoloji İncelemesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fenbilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana, 108 s, (1987), (yayımlanmamış).

- [11] Türkmen, S., Demirkol, C., “Gezende Barajı Dolayının (Mut) Jeoloji İncelemesi”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, **4 (1)**: 17-37, Adana, (1989).
- [12] Şahinoğlu, C. “Enjeksiyon Üzerine Teorik ve Pratik Bilgiler“, DSİ Jeoteknik Seminer Kitabı,c.1, Cevizli, İstanbul, 254s., (1987).
- [13] Çatal, A., “Atatürk Barajı Jeoteknik Uygulamaları”, Atak Ofset Tesisleri Matbaası, 145 s., (1993).
- [14] Çolakoğlu, Y., “Barajlarda Çimento-Bentonit Enjeksiyonu”, DSİ Jeoteknik Seminer Kitabı,Cilt-1., Cevizli, İstanbul, 254s., (1987).
- [15] Altuğ, S., “Lugeon Basıncılı Su Deneyi”, E.İ.E. Genel Direktörlüğü, Ankara, 27 s., (1971), (yayımlanmamış).
- [16] ISRM Congress, “ISRM Rock Grouting Commission On Rock Grouting”, 51 s., (1995).
- [17] Nonveiller, E., “Grouting Theory and Practice”, Elsevier, Amsterdam, 250 p., (1989).
- [18] BM Mühendislik ve İnş., “Ermenek Barajı Perde, Perde Bağlantı, Kontak Konsolidasyon Enjeksiyonları Delgi ve Enjeksiyon Metodolojisi”, BM Mühendislik ve İnş. 29 s., Ankara, (2004), (yayımlanmamış).
- [19] Altug, S., Aslan, A., Jung, G., Zenz, G., “Ermenek Barajı ve HES, Ayrıntılı Proje, Enjeksiyon Perdesi, Test Panelleri 1,2 ve 3’ün Değerlendirilmesiyle Hazırlanan Ara Rapor”, Verbundplan Branch Office Salzburg, (2005), (yayımlanmamış).
- [20] Bienawski, Z..T. “Engineering Rock Mass Classification”, Mc Graw Hill, 237 p., Newyork, (1989).
- [21] Barton, N., Lien, R., and Lunde, J. “Engineering Classification Of Rock Masses For Design Of Tunnel Support”, Rock Mechanics, 6, s. 189-236, (1974).
- [22] Jung, G., Wiltafsky, C., Aslan, A., Mayer., “Baraj Yamaç Stabilesi”, Verbundplan Branch Office Salzburg, Ermenek, 104 s., 2004 (yayımlanmamış).

- [23] Deere, D.U. and Miller, R.P. “ Engineering Classification and Index Properties Of Rock”. Technical Report. No. AFNL-TR-65-116. Albuquerque, NM:Air Force Weapons Laboratory, (1966).
- [24] ISMR Commission. “On Standardisation of Laboratory and Field Tests. Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses.” Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.15, s. 319-368, (1978).
- [25] ISRM, “Rock Characterization, Testing and Monitoring-ISRM Suggested Methods. Pergamon Press, Oxford, E.T.Brown, 211 p., (1981).
- [26] Lugeon, M., “Barrages et Geologie”, Dunod, Paris.

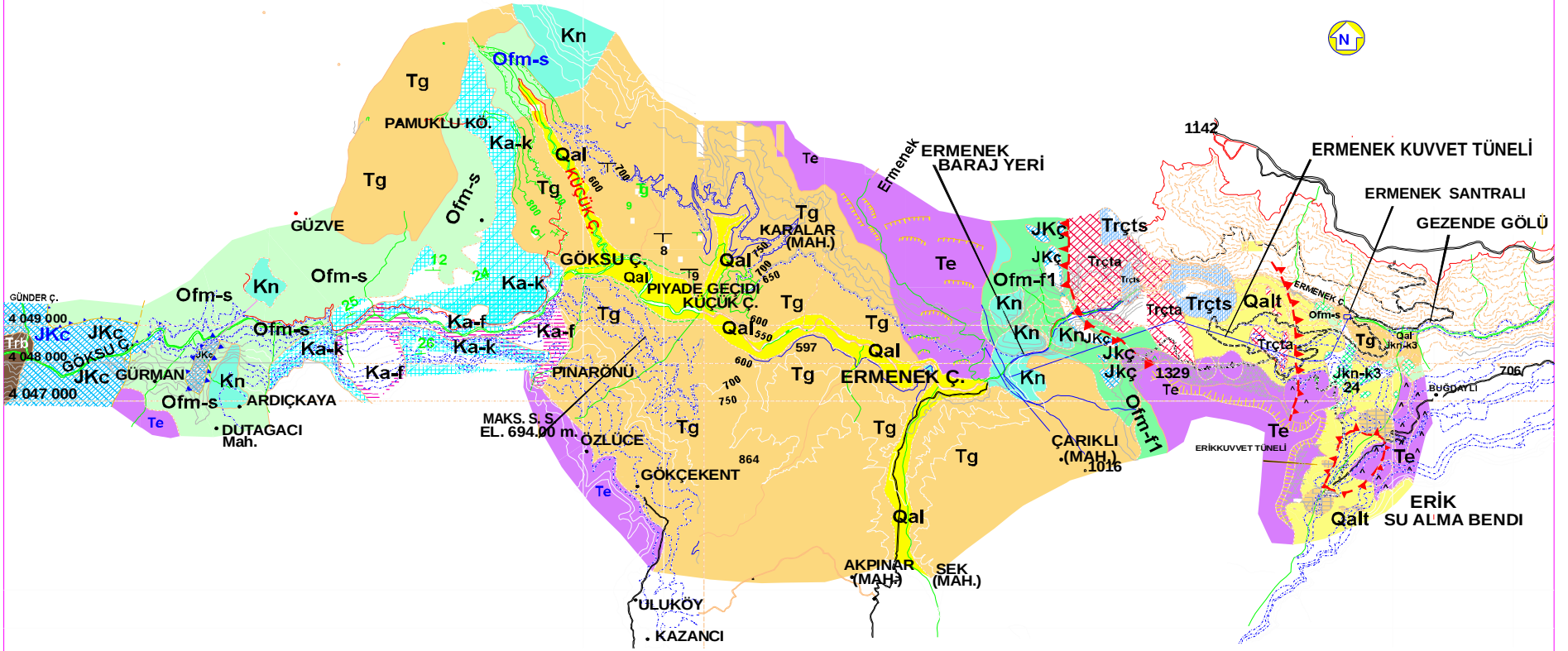
ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Resul Pamuk
Doğum yeri ve Tarihi : Mersin/30.01.1977
Medeni Hali : Bekar
Mevcut Durumu : Yüksek Lisans Öğrencisi
Yabancı Dil : İngilizce
Adres : 50. Yıl M. 27354 S. No:33 MERSİN
Telefon : (0324)4732896
E-Posta : resul_pamuk@yahoo.com

Eğitim Durumu :

İlkokul : Kuayi Milliye İlkokulu
Ortaokul : Mersin Ortaokulu
Lise : Mersin Tevfik Sırrı Gür Lisesi
Ön Lisans : Mersin Üniversitesi Erdemli M.Y.O. Bilgisayar Programcılığı Bölümü
Lisans : Mersin Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü
Yüksek Lisans : Mersin Üniversitesi Müh. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü
Ünvanı : Yüksek Lisans Öğrencisi

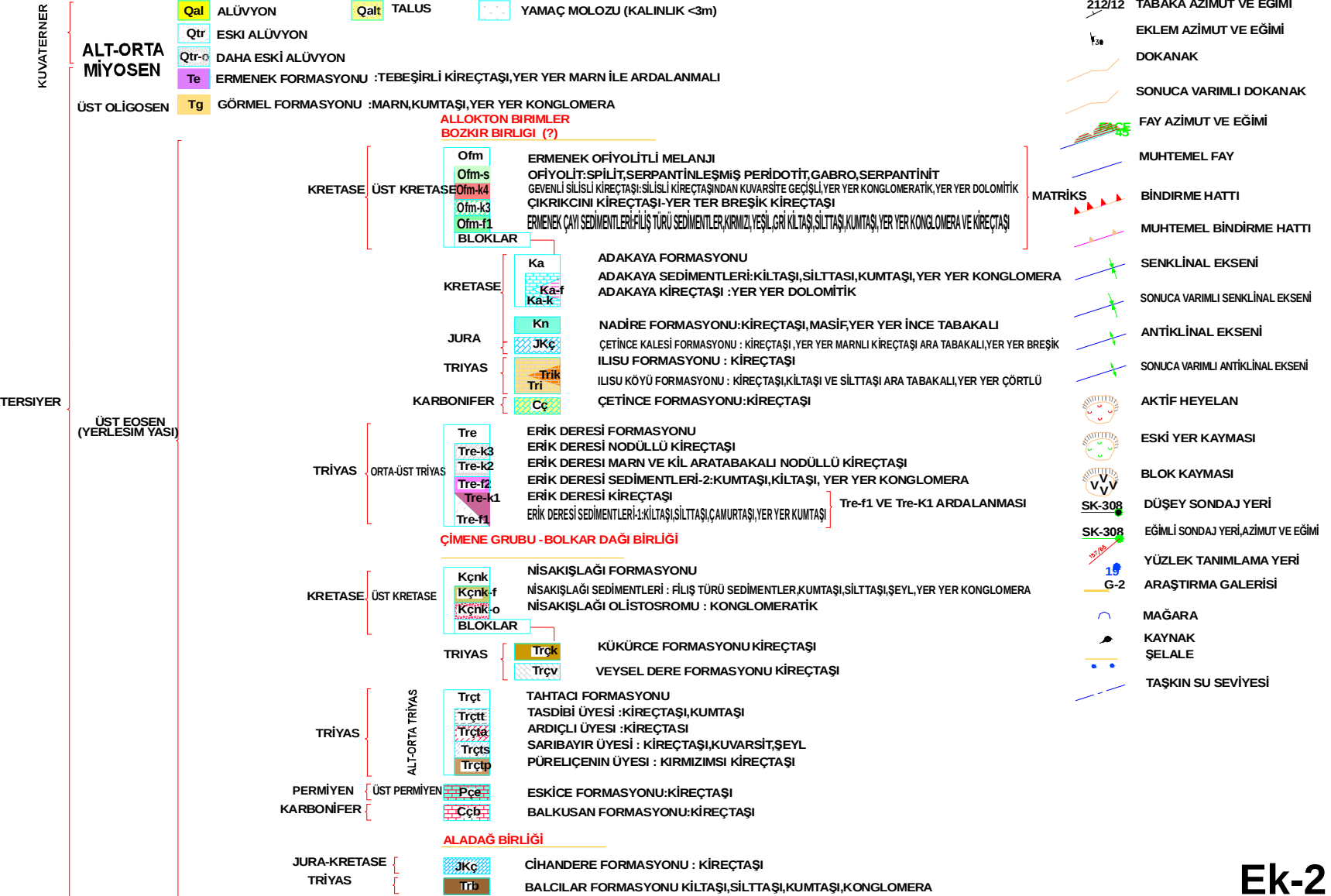
PROJE ALANI GENEL JEOLJİ HARİTASI



ÖLÇEK
0 2500 5000m

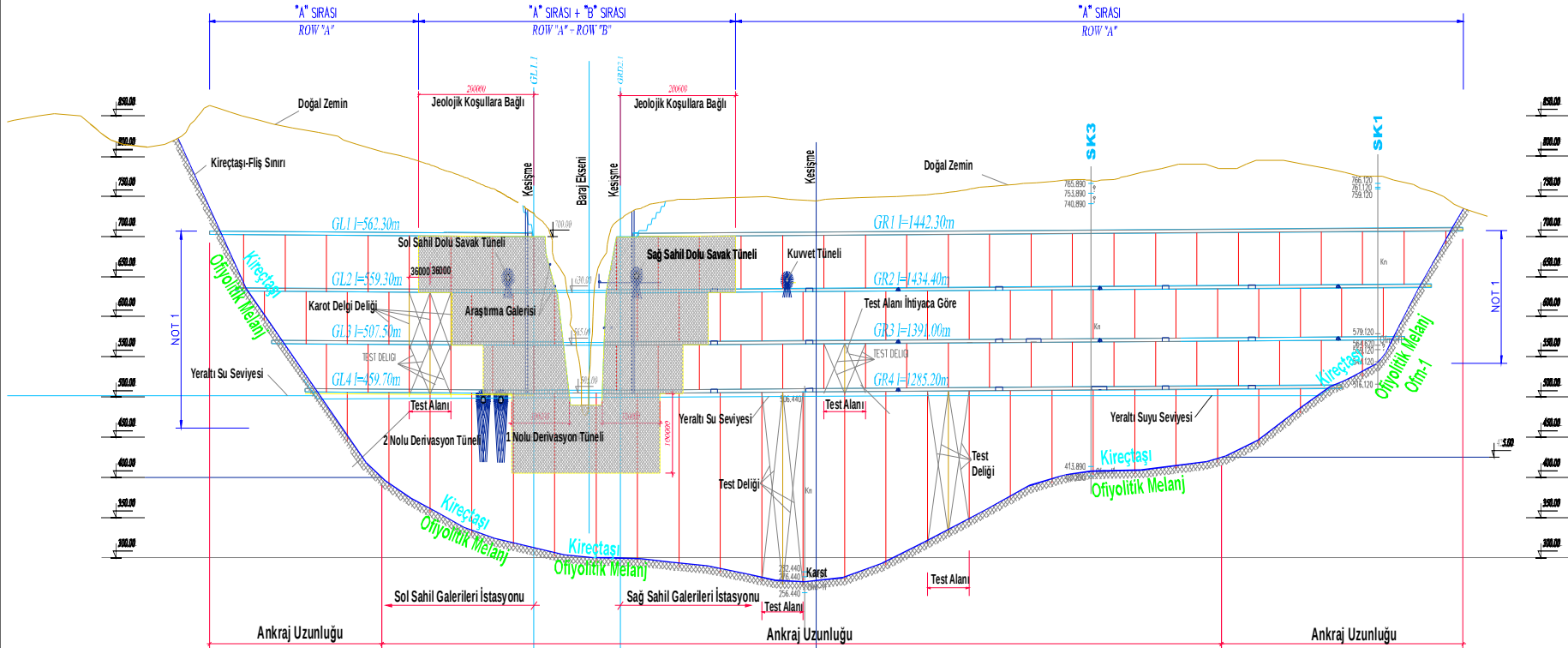
EK-1

OTOKTON BİRİMLER



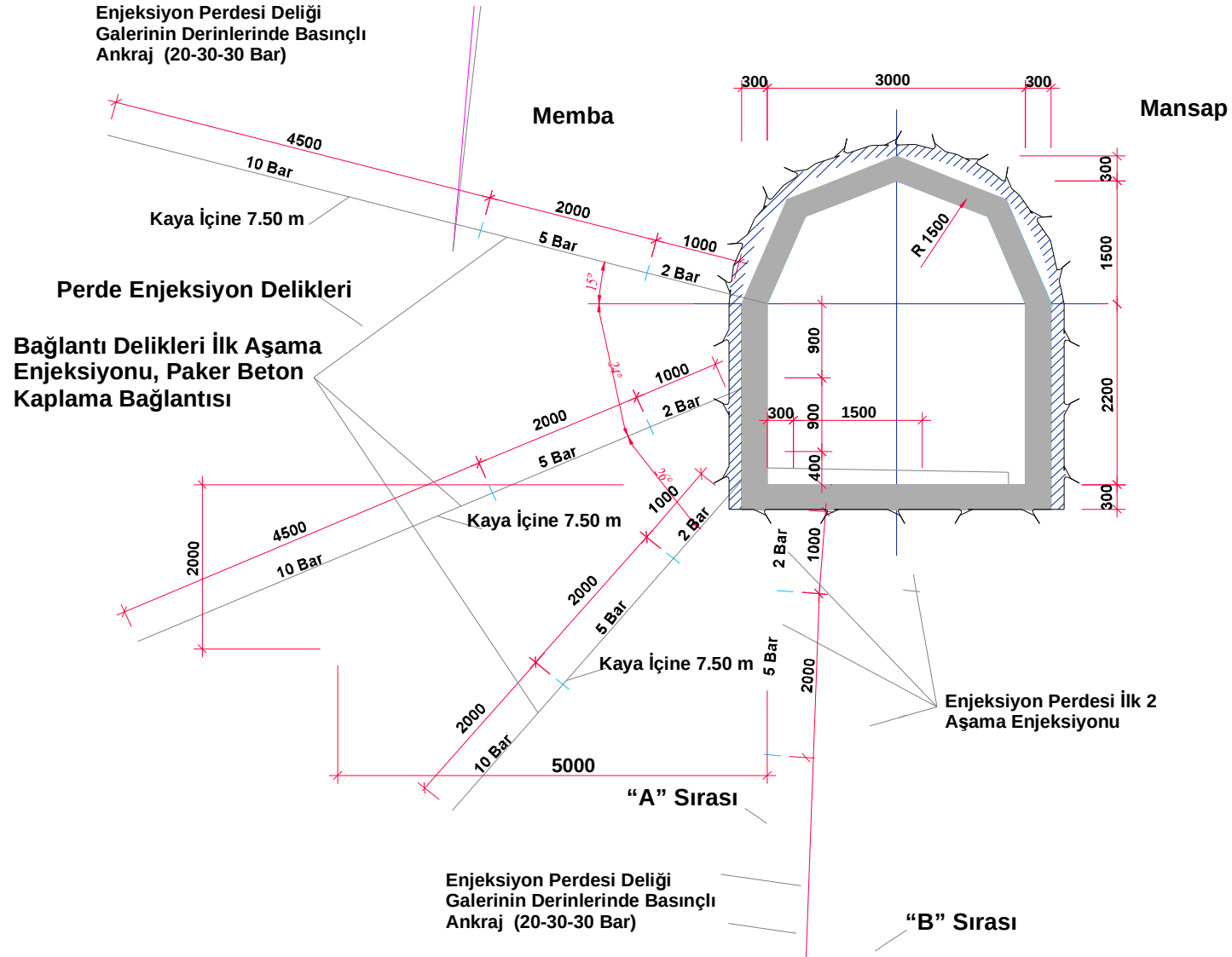
Ek-2

ENJEKSİYON PERDESİ BOYUNA PROFİLİ 1:5000



EK-3

TİPİK ENJEKSİYON GALERİSİ KESİTİ 1:75



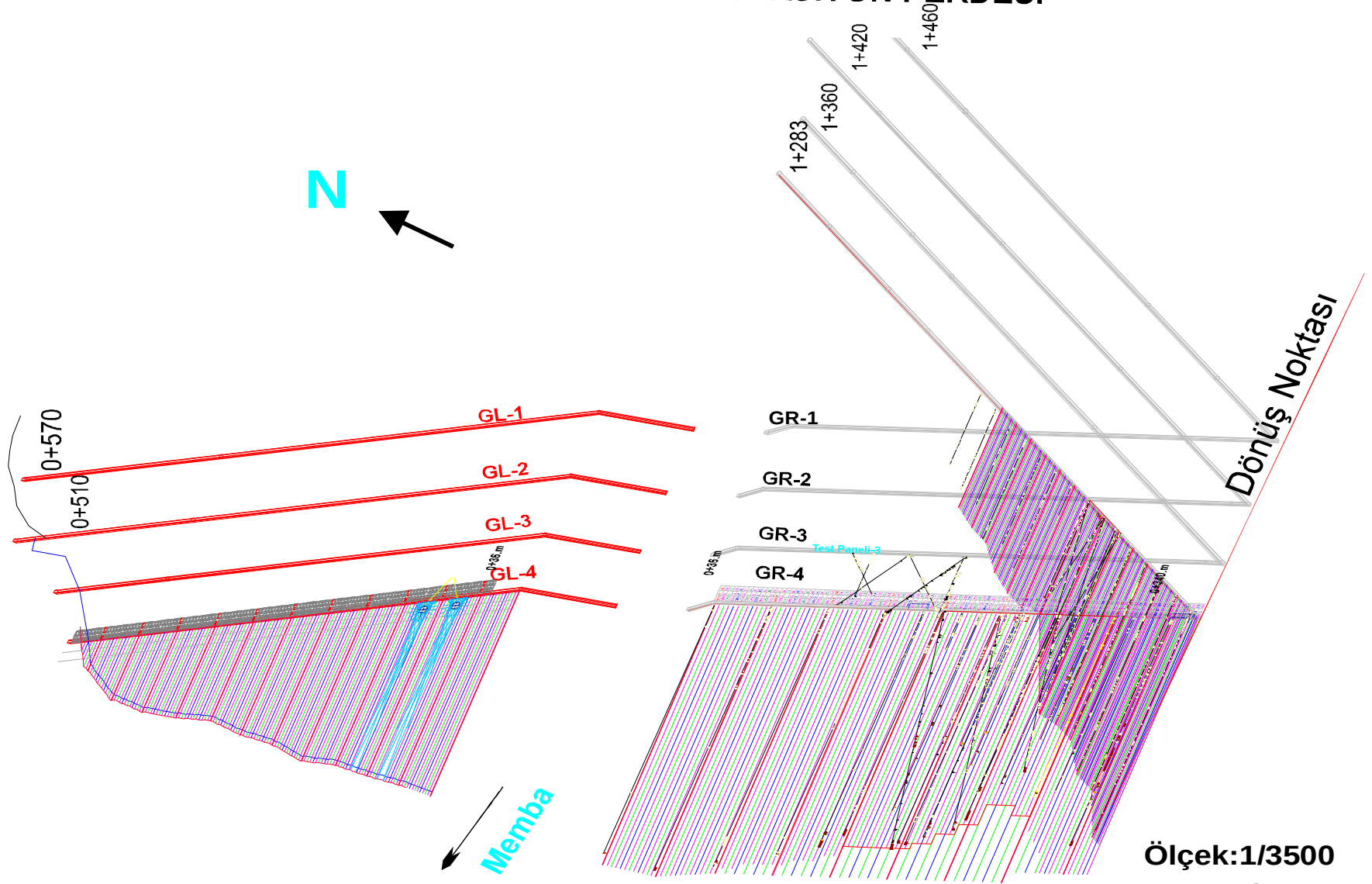
EK-4

[illegible]

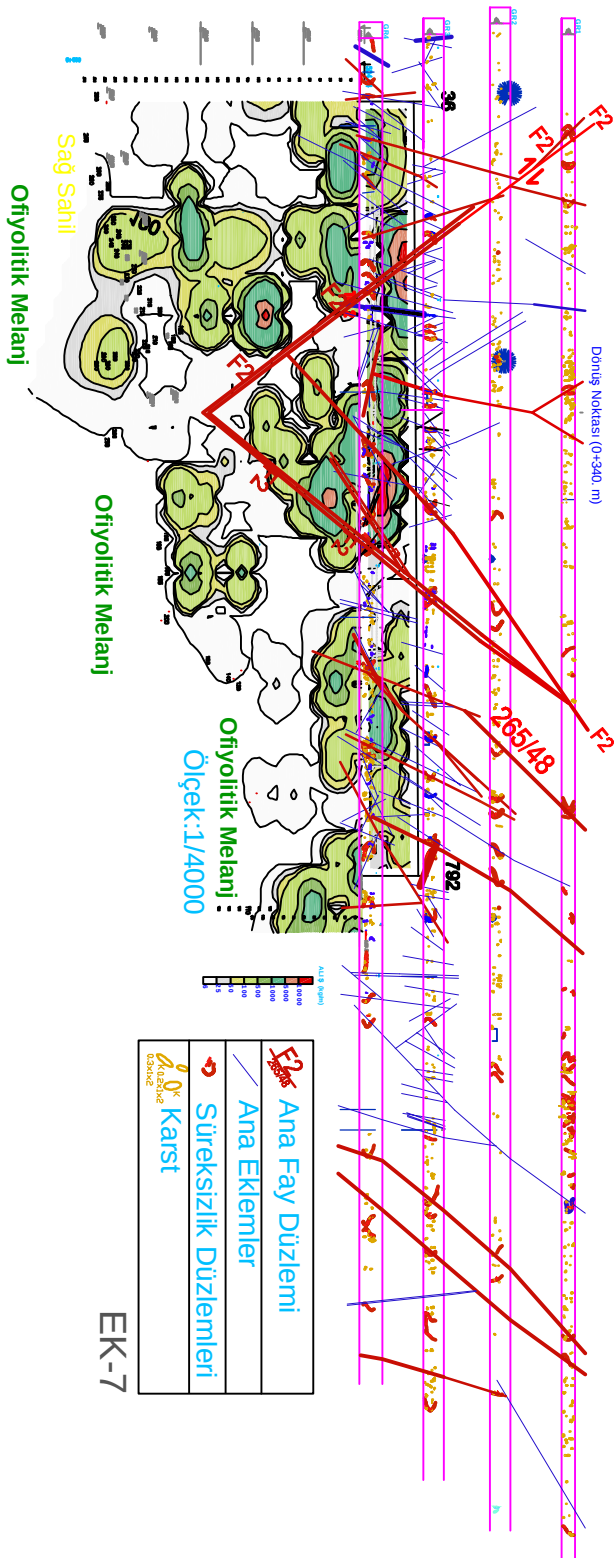
The figure displays a Gantt chart for five machines, labeled Faz(1) through Faz(5). The horizontal axis represents time, with vertical grid lines indicating task boundaries. Each machine's schedule is shown as a row of colored segments representing different tasks. The colors used are red, blue, yellow, and green. Numerical values are placed below the timeline to indicate specific time points or durations: 1500, 3000, 6000, 12000, and 36000. These values appear at regular intervals across the timeline.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

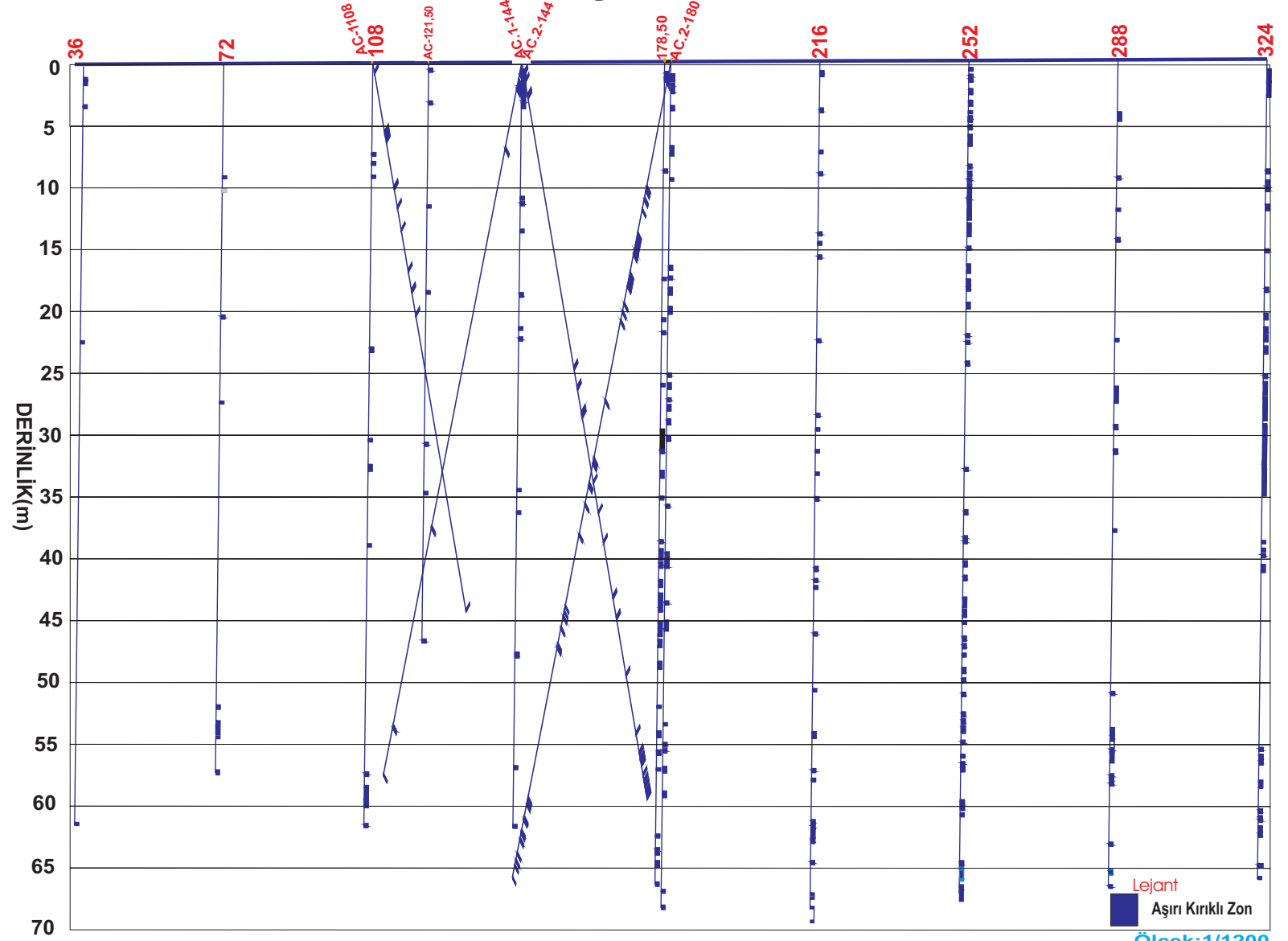
ERMENEK BARAJI GENEL ENJEKSİYON PERDESİ



Ermenek Barajı Sağ Sahil Ana Fay ve Kırık Sistemleri İle Enjeksiyon Alışları Arasındaki İlişki



GR-3 Galerisi Aşırı Kırıklı ve Bozuk Zonlar



Ölçek: 1/1200

EK-8

GR3-AP36

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERECESESİ	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERECESESİ	KARSTLAŞMA		
0	100		-	W3	SK		0.00-0.85 m arası beton	31	100	45	5	W3	SK		
1	100	10	16	W3	MK		0.85-1.00 m arası parçalanmış (1 cm parça boyutu).	32	100	70	4	W3	SK		
2	100	22	7	W3	SK		1.00-1.30 m arası parçalı,kırıklı (1-3 cm parça boyutu).	33	100	30	7	W3	SK		
3	100	10	5	W4	MK		1.60-1.70 m arası parçalanmış (0.2-2 cm parça boyutu).	34	96	40	8	W3	MK		
4	100	20	7	W3	SK		2.90-3.00 m arası parçalanmış (0.3 cm parça boyutu).	35	100	70	3	W3	SK		
5	100	60	7	W3	SK		0.85 - 5.00 m arası geneli 45° çatlaklı,kırıklı ve yer yer tamamen parçalanmış,az-orta derecede okside kireçtaşı	36	100	70	2	W3	MK		
6	100	90	1	W2	SK			37	100	45	4	W3	MK		
7	100	95	2	W2	SK			38	97	85	2	W2	SK		
8	100	30	6	W3	MK		5.00 - 62.00 m. arası geneli yatay ve yer yer düşey çatlaklı,ayrışma yüzeyleri pürüzlü,okside-orta derecede okside gri kireçtaşı	39	100	65	5	W2	SK		
9	100	30	4	W3	MK			40	98	75	3	W2	SK		
10	100	50	3	W3	MK			41	99	40	5	W3	MK		
11	100	40	3	W3	MK		9.30 m'de 1 adet 90° sarı kil çimentolu çatlak.	42	100	85	2	W2	SK		
12	100	95	3	W2	MK			43	100	90	2	W2	SK		
13	100	70	2	W2	SK			44	100	70	3	W2	SK		
14	100	60	6	W3	SK		11.30-11.90 m arasında 1 adet 90° sarı kil dolgulu çatlak,çok okside.	45	98	67	3	W2	SK		
15	100	80	2	W3	SK			46	100	62	3	W2	SK		
16	100	85	3	W2	MK			47	100	57	4	W2	SK		
17	100	50	4	W2	SK			48	96	50	4	W2	SK		
18	100	40	5	W3	SK			49	100	65	4	W2	SK		
19	100	50	5	W2	MK			50	100	45	4	W3	MK		
20	96	50	4	W3	MK			51	100	30	7	W3	MK		
21	100	30	4	W3	SK			52	100	70	4	W2	MK		
22	100	60	6	W3	SK			53	100	80	2	W2	SK		
23	98	40	6	W3	SK			54	100	80	3	W2	SK		
24	97	90	2	W2	SK			55	100	75	5	W2	SK		
25	100	80	3	W2	SK			56	100	90	4	W2	MK		
26	100	50	4	W2	SK		26.10 m'de 1 adet 70°,az okside pürüzlü yüzeyli.	57	100	72	2	W2	SK		
27	100	80	3	W2	MK			58	99	74	3	W2	SK		
28	100	80	4	W3	MK			59	100	80	5	W2	SK		
29	100	90	2	W3	SK			60	99	85	3	W2	SK		
30	100	60	4	W3	SK			61	90	30	7	W2	MK		
31								62							

GR3-AP72

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERECESESİ	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERECESESİ	KARSTLAŞMA		

DE	KAROT	RÇ	ÇATL. (Aç)	AYI DEF	KARŞ	Lİ		DE	KAROT	RÇ	ÇATL. (Aç)	AYI DEF	KARŞ	Lİ	
0	-	-	-	-	-			31	97	85	4	W2	SK		
1								32	100	80	4	W2	SK		
1	100	50	5	W2	SK		1.00- 4.00 m arası geneli 45° çatlaklı,pürüzlü yüzeyli,orta derecede okside,gri kireçtaşı	33	100	98	1	W1	SK		
2	100	50	7	W2	SK			34	100	60	5	W1	SK		
3	100	50	7	W2	SK			35	100	67	5	W2	SK		
4	100	45	6	W2	SK		3.70-3.80 m arası parçalı-kırıklı,az okside	36	100	63	3	w2	SK		
5	96	80	3	W2	SK			37	100	90	3	w2	SK		
6	100	90	4	W2	SK		4.10 m'de 1 adet 70° pürüzlü yüzeyli,orta derecede okside.	38	100	81	2	W1	SK		
7	100	45	6	W2	SK		4.30-4.50 m arası kırıklı,oksidasyonsuz,temiz.	39	100	93	2	W1	SK		
8	100	50	7	W3	MK		4.90-5.00 m arası kırıklı,oksidasyonsuz,temiz.	40	100	95	2	W2	SK		
9	100	37	10	W3	MK			41	100	60	2	W2	SK		
10	100	63	6	W2	SK			42	100	87	2	W2	MK		
11	100	45	7	W4	MK		4.00-8.00 m. arası geneli yatay,az çatlaklı kırıklı,ayırışma yüzeyleri okside-orta derecede okside,pürüzlü,dolgusuz,sarı kil sıvalı,gri kireçtaşı.	43	92	56	4	W3	MK		
12	100	68	7	W2	MK			44	96	70	5	W4	HK		
13	98	35	9	W3	MK			45	97	25	6	W3	HK		
14	100	50	4	W2	SK			46	93	30	10	W3	HK		
15	98	70	6	W2	SK			47	92	0	14	W3	HK		
16	100	78	3	W2	SK			48	41	0	>50	W3	HK		
17	96	55	2	W2	SK			49	66	0	38	W3	HK		
18	100	32	5	W3	SK			50	74	10	23	W3	HK		
19	100	73	4	W2	SK		18.40-18.80 m arası kırıklı-parçalanmış.	51	78	10	16	W3	HK		
20	100	55	8	W2	SK		18.40-18.80 m arasında 1 adet 60°.	52	90	25	12	W3	HK		
21	100	58	4	W2	SK			53	100	0	15	W3	HK		
22	97	75	4	W2	SK			54	54	0	19	W3	HK		
23	100	90	3	W2	SK		24.50 m.de 1 adet 45°,2 mm. açıklıklı,dolgusuz,oksidasyonsuz,temiz çatlak.	55	91	27	10	W3	HK		
24	98	62	6	W2	SK			56	89	15	11	W3	HK		
25	100	85	4	W2	SK			57	79	25	10	W3	HK		
26	96	85	3	W2	SK		26.90 m.de 1 adet 45°, 3 mm. açıklıklı,dolgusuz,oksidasyonsuz,temiz çatlak.	58	51	0	>50	W3	HK		
27	100	95	2	W2	SK			59	68	0	>50	W3	HK		
28	93	45	2	W3	SK			60	80	0	19	W3	HK		
29	88	10	5	W3	MK		29.00-30.00 m. arası çok çatlaklı-kırıklı,orta derecede okside,pürüzlü ve sarı kil sıvalı çatlak yüzeyleri	61	86	22	13	W3	HK		
30	95	83	2	W2	SK			62							

GR3-AP108

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERECE	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERECE	KARSTLAŞMA		
0	-	-	6	W2	SK		0.00-0.70 m arası beton	31	97	50	9	W3	SK		
1							0.70-1.00 m arası	32							

1	100	80	4	W2	SK	parçalanmış,temiz yüzeyli.	32	100	47	11	W3	SK	32.25-32.60 m arası
2						1.00-2.00 m arası 45°,temiz-	33						kırıklı,oksidasyonsuz,sarı
3	100	80	4	W2	SK	okside olmamış,pürüzlü yüzeyli	34	100	45	7	W2	SK	ı kil sıvalı
4						2.00-5.00 m arası yatay,temiz-	35						
5	100	95	2	W2	SK	okside olmamış çatlaklar	36	100	80	6	W2	SK	
6						2.60 ve 2.90 m'de 1 adet	37						
7	100	92	7	W3	SK	60°,okside olmuş,basamaklı	38	100	60	8	W3	SK	35.30-35.40 m arası
8						yüzeyli çatlak	39						parçalanmış,sarı kil
9	96	35	7	W3	MK	4.20-4.60 m arası kırıklı,temiz	40	100	64	3	W3	SK	sıvalı
10						yüzeyli	41						
11	100	50	13	W4	HK	4.60 m.de 1 adet 60°,temiz	42	100	50	7	W3	SK	28.00-48.00 m arası
12						yüzeyli.	43						geneli kırıklı,30°-45° ve
13	100	37	9	W5	HK	5.00-9.00 m arası 45°,aşırı	44	100	60	8	W3	SK	yatay çatlaklı,orta der.
14						okside,pürüzlü yüzeyli çatlaklar.	45						okside olmuş,yer yer
15	100	23	11	W5	HK	5.50-6.00 m arası kırıklı,sarı kil	46	100	40	9	W3	SK	sarı kil sıvalı,pürüzlü
16						sıvalı.	47						yüzeyli eklemeler.
17	100	80	6	W3	MK		48	100	52	9	W3	SK	
18						6.60-6.80 m arası 0.5 cm parça	49						
19	100	60	5	W3	MK	boyutlu,okside parçalanmış	50	100	48	9	W3	SK	
20						zon.	51						
21	100	73	6	W3	MK		52	100	98	2	W1	SK	44.40 m'de 1 adet
22						7.30-7.40 m arası	53						45°,sarı kil
23	100	30	7	W3	MK	parçalanmış,okside,sarı kil sıvalı.	54	92	90	5	W2	SK	dolgulu,basamaklı,aşırı
24						7.85-8.60 m arası	55						okside yüzeyli
25	98	95	2	W3	SK	parçalanmış,okside,sarı kil sıvalı.	56	96	88	7	W4	HK	44.70-44.80 kırıklı,az
26							57						
27	100	97	2	W2	SK	9.00-13.00 m arası 45°	58	97	75	4	W3	SK	48.00-62.00 m arası
28						çatlaklı,yüzeyleri kısmen sarı	59						geneli yatay
29	98	87	4	W2	SK	kil sıvalı,az okside	60	93	70	5	W3	SK	çatlaklı,eklem yüzeyleri
30						olmuş,pürüzlü yüzeyli	61						orta derecede
31	100	98	4	W1	SK	eklemeler.	62	92	62	4	W3	MK	okside,sarı kil sıvalı ve
32						13.00-20.60 m arası yatay,yer	63						
33	96	52	9	W2	SK	yer yer sarı kil sıvalı,az okside ve	64	41	98	4	W2	SK	
34						pürüzlü eklem yüzeyli	65						
35	100	83	5	W2	SK		66	66	90	3	W2	SK	50.70-50.90 m arası 1
36							67						adet 90°,sarı kil sıvalı,az
37	100	90	3	W3	MK		68	74	75	4	W3	MK	okside,pürüzlü yüzeyli
38						20.70-21.10 cm arası 0.3 cm	69						çatlak.
39	100	52	19	W5	MK	sıklıkla yatay,kahverengi kil	70	78	20	12	W4	SK	51.00-52.00 m arası
40						sıvalı,aşırı okside eklem yüzeyli	71						yatay çatlaklı,kırıklı,sarı
41	100	40	8	W5	HK		72	90	45	8	W3	SK	kil sıvalı,aşırı
42							73						okside,basamaklı yüzeyli
43	97	90	3	W5	MK		74	100	0	>50	W5	SK	52.00-52.10 m arası
44							75						parçalanmış(0.5 cm
45	100	98	5	W3	SK		76	54	10	13	W5	HK	parça boyutu),sarı kil
46							77						sıvalı,aşırı okside
47	98	84	6	W2	SK		78	91	80	4	W4	MK	53.00-54.40 m arası
48							79						parçalanmış(0.5-1 cm parça
49	100	82	6	W3	SK		80	89	85	3	W4	HK	boyutu),sarı kil sıvalı,aşırı
50							81						okside eklem yüzeyleri.
51	96	52	7	W3	SK		82	79	90	4	W3	HK	
52						27.50-27.60 m arası tamamen	83						
53	100	65	9	W3	SK	parçalanmış,dolgunuz.	84	51	70	4	W3	MK	53.50,53.90 ve 54.10
54							85						m'lerde 1'er adet 70°
55	93	52	10	W2	HK		86	68	98	1	W3	SK	çatlak,sarı kil sıvalı,aşırı
56							87						okside,basamaklı
57	88	22	17	W4	SK		88	80	99	3	W3	SK	yüzeyler.
58							89						
59	95	92	4	W2	SK		90	86	80	3	W3	SK	
60							91						
61							92						
62							93						

GR3-AP144

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRISMA DERECESESİ	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRISMA DERECESESİ	KARSTLAŞMA		
0	-	-	>50	W2	SK		Beton (0,00-0,55 m. arası)	31	97	40	9	W1	SK		
1								32							
2	100	0	>50	W2	SK		0.55-3.30 m. arası	33	100	65	11	W1	SK		32.95-33.00 m arasında
3							parçalanmış,çok çatlaklı-kırıklı,az	34							0.2 cm boyutunda
4	100	0	>50	W2	SK		okside-oksidasyonsuz,yer yer sarı		100	80	7	W2	SK		parçacıklı parçalanmış
5							kil sıvalı								

3	100	13	>50	W2	SK	3.30-15.00 m arası geneli az çatlaklı-kırıklı,10°-20° çatlaklı ve eklem yüzeyleri az okside,sarı kil sıvalı,dolgusuz-temiz kireçtaşı.	34	100	80	6	W2	SK	36.00-51.00 m arası geneli 10° ve 20° çatlaklı,oksidasyonsuz,sarı kil sıvalı ve pürüzlü yüzeyli gri kireçtaşı.
4	100	71	7	W2	SK		35	100	75	8	W1	SK	
5	96	35	7	W2	SK		36	100	70	3	W2	SK	
6	100	49	13	W2	SK		37	100	88	7	W2	SK	
7	100	59	9	W2	SK		38	100	97	8	W2	SK	
8	100	85	11	W2	SK		39	100	55	9	W2	SK	
9	100	80	6	W2	SK		40	100	90	9	W1	SK	
10	100	37	5	W3	SK		41	100	58	9	W1	SK	
11	100	12	6	W3	SK		42	100	90	2	W1	SK	
12	100	51	7	W3	SK		43	92	63	5	W1	SK	
13	98	65	2	W3	SK	9.90-10.00 m tamamen parçalanmış,0.2-0.5 cm parça boyutu. 10.30-10.70 arası kırıklı,sarı kil sıvalı,okside yüzeyler. 10.65 m'de 60°,pürüzlü,sarı kil sıvalı ve okside yüzeyli çatlak.	44	96	80	7	W2	SK	43.40-43.60 m arası çok çatlaklı-kırıklı,oksidasyonsuz,dolgusuz,sarı kil sıvalı yüzeyler.
14	100	70	2	W2	SK		45	97	50	4	W3	SK	
15	98	58	4	W2	SK		46	93	30	5	W3	SK	
16	100	80	4	W1	SK		47	92	80	4	W3	MK	
17	96	60	9	W2	SK		48	41	70	4	W2	SK	
18	100	55	5	W2	SK		49	66	30	3	W2	SK	
19	100	80	3	W3	MK		50	74	50	4	W2	MK	
20	100	55	19	W3	MK		51	78	10	12	W2	MK	
21	100	95	8	W3	MK		52	90	10	8	W2	MK	
22	97	90	3	W3	MK		53	100	0	>50	W2	MK	
23	100	50	5	W3	SK	20.00 - 20.40 m arası 1 adet 90° çatlak,pürüzlü,oksidasyonsuz-az okside,sarı kil sıvalı yüzeyler. 20.20 - 20.40 m arası tamamen parçalanmış. 15.00-36.00 m arası geneli yatay ve nadiren 10° çatlaklı,eklem yüzeyleri sarı kil sıvalı,az okside-oksidasyonsuz gri kireçtaşı.	54	54	45	13	W2	MK	51.00-57.00 m arası geneli 5-10 cm sıklıkla 10° çatlak sistemli,çok çatlaklı-kırıklı,oksidasyonsuz-az okside,dolgusuz,sarı kil sıvalı ve pürüzlü yüzeyli gri kireçtaşı.
24	98	90	6	W2	SK		55	91	30	4	W2	MK	
25	100	51	6	W3	SK		56	89	30	3	W2	HK	
26	96	50	7	W3	SK		57	79	50	4	W2	HK	
27	100	25	9	W3	SK		58	51	70	4	W2	MK	
28	93	59	10	W2	MK		59	68	50	1	W2	MK	
29	88	40	17	W3	SK		60	80	30	3	W2	SK	
30	95	73	4	W2	SK		61	86	20	3	W2	MK	
31							62						

GR3-AP180

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERESESİ	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERESESİ	KARSTLAŞMA		
0	-	-	2	W3	MK	1.00-1.40 m parçalanmış(0.2 cm parça boyutu),sarı kil sıvalı.	0.00-0.80 m arası beton.	31	97	80	2	W1	SK	32.50-32.90 m arası tamamen parçalanmış,eziilmiş, 0.3-0.5 cm boyutlu breşik malzeme(Muhtemel FAY ZONU).	36.00-36.30,36.40-36.70,36.90-37.00 m arası tamamen parçalanmış 1cm boyutlu,Muhtemel FAY ZONU.
1	100	10	>50	W3	MK		6.20-6.80 m tamamen parçalanmış,ezik,sarı kil	32	100	30	16	W1	SK		
2	100	42	16	W3	MK			33	100	70	3	W1	SK		
3	100	35	12	W3	MK			34	100	85	3	W1	SK		
4	100	80	8	W3	MK			35	100	70	6	W2	MK		
5	96	75	7	W3	HK			36	100	10	>50	W2	MK		
6	100	35	>50	W3	HK			37	100	45	11	W2	MK		
								37							

7	100	50	10	W3	HK	dolgulu breşik malzeme (Muhtemel FAY ZONU).	38	100	45	14	W2	MK	ZONU)
7	100	70	6	W3	HK		38	100	45	14	W2	MK	
8	100	50	10	W3	HK	8.50-8.60 m arası	39	100	55	11	W2	MK	39.60-39.80 m
9	100	85	3	W3	HK	parçalanmış,kızıl-kahverengi	40	100	85	3	W1	MK	parçalanmış,orta
10	100	56	8	W1	SK	kil dolgulu breşik malzeme.	40	100	85	3	W1	MK	derecede okside
11	100	50	9	W1	SK		41	100	30	>50	W1	MK	40.00-42.00 m arası 10°
12	100	60	6	W1	SK	11.00-13.00 m arası yatay,	42	100	90	3	W1	MK	çatlak sistemli,
13	100	60	6	W1	SK	yüzeyleri sarı kil sıvalı ve temiz	43	92	75	5	W1	MK	orta derecede
14	98	65	5	W1	SK	az okside,gri kireçtaşı.	44	96	65	8	W1	MK	okside,pürüzlü yüzeyli
15	100	80	2	W1	SK		45	97	75	4	W2	MK	41.00-41.60 m arası
16	98	20	17	W3	MK	16.20-17.00 m arası	46	93	95	4	W2	MK	parçalanmış,2 cm parça
17	100	15	32	W3	MK	parçalanmış 0.5 - 1 cm boyutlu	47	92	90	4	W2	MK	boyutlu,sarı kil sıvalı,orta
18	96	10	18	W3	MK	breşik malzeme.	48	41	75	9	W2	MK	der. okside.
19	100	25	19	W3	MK	17.00-18.00 m arası 10°-45°	49	66	65	6	W2	MK	48.50-48.70 m arası
20	100	72	8	W3	MK	çok çatlaklı-kırıklı,sarı kil	50	74	60	8	W3	HK	parçalı,ezik, 0.3-1 cm
21	100	90	5	W3	MK	dolgulu ve yüzeyleri az okside	51	78	50	11	W3	HK	boyutlu breşik
22	100	75	7	W3	MK	21.20-21.30 m parçalanmış(0.5	52	90	90	6	W3	HK	malzeme.
23	97	40	12	W3	MK	1 cm tane boyu),sarı kil sıvalı.	53	100	10	>50	W3	HK	49.90-50.10 m
24	100	40	14	W3	MK	22.80-23.00 ve 23.60-23.90 m	54	54	74	6	W3	HK	parçalanmış,1 cm
25	98	70	11	W3	MK	araları parçalanmış1 cm	55	91	38	9	W3	HK	50.35-50.55 m
26	100	0	>50	W3	MK	boyutlu breşik	56	89	99	1	W3	HK	parçalanmış,1 cm
27	96	10	38	W3	MK	malzeme(Muhtemel FAY	57	79	60	7	W3	HK	boyutlu FAY BREŞİ.
28	100	15	19	W3	MK	ZONU).	58	51	35	8	W3	HK	51.70-52.10 m arası
29	93	40	11	W3	MK	25.20-25.50 m arası	59	68	95	2	W3	HK	parçalanmış,0.5-1 cm
30	88	90	3	W3	MK	parçalanmış(0.2-1 cm tane	60	80	30	17	W3	HK	boyutlu,sarı kil sıvalı
31	95	95	1	W3	MK	boyu)	61	86	41	21	W3	HK	FAY MALZEMESİ.
						25.80-26.00 m arası							Yüksek şişme
						parçalanmış(1 cm tane boyu)							kapasitesine sahip sarı
						26.25-26.50 m arası							kil dolgulu;10°-
						parçalanmış							30°çatlaklı,pürüzlü
						27.50-27.80 m parçalı,çok							yüzeyli,orta derecede
						çatlaklı-kırıklı,okside,sarı kil							okside olmuş
						sıvalı.							53.40-54.00 m
						28.10-28.40 m'de 1 adet							parçalanmış,FAY
													MALZEMESİ.
													60.60-61.00 m arası çok
													çatlaklı-
													kırıklı,parçalanmış,sarı

GR3-AP216

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DEREJESİ	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DEREJESİ	KARSTLAŞMA		
0	-	-	6	W4	MK		0.00-0.60 m. arası Beton.	31	100	50	5	W2	SK		
1	-	-	6	W4	MK			32	100	40	7	W3	MK		32.00-32.20 m arası
2	100	10	14	W3	MK			33	100	40	7	W3	MK		tamamen
3	100	35	9	W4	HK			34	95	20	9	W3	MK		ezilmiş,parçalanmış, 0.2-
4	95	50	12	W4	HK		3.50-3.80 m tamamen	35	100	85	6	W2	SK		32.70-32.90 m 1 adet
5	100	70	5	W2	SK		parçalanmış,kırıklı,okside, sarı	36	100	60	8	W2	SK		85°,az okside,sarı kil
6	100	90	4	W2	MK		kil sıvalı.	37	100	60	6	W3	MK		çatlak.
7	95	30	14	W4	HK		6.50-6.90 m arası tamamen	38	95	50	10	W3	MK		33.65-33.75 m 0.5-1 cm
8	100	70	9	W2	SK		parçalanmış,ezilmiş,0.1 cm parça	39	95	60	6	W3	MK		boyutlu parçalı,sarı kil
9	95	50	11	W3	MK		boyutlu,çok okside ve sarı kil sıvalı	40	100	80	5	W3	SK		sıvalı.
							BREŞİK MALZEME.								37.10-37.35 m tamamen
							8.00-8.30 m arası 1 adet								parçalanmış,0.2-0.4 cm
															parça boyutu,az
															okside,sarı kil sıvalı
															vitruvlar
															38.00-38.10 ve 38.50-
															38.60 m tamamen

9	100	99	5	W2	SK	70°,okside,açık kahverengi kil sivalı,açık çatlak.	40	100	98	4	W2	MK	30.00 m tamamen parçalanmış,sarı kil sivalı,0.2 cm parça boyutu.
10	100	45	9	W2	SK		41	95	30	11	W4	HK	
11	100	20	15	W2	HK	11.70-12.20 m arasında 1 adet 90°,sarı kil çimentolu,dağılgan özellikli çatlak.	42	100	25	8	W4	HK	41.90-42.00 m arası tamamen parçalanmış.
12	100	50	9	W4	HK	12.40-12.80 m kırıklı,parçalı,sarı kil sivalı,okside ve çok karstik zon.	43	100	40	12	W4	HK	
13	100	30	12	W3	HK		44	100	40	11	W3	HK	41.00-45.00 m arası geneli 10° ve 30° çatlak sistemli,çok çatlaklı-kırıklı,çok karstlaşmış,sarı kil dolgulu,gri kireçtaşı.
14	90	35	12	W4	HK	13.00-13.10 ve 13.40-13.60 m.lerde 70°,aşırı okside,sarı kil sivalı,kısmen kırılmış çatlaklar.	45	100	60	9	W3	MK	
15	100	90	3	W2	SK		46	100	65	11	W3	MK	50.00-62.00 m arası geneli yatay,yer yer 45° çatlaklı,eklem yüzeyleri okside-çok okside,sarı kil sivalı,yer yer tamamen ezik ve parçalı zonlar içeren gri kireçtaşı.
16	95	20	11	W3	MK		47	100	60	8	W3	MK	
17	100	99	5	W2	SK		48	100	25	15	W4	MK	
18	100	90	5	W2	SK		49	95	40	14	W4	HK	
19	100	85	4	W2	SK	20.30-20.60 m.'de 70° çatlak ve 1-3 cm. parça boyutlu,sarı kil sivalı,okside yüzeyli parçalanmış.	50	100	50	9	W4	HK	51.80-52.00 m tamamen parçalanmış,ezik,sarı kil dolgulu.
20	90	60	7	w3	MK	20.90 m'de 45°,sarı kil sivalı yüzeyli.	51	100	80	7	W3	HK	
21	100	95	5	W2	SK		52	90	50	9	W3	HK	
22	95	90	8	W2	SK		53	100	98	3	W1	SK	52.20 ve 52.80 m'lerde 1'er adet 45°,pürüzlü,az okside ve sarı kil sivalı yüzeyli çatlak.
23	100	90	5	W1	SK		54	100	35	7	W2	SK	52.50-52.70 m tamamen parçalanmış-kırıklı.
24	100	90	6	W1	SK		55	85	40	8	W4	HK	
25	100	65	10	W2	SK	25.90-26.00 m 0,5-2 cm parça boyutlu,oksidasyonsuz,sarı kil sivalı,çok çatlaklı-kırıklı ve parçalanmış zon.	56	50	0	>50	W5	HK	
26	100	80	8	W2	MK		57	85	12	11	W4	MK	
27	100	75	6	W2	SK		58	90	25	4	W4	MK	
28	100	15	12	W3	MK		59	90	46	6	W3	MK	55.50-57.20 m arası tamamen parçalanmış,ezilmiş, 0.1-3 cm parça boyutlu,sarı kil sivalı ve okside yüzeyli zon.
29	100	20	13	W3	MK		60	100	30	5	W3	HK	
30	100	70	6	W3	MK		61	100	30	>50	W5	HK	Muhtemel FAY ZONU
31							62						

GR3-AP252

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERESESİ	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRIŞMA DERESESİ	KARSTLAŞMA		
0	87	0	21	W3	MK		0.00-0.55 m arası Beton	31	100	30	10	W3	MK		
1	100	10	19	W3	MK			32	100	0	14	W3	MK		32.30-32.50 m arası parçalanmış,32.00-33.00 m arası yatay çatlaklı
2	100	20	23	W3	MK		0.55-14.00 m arası çok çatlaklı-kırıklı,yer yer tamamen parçalanmış;yatay çatlaklı;ayrışma yüzeyleri orta derecede okside,pürüzlü-dalgali ve sarı kil dolgulu kireçtaşı	33	100	0	11	W3	HK		33.00-33.30 m arası parçalanmış
3	100	35	17	W3	MK			34	100	15	23	W3	MK		34.10-34.30 m parçalanmış,3-4 cm parça boyutu.
4	100	20	14	W3	MK			35	100	30	16	W3	MK		34.50-36.00 m parçalanmış,3-4 cm parça boyutu.
5	100	10	>50	W3	MK			36	100	30	19	W3	MK		35.15-35.30 m arası parçalanmış,basamaklı yüzeyler
6	100	10	22	W3	MK			37	100	20	16	W3	MK		36.70-37.00 m parçalanmış,0.5 cm parça boyutu.
7	100	30	17	W3	MK			38	100	0	15	W3	MK		37.70-38.00 m arası parçalanmış,1 cm parça boyutu.
8	100	0	>50	W3	HK			39	100	0	24	W3	MK		
9	100	0	>50	W3	MK			40	100	20	18	W3	MK		
10	100	0	>50	W3	MK		11.80-12.20 m arası 0.5-1 cm sıklıkla yatay çatlaklar	41	100	50	11	W3	MK		
11	100	10	>50	W3	MK			42	100	40	39	W3	MK		

GR3-AP288

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ					LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRISMA DERECESİ	KARSTLAŞMA				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRISMA DERECESİ	KARSTLAŞMA		
0	100	0	1	W1	MK		0.00-0,75 m.arası Beton.	31	100	40	8	W3	MK		33.40-33.50 m. tamamen parçalanmış,sarı kil sıvalı,çok okside,0.2 cm parça boyutu. 33.70-34.00 m arası 3 adet 45°.birbirini kesen çatlak,kırılmış,parçalanmış.
1	100	90	3	W2	MK			32	100	60	12	W3	MK		
2	100	50	7	W3	MK			33	100	55	12	W4	MK		
3	100	50	14	W3	MK			34	100	30	3	W1	MK		
4	100	30	>50	W3	MK			35	100	90	3	W1	MK		
5	80	0	21	W3	MK			36	100	95	6	W2	MK		
6	90	0	18	W3	MK			37	100	50	9	W2	MK		
7	100	20	12	W3	MK			38	100	90	7	W3	MK		
8	90	20	10	W3	MK			39	100	90	9	W2	MK		
9	100	20	13	W3	MK			40	100	80	5	W2	MK		
10	100	40	14	W3	MK			41	90	50	13	W4	MK		
11	100	35	13	W3	MK			42	100	75	7	W3	MK		
12	100	20	13	W3	MK			43	100	30	10	W3	MK		
13	100	20	17	W3	MK			44	100	40	14	W3	MK		
14						45									

14	100	40	12	W3	MK	kireçtaşı.	45	100	65	6	W2	MK	kırıklı,sarı kil sıvalı ve çok okside yüzeyli kireçtaşı.
15	100	40	11	W2	MK		46	100	30	12	W3	MK	
16	100	75	6	W2	MK		47	100	50	11	W3	MK	
17	100	50	12	W2	MK		48	100	75	9	W3	MK	
18	100	35	12	W3	MK		49	30	0	>50	W3	MK	
19	100	80	3	W2	MK		50	30	10	>50	W3	MK	
20	100	50	11	W3	MK		51	70	0	>50	W3	MK	
21	100	75	11	W2	MK		52	95	10	>50	W3	MK	
22	100	35	11	W3	MK		53	95	10	18	W3	MK	
23	100	50	12	W3	MK		54	100	30	10	W3	MK	
24	95	40	16	W4	MK	14.00-19.00 m arası geneli kırıklı ve çok çatlaklı-kırıklı,45° çatlak sistemli,okside-çok okside,sarı kil sıvalı yüzeyli,gri kireçtaşı.	55	100	90	3	W2	MK	48.80-51.50 m arası tamamen parçalanmış,yüzeyleri sarı kil sıvalı,çok okside ve aşınmış,0.1-1.5 cm parça boyutlu breşik malzeme içeren MUHTEMEL FAY ZONU.
25	95	20	>50	W4	MK		56	100	30	12	W3	MK	
26	100	40	9	W2	MK		57	100	50	14	W3	MK	
27	85	30	17	W3	MK		58	100	50	8	W2	MK	
28	100	50	11	W2	MK		59	100	50	9	W2	MK	
29	100	60	5	W2	MK		60	100	10	16	W3	MK	
30	100	40	8	W3	MK		61	100	40	13	W2	MK	
31	100	40	8	W3	MK		62	100	40	13	W2	MK	
32	100	40	8	W3	MK								
33	100	40	8	W3	MK								
34	100	40	8	W3	MK	19.00-30.00 m geneli yatay,okside-çok okside,sarı kil sıvalı ve pürüzlü yüzeyli çatlaklar içeren,griden beje kireçtaşı.							51.50-52.40 m kırıklı,10-15 cm sıklıkla yatay çatlaklı,sarı kil sıvalı ve az okside-oksde yüzeyler.
35	100	40	8	W3	MK								
36	100	40	8	W3	MK								
37	100	40	8	W3	MK								
38	100	40	8	W3	MK								
39	100	40	8	W3	MK								
40	100	40	8	W3	MK								
41	100	40	8	W3	MK								
42	100	40	8	W3	MK								
43	100	40	8	W3	MK								
44	100	40	8	W3	MK	25.60-26.10 m 1 adet 90°,çok okside,sarı kil sıvalı,tamamen parçalanmış,kırılmış çatlak.							52.40-52.80 m tamamen parçalanmış,kırılmış,sarı kil sıvalı okside yüzeyli.
45	100	40	8	W3	MK								
46	100	40	8	W3	MK								
47	100	40	8	W3	MK								
48	100	40	8	W3	MK								
49	100	40	8	W3	MK								
50	100	40	8	W3	MK								
51	100	40	8	W3	MK								
52	100	40	8	W3	MK								
53	100	40	8	W3	MK								
54	100	40	8	W3	MK	27.20-27.60 m kırıklı,çok okside,sarı kil sıvalı,1-4 cm parça boyutu.							53.00-53.20 m tamamen parçalanmış,kırılmış,sarı kil sıvalı okside yüzeyli.
55	100	40	8	W3	MK								
56	100	40	8	W3	MK								
57	100	40	8	W3	MK								
58	100	40	8	W3	MK								
59	100	40	8	W3	MK								
60	100	40	8	W3	MK								
61	100	40	8	W3	MK								
62	100	40	8	W3	MK								
63	100	40	8	W3	MK								
64	100	40	8	W3	MK	27.60-27.90 m tamamen parçalanmış,ezik,çok okside,sarı kil sıvalı.							57.15,57.20,57.30 ve 57.40 m.lerde 1'er adet 45°,sarı kil sıvalı,okside çatlak.
65	100	40	8	W3	MK								
66	100	40	8	W3	MK								
67	100	40	8	W3	MK								
68	100	40	8	W3	MK								
69	100	40	8	W3	MK								
70	100	40	8	W3	MK								
71	100	40	8	W3	MK								
72	100	40	8	W3	MK								
73	100	40	8	W3	MK								
74	100	40	8	W3	MK	30.00-35.00 m.ler arası 30° ve 45°,sarı kil sıvalı,çok okside yüzeyli çatlak sistemli kireçtaşı.							57.40-57.50 m parçalanmış,çok okside,sarı kil sıvalı.
75	100	40	8	W3	MK								
76	100	40	8	W3	MK								
77	100	40	8	W3	MK								
78	100	40	8	W3	MK								
79	100	40	8	W3	MK								
80	100	40	8	W3	MK								
81	100	40	8	W3	MK								
82	100	40	8	W3	MK								
83	100	40	8	W3	MK								
84	100	40	8	W3	MK	59.40-59.60 m parçalanmış,sarı kil							59.40-59.60 m parçalanmış,sarı kil
85	100	40	8	W3	MK								
86	100	40	8	W3	MK								
87	100	40	8	W3	MK								
88	100	40	8	W3	MK								
89	100	40	8	W3	MK								
90	100	40	8	W3	MK								
91	100	40	8	W3	MK								
92	100	40	8	W3	MK								
93	100	40	8	W3	MK								

GR3-AP324

Ek-9

DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ				LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI	DERİNLİK (m)	KAYA ÖZELLİKLERİ				LİTOLOJİ	KAYA TANIMLAMASI
	KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRISMA DERESESİ				KAROT YÜZDESİ (%)	RQD(%)	ÇATLAK SAYISI (Adet / m)	AYRISMA DERESESİ		
0	100	0		W3	MK	0-0,75 m arası beton	31	100	0	>50	W3	SK	30-32. m arası aşırı kırıklı zon
1	100	0	>50	W3	MK		32	100	30	8	W3	SK	
2	100	15	>50	W3	MK		33	100	20	30	W3	MK	
3	100	40	15	W3	MK		34	100	40	16	W3	SK	
4	100	65	8	W3	MK		35	100	20	18	W3	MK	
5	100	90	6	W3	MK		36	100	20	>50	W3	MK	
6	100	55	8	W3	MK		37	100	35	>50	W3	MK	
7	100	80	6	W3	MK		38	100	50	10	W3	MK	
8	100	40	30	W3	MK		39	100	80	7	W3	MK	
9	100	0	25	W3	MK		40	100	40	15	W3	MK	
10	100	30	30	W3	MK	8,10-8,20 ve 9,10-9,20 Aşırı Kırıklı zon	41	100	45	15	W3	MK	36,30-37 ve 37,10-37,50 Aşırı Kırıklı Zon
11	100	40	15	W3	MK		42	100	85	6	W3	MK	
12	100	60	11	W3	MK		43	100	85	5	W3	MK	
13	100	40	9	W3	MK		44	100	75	6	W3	MK	
14	100	15	14	W3	MK		45	100	50	7	W3	MK	
15	100	25	11	W3	MK		46	100	70	6	W3	MK	
16	100	30	25	W3	MK		47	100	50	8	W3	MK	
17	100	30	25	W3	MK		48	100	50	8	W3	MK	
18	100	30	25	W3	MK		49	100	50	8	W3	MK	
19	100	30	25	W3	MK		50	100	50	8	W3	MK	

17	100	30	25	W3	MK	16,70-17,18,70-19,19,30-20	48	100	90	5	W3	MK	50,50-50,60-51-51,20-51,40-
17	100	20	13	W3	MK	Aşırı Kırıklı Zon	48	100	90	5	W3	MK	51,50-52,8-53-53,30 Aşırı
18	100	10	30	W3	MK		49	100	50	15	W3	MK	Kırıklı Zonlar
19	100	35	25	W3	HK		50	100	20	30	W3	HK	
20	100	10	>50	W3	MK	20,20-20,50-21-21,50-23,50-24	51	100	30	>50	W3	HK	
21	100	10	>50	W3	MK	24,50-25: Aşırı Kırıklı Zon	52	100	10	35	W3	HK	
22	100	30	9	W3	HK		53	100	20	11	W3	HK	
23	100	25	35	W3	MK		54	100	70	11	W3	HK	
24	100	0	>50	W3	HK	25-30: HBZ,Aşırı Kırıklı Zon	55	100	10	>50	W4	HK	
25	40	0	20	W3	MK		56	100	10	>50	W4	HK	
26	40	0	10	W3	MK		57	100	10	15	W4	HK	
27	20	0	>50	W3	MK		58	100	25	17	W4	HK	
28	20	0	>50	W3	MK		59	100	0	30	W4	HK	
29	20	0	>50	W3	MK		60	100	90	6	W3	MK	
30	100	0	>50	W3	MK		61	100	95	5	W3	MK	
31							62						

RQD (%)	AYRIŞMA DERECESİ (W)	ÇATLAK SAYISI (Adet/m)	KARSTLAŞMA	
90-100 ÇOK İYİ	W1	TAZE AYRIŞMIŞ	<1 MASİF	SK - AZ
75-90 İYİ	W2	AZ AYRIŞMIŞ	1-3 AZ ÇAT. KIRIKLI	MK-ORTA
50-75 ORTA	W3	ORTA DER. AYRIŞMIŞ	3-10 KIRIKLI	
25-50 ZAYIF	W4	ÇOK AYRIŞMIŞ	10-50 ÇOK ÇAT. KIRIKLI	HK-ÇOK
0-25 ÇOK ZAYIF	W5	TAMAMEN AYRIŞMIŞ	>50 PARÇALANMIŞ	

Ek-10

GR3 GALERİSİNDE EKİM 2005 TARİHİNE KADAR YAPILAN ENJEKSİYON İŞLERİ SONUÇLARI

Kademeler	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	Kademeler	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
GR3 A P 1044,00	6	6	6	8106	245	38	6	1603	6	125	6	6	GR3 A F 556,50	6	6	45	149	6	6	6	6	334	326	86	206	6
GR3 A S 1032,00	6	6	6	1625	6	28	124	132	6	77	6	6	GR3 A Q 555,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
GR3 A T 1026,00	6	6	1176	6	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A F 553,50	6	6	6	6	6	6	6	45	6	6	6	6	
GR3 A S 1020,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	61	6	52	GR3 A S 552,00	6	6	6	6	51	6	6	6	37	6	6	6	
GR3 A T 1014,00	6	6	6	6	6	6	45	6	6	6	6	1003	GR3 A F 550,50	6	6	6	6	6	14	6	6	6	6	429	248	
GR3 A Q 1011,00	6	6	6	6	6	85	6	6	6	6	6	6	GR3 A Q 549,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
GR3 A P 1008,00	6	6	805	6	14	90	6	6	6	6	6	6	GR3 A F 547,50	6	6	6	6	6	6	22	6	6	6	6	6	
GR3 A Q 1005,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	21	6	6	GR3 A T 546,00	6	6	6	61	6	6	37	6	6	6	45	5	
GR3 A T 1002,00	6	6	28	6	6	455	6	6	6	6	6	6	GR3 A F 544,50	6	6	6	18	22	6	6	6	6	6	22	7	
GR3 A S 996,00	6	6	53	6	6	126	6	6	6	6	6	5	GR3 A Q 543,00	6	6	6	6	21	29	6	6	6	6	6	7	
GR3 A T 990,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A F 541,50	6	6	6	6	69	6	54	358	670	6	94	201	
GR3 A Q 987,00	6	68	205	6	101	6	24	6	6	53	6	6	GR3 A P 540,00	6	6	6	174	6	6	18	6	6	6	6	7	
GR3 A S 984,00	6	6	45	6	6	6	6	6	6	357	6	6	GR3 A F 538,50	6	6	20	6	6	6	6	6	6	6	6	39	
GR3 A Q 981,00	6	6	62	246	6	62	6	22	6	94	6	6	GR3 A Q 537,00	6	6	6	6	6	6	14	44	6	6	6	7	
GR3 A T 978,00	6	6	6	85	38	6	6	86	55	6	6	6	GR3 A F 535,50	6	6	6	18	6	6	62	38	6	6	6	7	
GR3 A Q 975,00	6	6	6	26	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A T 534,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	53	6	14	
GR3 A P 972,00	6	6	33	244	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A F 532,50	6	6	6	6	30	21	19	6	6	6	46	6	219
GR3 A F 970,50	6	6	21	6	6	6	6	218	6	6	316	206	GR3 A Q 531,00	6	6	6	6	6	21	6	6	6	6	6	14	9
GR3 A Q 969,00	5	6	326	38	22	58	6	258	6	6	62	28	GR3 A F 529,50	6	5	6	6	6	86	70	6	30	6	6	258	6
GR3 A F 967,50	6	6	117	6	173	6	6	16	6	6	6	6	GR3 A S 528,00	6	6	414	29	29	53	6	6	77	37	6	7	
GR3 A T 966,00	44	5	21	6	182	38	206	78	62	105	6	67	GR3 A F 526,50	6	14	6	76	15	6	47	6	6	86	6	6	
GR3 A F 964,50	6	6	212	6	6	21	141	6	6	6	6	6	GR3 A Q 525,00	6	6	53	6	6	78	6	6	6	6	6	7	
GR3 A Q 963,00	6	6	6	60	45	53	445	6	68	6	349	6	GR3 A F 523,50	6	6	6	22	966	46	6	6	30	6	14	35	
GR3 A S 960,00	6	6	21	142	6	6	6	22	6	6	5	6	GR3 A T 522,00	6	6	6	6	32	6	6	18	6	6	6	6	
GR3 A F 958,50	6	6	414	6	6	572	6	141	6	45	6	6	GR3 A F 520,50	6	6	6	6	1215	29	61	6	6	6	48	6	
GR3 A Q 957,00	6	6	6	6	6	6	6	508	61	340	101	6	GR3 A Q 519,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	13	
GR3 A F 955,50	6	6	6	6	6	6	6	18	6	6	6	6	GR3 A F 517,50	6	6	86	16	13	6	6	6	86	5	262	487	
GR3 A T 954,00	6	6	6	6	262	6	94	70	6	334	74	6	GR3 A S 516,00	6	2126	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A F 952,50	6	6	6	6	6	93	6	6	6	452	6	6	GR3 A F 514,50	6	6	46	30	6	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A Q 951,00	6	6	52	69	444	6	117	6	60	6	517	6	GR3 A Q 513,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A P 936,00	6	6	6	6	6	101	6	325	29	6	6	6	GR3 A F 511,50	6	6	38	30	6	6	6	6	6	6	6	5	
GR3 A F 934,50	6	6	6	6	245	141	6	397	6	125	21	6	GR3 A T 510,00	6	6	34	18	6	6	6	6	6	6	30	6	
GR3 A Q 933,00	5	5	34	69	28	36	213	236	5	100	109	18	GR3 A F 508,50	6	6	6	6	6	6	6	29	6	6	29	7	
GR3 A F 931,50	6	6	477	6	6	6	6	78	101	20	6	6	GR3 A Q 507,00	6	6	37	21	6	6	41	6	6	6	6	6	
GR3 A T 930,00	6	6	6	6	6	6	6	46	6	6	6	17	GR3 A F 505,50	6	6	6	269	37	6	21	29	6	6	6	6	
GR3 A F 928,50	6	29	6	6	6	6	549	21	6	116	349	6	GR3 A P 504,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A Q 927,00	12	5	5	6	6	6	316	333	243	6	253	19	GR3 A F 502,50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	26	8	
GR3 A F 925,50	6	6	6	6	6	181	6	273	229	21	317	5	GR3 A Q 501,00	6	45	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
GR3 A S 924,00	6	6	6	6	126	6	6	14	6	14	6	5	GR3 A F 499,50	6	6	33	6	16	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A F 922,50	6	6	21	6	6	6	404	380	6	109	6	7	GR3 A T 498,00	14	13	6	6	6	6	6	37	6	6	6	8	
GR3 A Q 921,00	6	6	6	6	6	365	6	149	6	101	6	6	GR3 A F 496,50	6	21	6	6	6	81	6	26	6	6	85	6	
GR3 A F 919,50	6	6	45	109	7	221	7	459	7	6	7	8	GR3 A Q 495,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	18	
GR3 A T 918,00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A F 493,50	6	6	18	6	6	6	6	6	300	6	6	6	
GR3 A F 916,50	6	6	6	6	6	61	485	6	125	6	325	6	GR3 A S 492,00	6	6	6	6	18	6	21	6	6	30	66	6	
GR3 A Q 915,00	5	6	25	6	128	18	165	141	6	253	5	11	GR3 A F 490,50	6	6	6	6	6	21	6	6	6	6	37	6	
GR3 A F 913,50	6	6	6	6	6	6	67	6	544	6	6	6	GR3 A Q 489,00	6	6	6	6	6	6	165	6	6	6	6	7	
GR3 A S 912,00	6	6	6	6	6	6	6	1021	6	6	6	6	GR3 A F 487,50	6	6	6	6	6	21	6	112	6	35	6	6	
GR3 A F 910,50	6	6	1356	245	6	6	96	6	6	85	6	82	GR3 A T 486,00	6	6	17	6	6	6	18	6	6	6	6	20	
GR3 A Q 909,00	6	6	6	6	137	125	6	37	6	117	6	18	GR3 A F 484,50	6	6	6	20	6	6	13	6	6	106	6	7	
GR3 A F 907,50	6	6	6	6	6	523	6	6	6	6	6	6	GR3 A Q 483,00	6	6	6	6	14	6	29	6	6	21	6	45	
GR3 A T 906,00	6	6	6	6	6	6	6	23	6	28	6	21	GR3 A F 481,50	6	6	6	6	6	13	6	6	6	37	6	7	
GR3 A F 904,50	4	4	44	6	23	18	148	6	531	6	276	7	GR3 A S 480,00	6	34	6	6	6	6	6	21	6	6	18	31	
GR3 A Q 903,00	5	5	6	6	5	61	229	6	413	6	69	6	GR3 A F 478,50	6	69	69	6	6	37	374	6	22	94	110	155	
GR3 A F 901,50	6	6	6	6	6	45	6	299	6	6	6	5	GR3 A Q 477,00	6	6	6	14	6	1884	197	6	6	6	27	8	
GR3 A P 900,00	6	6	19	6	6	43	6	51	6	6	6	6	GR3 A F 475,50	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	66	
GR3 A F 898,50	4	4	5	6	6	6	61	6	6	885	6	30	GR3 A T 474,00	33	6	33	6	6	6	6	6	6	29	6	15	
GR3 A Q 897,00	6	6	6	6	20	6	60	6	60	60	6	6	GR3 A F 472,50	6	6	6	134	17	214	206	629	6	5	6	7	
GR3 A F 895,50	6	172	6	6	6	149	216	6	105	6	180	6	GR3 A Q 471,00	28	6	21	6	6	6	6	6	29	20	18	8	
GR3 A T 894,00	6	6	6	44	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A F 469,50	6	6	213	6	46	294	14	213	22	62	12	18	
GR3 A F 892,50	6	6	6	77	6	6	349	6	222	6	157	6	GR3 A P 468,00	6	6	6	6	8	6	21	6	37	205	61	7	
GR3 A Q 891,00	6	6	6	52	60	6	29	36	6	29	6	6	GR3 A F 466,50	5	6	5	54	6	165	6	461	141	6	549	18	
GR3 A F 889,50	6	6	6	45	29	13	6	187	6	253	7	6	GR3 A Q 465,00	6	6	6	6	21	69	6	6	6	6	6	8	
GR3 A S 888,00	6	6	6	6	6	32	6	6	21	6	6	13	GR3 A F 463,50	6	5	4	5	6	61	197	29	261	698	4		

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

GR3 A S 624.00	6	6	18	21	6	6	21	1734	6	61	6	7	GR3 A T 150.00	6	6	6	6	30	6	6	6	15	38	6	4
GR3 A F 622.50	5	6	351	483	22	333	204	285	324	325	6	82	GR3 A Q 147.00	6	5	12	6	6	6	6	6	6	6	4	
GR3 A Q 621.00	6	6	6	30	6	6	6	6	62	6	6	8	GR3 A P 144.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A F 619.50	6	6	6	6	6	6	6	30	12	33	6	10	GR3 A Q 141.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	85	6	
GR3 A T 618.00	6	6	6	6	1124	6	61	6	6	6	6	5	GR3 A T 138.00	64	5	4	486	6	6	6	101	6	6	6	
GR3 A F 616.50	6	6	6	6	186	445	166	45	125	166	85	34	GR3 A Q 135.00	5	5	12	41	5	6	28	6	6	26	6	
GR3 A Q 615.00	6	6	6	6	6	36	6	374	6	6	38	6	GR3 A S 132.00	5	6	117	6	17	6	113	5	6	10	6	
GR3 A F 613.50	6	6	6	6	6	62	20	6	6	6	25	6	GR3 A Q 129.00	6	6	6	6	6	32	6	6	24	6	4	
GR3 A P 612.00	5	5	5	6	6	6	6	2406	6	101	6	6	GR3 A T 126.00	13	6	5	4	6	37	6	12	157	6	5	
GR3 A F 610.50	6	6	6	29	110	85	25	46	6	166	166	161	GR3 A Q 123.00	6	6	6	6	6	23	6	6	6	180	26	
GR3 A Q 609.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A C 121.50	6	6	6	10	6	6	21	6	30	6	11	
GR3 A F 607.50	6	6	6	6	6	6	20	6	6	6	6	45	GR3 A S 120.00	6	6	6	52	53	6	6	2437	18	6	4	
GR3 A T 606.00	6	6	86	6	6	6	6	33	6	6	6	5	GR3 A Q 117.00	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	
GR3 A F 604.50	6	6	6	6	6	6	6	573	6	285	62	47	GR3 A T 114.00	5	6	29	6	5	6	5	10	6	6	21	
GR3 A Q 603.00	6	6	6	45	6	6	38	6	6	6	6	8	GR3 A Q 111.00	6	6	6	6	6	20	5	28	5	4	6	
GR3 A F 601.50	6	6	6	6	6	6	34	6	6	6	6	9	GR3 A C 109.50	5	6	5	6	13	24	6	6	18	5	6	
GR3 A S 600.00	51	6	644	33	6	6	6	73	6	6	6	7	GR3 A P 108.00	6	85	126	85	206	285	806	205	606	2440	6	
GR3 A F 598.50	3	5	6	6	5	6	6	277	6	277	125	6	GR3 B 106.50	6	6	6	6	6	6	6	13	6	6	6	
GR3 A Q 597.00	6	6	6	20	6	24	6	37	6	75	6	6	GR3 A Q 105.00	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	5	
GR3 A F 595.50	6	6	6	6	34	6	22	6	6	22	6	25	GR3 A T 102.00	6	6	6	6	6	18	122	22	6	86	6	
GR3 A T 594.00	52	6	43	6	6	6	6	36	6	6	67	6	GR3 A Q 99.00	5	4	6	199	36	5	6	19	6	23	6	
GR3 A F 592.50	6	6	14	6	6	6	6	44	6	6	6	6	GR3 A S 96.00	6	6	6	6	18	6	6	6	6	102	6	
GR3 A Q 591.00	6	27	68	6	6	6	6	6	6	16	486	7	GR3 A Q 93.00	6	6	6	6	6	6	53	6	6	21	6	
GR3 A F 589.50	6	6	6	30	6	340	46	6	286	245	86	16	GR3 A T 90.00	6	6	6	12	6	16	6	23	6	6	6	
GR3 A S 588.00	6	6	6	73	68	6	485	6	40	6	37	6	GR3 A Q 87.00	6	14	6	6	20	6	6	5	6	14	6	
GR3 A F 586.50	6	6	6	6	6	6	6	6	244	6	6	6	GR3 B 85.50	6	6	13	6	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A Q 585.00	6	6	6	6	53	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A S 84.00	6	6	6	15	1400	6640	6	6	6	246	6	
GR3 A F 583.50	6	6	6	21	36	21	6	6	16	22	14	23	GR3 A Q 81.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	228	6	
GR3 A T 582.00	6	6	6	10	6	48	6	15	68	20	6	5	GR3 A T 78.00	6	22	6	86	6	102	6	22	26	38	6	
GR3 A F 580.50	6	6	6	166	126	141	166	269	190	6	149	179	GR3 A Q 75.00	6	6	6	133	6	6	6	6	22	6	6	
GR3 A Q 579.00	91	6	24	6	6	6	6	67	35	6	6	7	GR3 B 73.50	6	6	6	6	14	6	6	6	6	25	6	
GR3 A F 577.50	6	6	6	2100	6	22	29	6	6	6	18	7	GR3 A P 72.00	6	6	6	6	966	6	519	6	64	10240	6	
GR3 A P 576.00	6	6	6	1596	6	6	6	6	6	6	6	6	GR3 A Q 69.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	43	
GR3 A F 574.50	6	5	6	94	166	86	326	222	278	213	6	29	GR3 A T 66.00	6	2198	351	6	198	5446	10	20	6	16	246	
GR3 A Q 573.00	6	6	6	117	6	14	58	6	6	6	37	7	GR3 B 64.50	5	6	5	6	37	53	21	6	6	6	13	
GR3 A F 571.50	6	6	6	21	6	14	6	6	6	6	6	8	GR3 A Q 63.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
GR3 A T 570.00	6	6	14	6	74	6	33	15	2232	54	6	5	GR3 A S 60.00	6	6	6	14	22	22	120	320	320	14	22	
GR3 A F 568.50	6	6	126	6	17	6	166	6	566	205	197	8	GR3 A Q 57.00	6	6	6	6	58	6	6	6	6	6	43	
GR3 A Q 567.00	6	6	30	6	21	6	6	6	6	6	6	13	GR3 A T 54.00	22	6	6	6	118	6	6	6	6	6	6	
GR3 A F 565.50	12	10	14	16	25	46	6	6	6	6	6	8	GR3 A Q 51.00	6	6	6	43	6	19	6	6	6	6	33	
GR3 A S 564.00	6	46	205	630	6	6	206	6	14	6	6	5	GR3 A S 48.00	8	18	6	6	7	6	9	6	56	70	219	
GR3 A F 562.50	6	6	6	6	206	6	6	149	165	189	214	225	GR3 A Q 45.00	6	6	6	6	6	14	6	6	38	6	22	
GR3 A Q 561.00	6	6	6	6	6	57	6	29	6	6	6	5	GR3 A T 42.00	6	6	6	6	22	6	6	6	6	6	6	
GR3 A F 559.50	6	6	6	6	6	46	6	38	6	6	6	5	GR3 A Q 39.00	6	6	6	6	2173	6	6	14	6	6	33	
GR3 A T 558.00	6	6	13	6	18	6	14	6	18	6	6	6	GR3 A P 36.00	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
																							Ek-10		

Ek-10

GR3 Q KUYULARI ALIŞ SINIFLARI

TEST PANELİ-3

GR 3 AQ 1011

GR 3 AQ 39

0-5

5-10

10-15

15-20

20-25

25-30

30-35

35-40

40-45

45-50

50-55

55-62

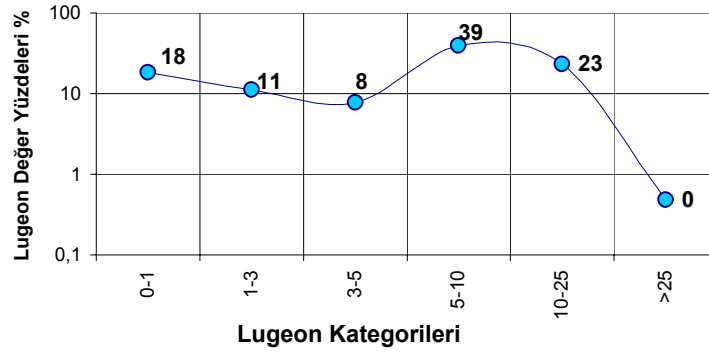
GR3 Q Kuyuları Alış Aralıkları		
	<50	kg/m
	50-100	kg/m
	100-250	kg/m
	>250	kg/m

Ölçek:1/50

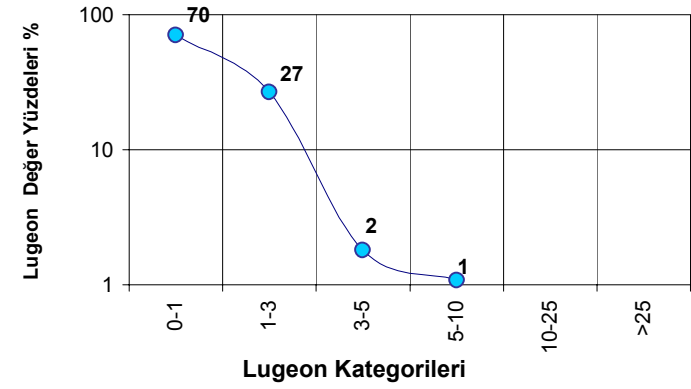
GR4 GALERİSİ TEST PANELİ 1 ve 2'NİN ENJEKSİYON ÖNCESİ VE SONRASI GEÇİRİMLİLİKLERİ

EK-12

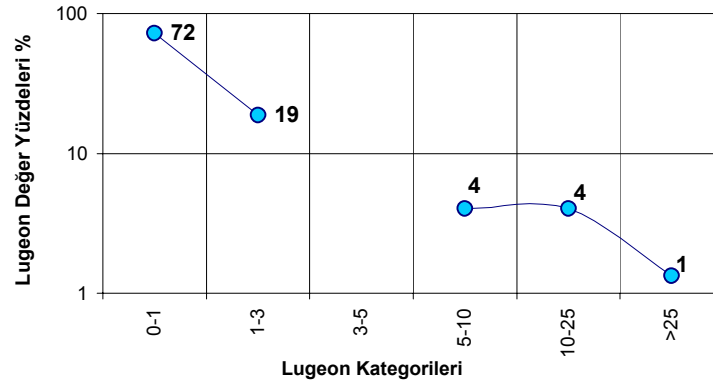
Test Paneli-2 Enjeksiyon **Öncesi** Geçirimsizlik



Test Paneli-2 Enjeksiyon **Sonrası** Geçirimsizlik



Test Paneli-1, Enjeksiyon **Öncesi** Geçirimsizliği



Test Paneli-1, Enjeksiyon **Sonrası** Geçirimsizliği

