

ANKARA ÜNİVERSİTESİ

FEN FAKÜLTESİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

İZMİT - SAKARYA OTOYOLU GÜZERGAHI,  
ACISU - ARİFİYE KESİMİNİN MÜHENDİSLİK  
JEOLOJİSİ İNCELEMESİ.

YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI

ZEHRA SEMRA YURTSEVEN

ANKARA.1984.

|  | <u>SAYFA NO</u> |
|--|-----------------|
| ÖZ   | i               |
| 1. GİRİŞ   | 1               |
| 1.1. Amaç  | 1               |
| 1.2. Çalışma Sahasının Konumu  | 1               |
| 1.3. Morfoloji   | 2               |
| 1.4. Hidrografya   | 2               |
| 1.5. İklim ve Bitki Örtüsü   | 3               |
| 1.6. Yerleşim Yerleri ve Nüfus Dağılımı                              | 3               |
| 1.7. Ulaşım  | 3               |
| 1.7.1. Karayolları   | 3               |
| 1.7.2. Demiryolları  | 4               |
| 1.8. Çalışma Yöntemi   | 4               |
| 1.9. Katkı Belirtme  | 5               |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR   | 6               |
| 3. ÇALIŞMA ALANINDAKİ SAPANCA GÖLÜNÜN KONUMU                         | 8               |
| 4. BÖLGESEL JEOLojİ  | 12              |
| 5. STRATİGRAFİ   | 14              |
| 5.1. Paleozoyik  | 14              |
| 5.1.1. Metamorfik Kayaçlar   | 14              |
| 5.1.1.1. Gnays, Amfibolit  | 15              |
| 5.1.1.2. Mika şist, Klorit Şist,<br>Serisit Şist, Serpantin<br>Şist. | 15              |
| 5.1.2. Kristalize Kireçtaşı  | 17              |
| 5.2. Mesozoyik   | 18              |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 8.2.3. KM(15+500 - 28+200) Arası     |     |
| Kırkpınar Ovası                      | 31. |
| 8.3.2.1. KM(15+500 - 17+600)         |     |
| Arası Dolgu                          | 32  |
| 8.3.2.2. KM(17+600 - 18+000)         |     |
| Arası Dolgu                          | 33  |
| 8.3.2.3. KM(18+000 - 20+600)         |     |
| Arası Dolgu                          | 33  |
| 8.3.2.4. KM(20+600 -23+300),         |     |
| KM(26+700 - 27+350),                 |     |
| KM(27+550 - 28+200)                  |     |
| Arası Dolgu                          | 34  |
| 8.3.2.5. KM(23+300 - 24+300),        |     |
| KM(27+350 - 27+550),                 |     |
| Arası Yarma                          | 35  |
| 8.3.2.6. KM(24+300 - 25+200)         |     |
| Arası Dolgu                          | 36  |
| 8.3.2.7. KM(25+200 - 25+950),        |     |
| KM(26+400 - 26+700),                 |     |
| Arası Yarma                          | 36  |
| 8.3.2.8. KM(25+950 - 26+400)         |     |
| Arası Dolgu                          | 37  |
| 8.3.3. KM(28+200 - 32+000) Arası Sa- |     |
| panca Ovası                          | 37  |
| 8.3.3.1. KM(28+200 - 28+700)         |     |
| Arası Dolgu                          | 37  |

|   | <u>SAYFA NO</u> |
|---|-----------------|
| 5.2.1. Üst Kretase  | 18              |
| 5.3. Senozoyik  | 18              |
| 5.3.1. Neojen   | 18              |
| 5.3.2. Kuvaterner   | 20              |
| 5.3.2.1. Eski Alüvyon   | 20              |
| 5.3.2.2. Birikinti Konisi   | 21              |
| 5.3.2.3. Yeni Alüvyon   | 21              |
| 6. YAPISAL JEOLJİ   | 22              |
| 7. DEPREMSELLİK   | 24              |
| 8. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ   | 25              |
| 8.1. Otoyol Güzergahının Tanımı   | 25              |
| 8.2. Otoyol Güzergahının Karakteristikleri  | 27              |
| 8.3. Otoyol Güzergahındaki Kayaçların Jeolojik ve Mühendislik Özellikleri ile Dolgu ve Yarmaların İncelenmesi | 27              |
| 8.3.1. KM(13+000 - 15+500) Arası Derbent Ovası  | 28              |
| 8.3.1.1. KM(13+000 - 13+600) Arası Bataklik Dolgusu   | 28              |
| 8.3.1.2. KM(13+600 -14+500) Arası Bataklik Dolgusu  | 29              |
| 8.3.1.3. KM(14+500 - 15+500) Arası Dolgu  | 31              |

|   |    |
|---|----|
| 8.3.3.2. KM(28+700 - 28+950)                              |    |
| Arası Yarma   | 38 |
| 8.3.3.3. KM(28+950 - 29+350)                              |    |
| Arası Dolgu   | 40 |
| 8.3.3.4. KM(29+350 - 29+850)                              |    |
| Arası Yarma   | 40 |
| 8.3.3.5. KM(29+850 - 30+400)                              |    |
| Arası Dolgu   | 42 |
| 8.3.3.6. KM(30+400 - 30+700)                              |    |
| Arası Yarma   | 47 |
| 8.3.3.7. KM(30+700 - 31+350)                              |    |
| Arası Mümtaziye Kö-<br>yü Dolgusu                         | 48 |
| 8.3.3.8. KM(31+350 - 31+600)                              |    |
| Arası Mümtaziye Kö-<br>yü Güneyindeki Yarma               | 48 |
| 8.3.3.9. KM(31+600 - 32+000)                              |    |
| Arası Dolgu   | 48 |
| 8.3.4. KM(32+000 - 33+000) Arası Tek-<br>nekelem Tepeleri | 48 |
| 8.3.4.1. KM(32+000 - 32+250),<br>KM(32+650 - 33+000)      |    |
| Arası Yarma   | 48 |
| 8.3.4.2. KM(32+350 - 32+650)                              |    |
| Arası Dolgu   | 49 |

|   |    |
|---|----|
| 8.3.5. KM(33+000 -36+500) Arası Ari-<br>fiye Ovası  | 49 |
| 8.3.5.1. KM(33+000 - 33+350)<br>Arası Dolgu   | 49 |
| 8.3.5.2. KM(33+350 -35+400)<br>Arası Dolgu  | 50 |
| 8.3.5.3. KM(35+400 - 36+500)<br>Arası Dolgu   | 51 |
| 8.3.6. KM(36+500 - 38+000) Arası Sa-<br>karya Ovası Dolguları   | 51 |
| 8.3.7. KM(28+000 - 32+500) Arası Var-<br>yantların İncelenmesi  | 52 |
| 8.3.8. KM(27+500 - 33+000) Arası 1.ci<br>Varyant İncelemesi   | 54 |
| 8.3.8.1. KM(29+110) Otoyolun<br>Göle Girişinin İnce-<br>lenmesi                                       | 54 |
| 8.3.8.2. KM(29+200 - 30+500)<br>Arası Sarıbayır Fale-<br>zinin Geçilmesi için<br>Göl İçinde Dolgu     | 55 |
| 8.3.8.3. KM(30+500 - 31+450)<br>Arası Mümtaziye Köyü<br>Kuzeyinde, Göl İçinde<br>Dolgunun İncelenmesi | 56 |

|   |    |
|---|----|
| 8.3.8.3. KM(31+500) 'de Göl<br>Çıkış Yapısının İn-<br>celenmesi.      | 57 |
| 8.3.9. KM(29+500 - 31+700) Arası<br>2.ci Varyant İncelemesi           | 57 |
| 8.3.10. 3.cü Varyant İncelemesi                                       | 58 |
| 8.4. Yamaçların Duraylılığı   | 59 |
| 8.5. Malzeme Ocakları   | 60 |
| 8.5.1. Köseköy Ariyet Ocağı   | 60 |
| 8.5.1.1. Otoyolun Kuzeyin-<br>deki Köseköy I.<br>Ocağı                | 60 |
| 8.5.1.2. Köseköy II. Ocağı  | 61 |
| 8.5.2. Yanık Ariyet Ocağı   | 61 |
| 8.5.3. Kurtköy Ariyet Ocağı   | 62 |
| 8.5.4. Mahmudiye Ariyet Ocağı   | 62 |
| 8.5.5. Sapanca Ariyet Ocağı   | 62 |
| 8.5.6. Mollaköy Ariyet Ocağı  | 63 |
| 9.SONUÇLAR VE ÖNERİLER  | 64 |
| 10. DEĞİNİLEN BELGELER  | 68 |
| 11. OTOYOL GÜZERGAHI TEMEL ARAŞTIRMALARIN-<br>DA KULLANILAN YÖNTEMLER | 72 |

## METİN İÇİ ŞEKİLLER

- Şekil.1. Yer Bulduru Haritası.
- Şekil.2. Çalışma Alanı dolayısının Deprem Bölgeleri ve Episantr Haritası.
- Şekil.3. Otoyol Güzergah Haritası.
- Şekil.4. KM(13+600 - 14+500) Arası güzergahtaki dolgunun boyutları.
- Şekil.5. KM(15+500 - 17+600) Arası güzergahtaki çakıl kazıkları.
- Şekil.6. KM(18+000 - 20+600) Arası güzergahtaki dolgunun boyutları.
- Şekil.7. KM(23+300 - 24+300) Arası güzergahta yarmanın boyutları.
- Şekil.8. KM(28+200 - 28+700) Arası güzergahtaki dolgunun boyutları.
- Şekil.9. KM(28+700 - 28+950) Arası yarmada yamaç eğiminin saptanmasında kullanılan Taylor Grafiği.
- Şekil.10. KM(29+350 - 29+850) Arası yarmada Yamaç eğiminin saptanmasında kullanılan Taylor Grafiği.
- Şekil.11. KM(29+350 - 29+850) Arası yarmada yamaç eğiminin saptanmasında kullanılan Taylor Grafiği.
- Şekil.12. Sapanca Ovasındaki Kfm.2 killерinin Jeoteknik Özellikleri.
- Şekil.13. Sapanca Ovasında Kfm.2 ve Kfm.3 geçişindeki killерin Jeoteknik özellikleri.
- Şekil.14. Sapanca ovasındaki Kfm.3 killерinin Jeoteknik Özellikleri.



- Şekil.15. KM(29+850 - 30+400) Arası güzergahtaki dolgunun boyutlandırılması.
- Şekil.16. KM(30+400 - 30+700) Arası yarmada yamaç eğiminin saptanmasında kullanılan grafik.
- Şekil.17. KM(33+350 - 35+400) Arası güzergahtaki dolgunun boyutlandırılması.
- Şekil.18. KM(36+500 - 38+000) Arası güzergahtaki dolgunun boyutlandırılması.
- Şekil.19. Köseköy ariyet ocağının Jeoteknik özellikleri.
- Şekil.20. Yanık ariyet ocağının Jeoteknik özellikleri.
- Şekil.21. Kurtköy ariyet ocağının Jeoteknik özellikleri.
- Şekil.22. Mahmudiye ariyet ocağının Jeoteknik özellikleri.
- Şekil.23. Sapanca ariyet ocağının Jeoteknik özellikleri.
- Şekil.24. Mollaköy ariyet ocağının Jeoteknik özellikleri.

#### ÇİZELGE ve TABLOLAR

- Tablo.1. Birleştirilmiş zemin sınıflaması.
- Tablo.2. Maksimum kuru birim yoğunluğa göre sıkışma oranları.
- Tablo.3. Yamaç eğiminin saptanmasında kullanılan Taylor Grafiği.
- Tablo.4. Yarmalarda tipik şev eğimleri.
- Çizelge.1. Kayaç ve zeminlerin bazı Jeoteknik Parametreleri.

## EKLER

- Ek.1. 1/25.000 ölçekli Acısu - Arifiye civarının Jeoloji haritası.
- Ek.2. Çalışma alanından alınan Jeolojik kesitler.
- Ek.3. Sondaj logları ve deney sonuçları.
- Ek.3.1. S.1,S.2,S.3,S.4,S.5,S.6,S.7,S.8,S.9,S.10,S.11, S.12,S.13 sondajı.
- Ek.3.2. S.14,S.15,S.16,S.17,S.18,S.19,S.20,S.21 sondajı.
- Ek.3.3. S.22,S.23,S.24,S.25,S.26,S.27 sondajı.
- Ek.3.4. S.28,S.29,S.30,S.31,S.32,S.33,S.34 sondajı.
- Ek.3.5. S.35,S.36,S.37,S.38,S.39,S.40,S.41 sondajı.
- Ek.3.6. S.42,S.43,S.44,S.45,S.46,S.47 sondajı.
- Ek.4. Otoyol güzergahının plan ve boy kesit olarak tanımlanışı.
- Ek.4.1. KM(13+000 - 17+700) arası.
- Ek.4.2. KM(17+700 - 22+500) arası.
- Ek.4.3. KM(22+500 - 27+500) arası.
- Ek.4.4. KM(27+500 - 32+500) arası.
- Ek.4.5. KM(32+500 - 38+000) arası.
- Ek.4.6. KM(27+500 - 33+000) arası.

ÖZ: Çalışma sahası Marmara Bölgesinin KD'sunda Sapanca Gölünü içine alan yaklaşık 300 Km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır.

İncelenen bölgede, Paleozoyik ve Üst Kretase yaşlı denizel formasyonlarla, Neojen (Ponsiyen - Pliyosen) ve Kuvaterner'e ait karasal birimler yer almaktadır.

Bölgenin en eski kaya stratigrafi birimi Paleozoyik yaşlı, Metamorfik serilerdir. Metamorfik serinin alt kısmı gnays, amfibolit, mika şist, serisit şist, klorit şist, serpantin şist, kuvarsit, kireçtaşı ve mermer ardalanmasından oluşmuştur. Bu metamorfik serinin üzerinde konkordan olarak mermer ve kireçtaşları yer almaktadır. Bu metamorfik kayalar Kaledoniyen ve Hersiniyen Orojenik hareketlerinin etkisinde kalarak kıvrılmışlardır.

Mesozoyik, etüd edilen sahada Üst Kretase yaşlı formasyonlar ile temsil edilmiş olup, Paleozoyik üzerinde diskordans olarak bulunur. Üst Kretase formasyonları fliş fasiyes özellikleri sunan, yumuşak kireçtaşı, marn, şeyl, ince ve iri kumtaşı, kiltası, çakıl ile konglomeralardan ibarettir. Bu tabakalar Alpin orojenezinin Laramiyen fazında kıvrılmıştır.

Bölgedeki Neojen diğer formasyonlar üzerine açısal diskordans yaparak oturmuştur. Ponsiyen - Pliyosen tabakaları gölsel ve karasal olarak oluşmuş, marn, kil, kumtaşı, konglomera, kum ve çakıl ardalanmasından meydana gelmiştir.

Neojen esnasında ve sonunda,Alpin orojenik hareketleriyle tabakalar ilkel durumlarını kaybetmişlerdir. Neojen sırasında ve Kuvaterner'de bölgede büyük faylanma ve çökme olayları meydana gelmiştir.

İnceleme sahasından,İzmit körfezi -Sapanca gölü- Adapazarı-Hendek-Düzce ovası çukurluk ve çöküntü şeridini izleyecek şekilde Kuzey Anadolu Fayı geçmektedir. İzmit körfezi ile Adapazarı civarı,Ülkemizin sismik etkinlik bakımından en önemli yörelerinden birisidir.

İnceleme alanının içinde otoyol Kuvaterner yaşlı alüvyon ve birikinti konisi ile Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal çökeller üzerinden geçecektir.Yörede yüzlek veren daha yaşlı birimler yol güzergahının uzağında kalmakla birlikte birikinti konilerine ve alüvyona malzeme sağlayan kaynak alanlar durumundadırlar.

Otoyolun Sapanca gölü kıyılarını izleyerek alüvyon üzerinden geçeceği yerlerde zeminin zayıf karakterde olduğu ve yüzeye yakın bulunan yeraltısuyu nedeniyle de bu kesimlerde duraylılık sorunlarının çıkacağı saptanmıştır.Yolun birikinti konisi üzerinden geçeceği yerlerde stabilite problemi doğmayacaktır.

Yolun geçeceği güzergah boyunca gözlenen Jeolojik yapılar dikkate alındığında doğal şevlerde,Sarıbayır ve Teknekelem tepeleri arasında heyelan tehlikesinin bulunduğu,diger kesimlerde ise böyle bir tehlikenin olmayacağı saptanmıştır.

Yarma yapılacak kesimlerde klas tayinlerine göre, bu bölgelerde kazı güçlüğü olmayacaktır.

Dolgu malzemesi olarak kullanılacak materyal üzerinde yapılan denemeler sonucu, bu malzemelerin projede istenilen niteliklerde olduğu saptanmıştır.

## 1.GİRİŞ:

### 1.1.AMAÇ:

Bu çalışma 1982-1984 yıllarında Jeoloji Yüksek Mühendislik Lisansı Tez çalışması olarak, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde hazırlanmıştır.

Arazi ve laboratuvarında yürütülen bu incelemenin amacı arazi çalışmalarının yanısıra temel araştırmaları sonucu elde edilen verilerden yararlanılarak yol güzergahının Mühendislik Jeolojisi ve zemin mekaniği açısından değerlendirilmesini içermektedir.

Otoyol güzergahındaki ilk incelemeyi 1975 yılında AREA şirketi tarafından yapılan sondajlar oluşturmaktadır. Bu sondajlardan elde edilen karotlar yardımıyla zemin cinsi ile zeminlerin jeoteknik niteliklerinin tesbitine çalışılmıştır.

### 1.2.ÇALIŞMA SAHASININ KONUMU:

Çalışma sahası, Armutlu yarımadasının KD' da, Adapazarı ilinin G ve GB'da yer alan Acısu ile Arifiye ilçelerini içine alan bölgeyi kapsar.

Bu çalışmada, Harita Genel Müdürlüğü'nün Türkiye, Adapazarı G-24, c<sub>1</sub>-d<sub>2</sub> numaralı 1/25.000 ölçekli topografik haritaları kullanılmıştır. Ayrıca yol güzergahı üzerindeki kayaların jeoteknik niteliklerinin belirlenmesi amacıyla 1/10.000 ölçekli haritalardan yararlanılmıştır. Çalışma alanının yer bulduru haritası Şekil.1'de verilmiştir.

### 1.3.MORFOLOJİ:

D-B istikametinde uzanan dağlık bir saha, İzmit ve Sakarya ilini güneyden çevrelemektedir. Batıda Samanlı dağları, doğuda ise Karadağ ve Keremali dağları olarak devam eden bu kütlelerin alçaldığı bir kesimde Sakarya nehri geçmektedir. Topografya göl kenarında 40 m. kotundan başlamakta ve güneyde 800 m. ye kadar çıkmaktadır.

Sapanca gölünün güneyindeki başlıca tepeler, Sarıbayır tepesi 160 m, Teknekelem tepesi 150 m, İhlamur tepe 515 m, İlimbey tepe 283 m, İstihkam tepe 617 m, Sülüklü tepe 162 m. dir.

### 1.4.HİDROGRAFYA:

Bölgenin en büyük akarsuyu Adapazarı ovasının KB' dan geçerek Karadenize dökülen Sakarya nehridir. Ayrıca Sapanca gölünün KD yamacından çıkarak, Beşköprü vadisini takip ederek, Sakarya nehri ile birleşen Çarkısuyu bulunmaktadır.

Gölün güneyinde, Maşukiye ve Sapanca arasındaki dik yamaçlar, 4 büyükçe ve derin vadi ile yarılmış olup, buradan Karaçay, Kuruçay, Mahmudiye ve Karanlık (İstanbul) dereleri akmaktadır.

Sapanca gölünün Kuzeyinde, doğudan batıya doğru, Harmanlar deresi, Koca dere, Maden deresi, Eşme dere ve Kuru dere yer alır. Eşme derenin 3 Km. B'da Kanlıtarla deresi ve devamı olan Mandıra deresi bulunmaktadır. Daha batıda bulunan Uzuntarla deresi İzmit körfezine kadar uzanmaktadır.

Bu derelerin hepsi yaz ve kış su ihtiva edip, debileri yağış alan mevsimlerde fazla, yağışsız olan mevsimlerde azdır. Fakat genellikle debilerinde fazla değişiklik olmaz.

#### 1.5. İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ:

Çalışma alanı genel çizgileriyle Akdeniz iklimiyle, Karadeniz iklimi arasında geçiş iklim kuşağındadır. Yağışlar genellikle ilkbahar ve sonbahar'da yağmur halinde olup bol yağışlıdır. Kışları yükseklerle kar, alçalara ise genellikle yağmur şeklinde olan yağışlar kaydedilmiştir. Yazları serin ve zaman zamanda yağışlıdır.

İklimin yağışlı olması nedeniyle bitki örtüsü ormandır. Ağaçların bir çoğu makiler halinde olup, yüksek kesimlerde Karadeniz kıyısına özgü kayın, köknar gibi ağaçlar yer almaktadır.

#### 1.6. YERLEŞİM YERLERİ VE NÜFUS DAĞILIMI:

Arifiye'nin B'dan, Maşukiye köyüne kadar olan düz alanda yerleşim yerlerini görmek mümkündür. Güney kısmın çok sık ormanlarla kaplı oluşu nedeniyle nüfus bakımından seyrekler. Çalışma sahasındaki yerleşim yerleri, Sapanca gölünün Kuzeyinde Uzuntarla, Eşieşme, güneyinde Acısu, Maşukiye, Yanık, Kurtköy, Kırkpınar, Sapanca, Mümtaziye, Kalayci ile Arifiye'dir.

#### 1.7. ULAŞIM:

##### 1.7.1. Karayolları:

Çalışma sahasının hemen D'dan, Sakarya-Eskişehir



devlet karayolu ile Sapanca gölünün K'den Sakarya-Kocaeli-İstanbul devlet karayolu geçmektedir. Ormanlık bölgede bulunan yollar patikalar halinde uzanmaktadır.

#### 1.7.2. Demiryolları:

Sapanca gölünün G'den Sakarya-Kocaeli-İstanbul devlet demiryolu geçmektedir. Bu demiryollarının saha civarında Doğançay, Arifiye, Sapanca, Maşukiye gibi istasyonları vardır.

#### 1.8. ÇALIŞMA YÖNTEMİ:

Saha çalışmalarında pusula, altimetre kullanılmış, inceleme sahasından 55 adet kayaç numunesi alınmıştır. Bu örneklerden 40 kayaç ince kesiti elde edilmiştir. Kayaç örneklerinde, sediman-petrografik çalışmalar polarizan mikroskopta yapılmıştır. Otoyol güzergahı üzerinde dolgu ve yarmaların incelenmesi amacıyla sondajlar yapılmış ve zeminlerin taşıma güçlerinin bulunması amacıyla sondaj kuyularında Statik Penetrasyon deneyleri uygulanmıştır. Karot numuneleri üzerinde, laboratuvar zemin cinslerinin tesbiti için su muhtevası, yağ ve kuru elek analizi ile Atterberg limitleri yapılmıştır. Bu deneyler sonucu elde edilen veriler Casagrande'nin Birleştirilmiş Toprak sınıflaması tablosundan yararlanılarak değerlendirilmiştir (Tablo-1).

Ayrıca Ariyet ocakları ve yarmalardan çıkacak malzemelerin agrega özelliklerinin tesbiti ve zeminlerin sıkışabilirlik derecesini ölçmek amacıyla Proctor ve kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) deneyleri yapılmıştır.

Otoyol güzergahında oluşacak oturma miktarı ve sürelerinin bulunması için konsolidasyon ve şev stabilitesini ölçmek amacıyla üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır.

#### 1.9.KATKI BELİRTME:

Yüksek Lisans Tez çalışmamın son evrelerinde Yöneticiliğimi üstlenip, çalışmamın yürütülmesinde ve tüm araştırmalarımın süresi boyunca her türlü problemin aydınlatılmasında büyük destek ve yardımını esirgemeyen, Sayın Hocam Prof.Dr.Oğuz EROL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın başlangıcında benden bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen ilk yöneticim Hocam Prof. Dr.İsmet YILMAZ'a teşekkürü en doğal görev bilirim.

Çalışmam sırasında tecrübe ve bilgisinden yararlandığım, çalışmama katkılarda bulunan Dr.Yusuf ÖZGÖNCÜ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın son aşamasında gerekli düzeltmelerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yard.Doç.Dr.Ergun GÖKTEN'e teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Gemaş şirketi ile Araş.Gör.Mustafa AFŞİN ve Araş. Gör.Salim TUNCAY'a, çizimlerde yardımcı olan Uzman A.İhsan BİLGİN ile ince kesitleri hazırlayan Laborant Nizamettin KOÇAK ve Yaşar ALTEKİN'e şükranlarımı sunarım.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR:

Yörede çoğunluğu rejyonal ölçekte olmak üzere ekonomik ve bilimsel amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. Burada araştırmamızı ilgilendirenler kısaca bahsedilecektir.

RİSCH, C., 1909, Sapanca gölü güneyinde Keltepe (Gökdağ) çekirdeğinin, Arkeen yaşlı kristalen şistlerden oluştuğu ve bunun üzerinde Paleozoyik yaşlı, fosil içermeyen ve marnlı kumtaşları ile temsil edilen bir örtünün bulunduğunu kaydetmiştir.

PENCK, W., 1918, Karamürsel güneyindeki dağların güney yarısının şiddetli rejyonal metamorfizma geçirmiş, fosil ihtiva etmeyen Kristalen şistlerden oluştuğunu ve bunların İstanbul bölgesindekilere kısmi bir benzerlik gösterdiğini ifade ederek, bunların Paleozoyik öncesine ait olabileceğine işaret etmiştir.

BAYKAL, F., 1940, Adapazarı-Kandıra havalsininin jeolojisini incelemiş ve bölgedeki formasyonların Paleozoyik (Devoniyen), Mesozoyik (Triyas-Kretase), Tersiyer (Numulitik-Neojen)'den ibaret olduğunu ve nehir yataklarının alüvyonlardan oluştuğunu belirtmiştir.

STCHEPİNSKY, V., 1941, Kocaeli-Bolu-Bilecik-Bursa-Eskişehir bölgesinde mermerleşmiş fosilli ve fosilsiz tabakalardan oluşan Paleozoyik'in bulunduğunu belirtmiştir. Bölgede Triyas'ın olmadığını belirterek, Jura ile fosilli Alt ve Üst Kretase yaşlı tabakaların bulunduğunu ifade etmiştir.

ERİNÇ, S., 1948, Karadenizin denizaltı morfolojisine ait yazısında, Sakarya'nın denizaltı vadisi üzerinde durarak, bu akarsuyun daha öncede Karadeniz'e aktığını belirtmiştir.

LAHN, E., 1948, İzmit-Sapanca oluğunun tektonik kökenini açıklayarak, Sapanca gölünün oluşumunu Alüvyal Baraj Gölü olarak belirtmiştir.

AKARTUNA, M., 1968, Armutlu yarımadasındaki en eski tabakaların Ante-Permokarbonifer veya Antedevoniyen yaşındaki kristalen şistlerden oluştuğunu ve ilk fosilli sedimanter tabakaların Permokarbonifer'e ait olduğunu tesbit etmiştir.

KİPMAN, E., 1974, Çamdağ (Sakarya) bölgesinin Paleozoyik devrine ait dikme kesitini çıkarmış ve Çamdağ'daki Paleozoyik istifin Ordovisiyen-Siluriyen yaşlı klasik-kırıntılı tortulların oluşturduğu bir taban seri ile bunu transgresif olarak örten ve sedimanter oolitik demir yataklarını içeren Devoniyen formasyonlarından meydana geldiğini belirtmiştir.

BİLGİN, T., 1975, Sapanca gölünün, Sakarya nehrinin getirdiği malzemenin birikmesiyle oluşan Alüvyal baraj gölü olarak oluştuğunu belirtmiştir.

SARI, İ., ve KURT, M., 1983, Adapazarı-Sapanca-Geyve-Akyazı çevresinde bulunan Demir-Manganez cevherleşmelerini göstermişler ve bölgenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmışlardır.

### 3.ÇALIŞMA ALANINDAKİ SAPANCA GÖLÜNÜN KONUMU:

Bu bölümde inceleme konusunu oluşturan otoyolun bazen yanından bazanda dolguyla geçeceği Sapanca gölünün, inşaat ve sonrasında yolu etkileyebilecek özellikleri, mevsimsel davranışları ve yöre tektoniği bakımından taşıdığı anlam ile sismisiteden etkilenme durumları kısaca konu edilecektir.

Sapanca gölü, morfolojik yayılışı ile oval bir biçim arzeder. Batı ucundan, doğuda alüvyal tabana dayandığı kıyıya kadar 1/25.000 ölçekli ve 1959 tarihli paftalar üzerinde yapılan ölçmelere göre D-B ekseninde uzunluğu 15.350 m.dir. Maksimum genişliği ise Sapanca kasabası kıyısından tam kuzeydeki Kışbatankoyu kıyısı arasında 5.450 m.dir. Deniz seviyesinden 31 m. yükseklikte olan gölün yüzölçümü 49 Km<sup>2</sup>.dir.

Çevreden gelen derelerin beslediği Sapanca gölünün bir kısım suyu, gölün KD ucundan çıkararak Beşköprü vadisini takip eden Çarksuyu tarafından nakledilir. Yapılan ölçümlere göre seviye, kışın yükselmekte, Mart ve Nisan'da en çoğa ulaşmakta ve yaz sonuna doğru alçalmaktadır.

Sapanca gölü, kuzey ve güneyde fay diklikleriyle sınırlanmış bir oluk tabanının alçak kısmını işgal etmektedir. Gerek kuzey, gerekse güneyde dik yamaçlar alçak kısma kadar iner. Kuzeyde göl kıyıları yüksek kısma dayanır. Ancak güneyde, kristalen bir kütteden ibaret dik yamaçlarla göl arasında genişliği 1 Km.yi bulan hatta batıda 2 Km.ye ulaşan alüvyal dolgu gelişmiştir.

Uzun yıllardan beri Sapanca gölünün oluşumu ve Sakarya nehri ile ilgisi konusunda muhtelif araştırmacılar tarafından değişik fikirler ileri sürülmüştür.

KOBELT'e (1898) göre, Sapanca gölü, batıda Sarımeşede meydana gelen Tersiyer sonu volkanik sokulumlarla set gölü halinde oluşmuştur. Kobelt, daha önceleri yarı tuzlu olan göl sularının sonradan tatlılaştığını belirtmiştir.

RİSCH (1909), olasılıkla Pliyosen veya Diluvium'da Sapanca gölünün Adapazarı depresyonuna kadar sokulan bir körfez halinde Marmaranın bir devamı olduğunu ve gölün bir graben içinde oluştuğunu ifade ederek, kuzeydeki kenarında bir fay hattına isabet ettiğini belirtmiştir. Risch'e göre Sapanca gölü relik bir göl olup, genç çökellerden oluşmuş olan geniş bir alüvyal saha tarafından İzmit körfezinden ayrılmıştır.

Sakarya'nın önce İzmit körfezine döküldüğünü, daha sonra körfezden ayrılan ve tatlılaşan Sapanca gölüne ve o yol ile İzmit körfezine aktığını, daha sonra ise eski bir vadiyi kullanarak Karadeniz'e bağlandığını belirtmiştir.

BERG'e (1910) göre, ise Sarımeşe civarındaki tepeler çakıllardan oluşmuş olup, yeni bir oluşumdur ve deniz ile gölü birbirinden ayırmaktadır.

PENCK (1918), İzmit körfezi ile Sapanca gölünü ayıran kısmın yükselmiş bir arazi olduğunu kaydetmiştir. Ancak Penck bu yükselmenin zamanını açıklamamıştır.

PINAR ve FOUCH'e (1943)-İzmit körfezi ile Sapanca gölü arasındaki eşğin hem yükbelme, hemde erozyon materyellerinin birikmesi sonucu Üst Kuvaterner'de oluştuğunu ifade etmişlerdir.

PFANNENSTIEL'e (1944) göre, İzmit ile Sapanca gölünü ayıran saha genç birikintilerle ayrılmış olmayıp, yükselmiş bir eşiktir. Ayrıca Sapanca gölünün relik bir göl olarak oluştuğu fikrine katılmaktadır.

LAHN'a (1948) göre, Sapanca gölünün tektonik bir fossenin en alçak kısmında bulunduğunu kaydederek, bir zamanlar İzmit körfezinin Sapanca gölüne kadar uzandığını kabul etmektedir. Bu tektonik çukurluğun Kuvaterner başlarında oluştuğunu ve göl havzası ile şimdiki körfez arasında kalan kısmın Kuvaterner sonlarına doğru alüvyonlarla dolmuş olduğunu belirtmiştir. Lahn, Sapanca gölünün oluşumunu "Alüvyal Baraj Gölü" olarak açıklamıştır.

ERİNÇ (1948), Sapanca göl çanağının derin kısmının kryptodepresyon halinde olduğunu ortaya koyarak, bu çanağın sarp duvarları ile tektonik bir kökene sahip olduğunu belirtmiştir.

İNANDIK (1952-53)-İzmit körfezinin, Adapazarı depresyon sahasına kadar uzandığını ve daha sonra eşğin oluşumu ile Sapanca gölünün körfezden ayrıldığını alüvyal setleşme ile yükseldiğini ifade etmekte ve gölün set gölü olarak oluştuğunu kabul etmektedir.

İnandık'a göre Sakarya nehri önce batıya, Sapanca gölünü takiben İzmit körfezine akmakta iken eski körfezin alüvyonlarla dolması sonucu kuzeye yönelmiş ve yakın zamanlarda Karadenize bağlanmıştır.

AKARTUNA (1968), Sapanca gölünün, Kuzeyden Kocaeli yarımadasından, güneyde ise Samanlı dağlarından gelen alüvyonlarla körfezden ayrıldığını ve bu suretle bakiyevi bir göl olduğu fikrini ileri sürmüştür.

BİLGİN'e (1975) göre, Sapanca gölü çanağı, doğuya doğru derinleşen tektonik kökenli eski bir kryptodepresyona tekabül etmektedir.

Sapanca gölünün, bu kryptodepresyona bağlı olmakla birlikte, doğusunda Sakarya nehrinin getirdiği malzemenin birikmesiyle Adapazarı depresyonunu dolduran büyük alüvyal dolgunun gelişmesi sonucu meydana gelen bir "Alüvyal setlenme" ile oluştuğunu belirtmiştir.

Sapanca gölü çanağı İzmit-Sapanca oluğunu teşkil eden graben sahasına son şeklini veren ve İzmit körfezinin bugünkü kıyı hatlarını ortaya koyan genç tektonik hareketlerin sebep olduğu faylanmalara bağlı olarak meydana gelmiştir. Sapanca gölünün doğusunda bulunan Sakarya nehrinin getirdiği malzemenin birikmesi sonucu bu göl alüvyal baraj gölü olarak oluşmuştur.



#### 4.BÖLGESEL JEOLOJİ:

Kocaeli yarımadası,Ülkemizin üzerinde bir çok jeolojik devirlerin temsil edildiği İstanbul yarımadasının doğudaki bir kesimidir.İstanbul bölgesinde,kuvars konglomeraları,kuvarsit,arkoz,grovak,killi ve serisit şist ve kireçtaşlarıyla tanımlanmış olan Paleozoyik formasyonları Kocaeli yarımadasının batı kesiminde de vardır. Beykoz ve Gebze civarında bu çökeller iki granit batoliti tarafından kesilmiş,bunların sınırları boyunca kontakt metamorfik kayaçlar gelişmiştir(İlhan,1976).

Yarımadanın doğu kesiminde Paleozoyik formasyonları,Alpin fasiyesli Alt ve Orta Triyas çökelleriyle kaplıdır.Taban konglomerası,kırmızı ve sarı kumtaşları ile koyu renkli sık dokulu karbonatlar Werfenien'i,yumrulu gri kireçtaşları Anisiyen'i,şeyl ve silttaşı arakatgılı ince tabakalı gri kireçtaşları ladiniyen'i temsil etmektedir(İlhan,1976).Yurttaş-Özdemir (1971),Alp'lerde Triyas'ı temsil eden ammonit zonlarından yalnızca üçünün Ladiniyen ve Alt Karniyen'i simgeleyecek şekilde yörede temsil edilmiş olduğunu saptamıştır(Trachyceras reitzi, Trachyceras archelaus,Trachyceras aon biyozonları).

Üst Triyas,Jurasik ve Alt Kretase bölgede temsil edilmemiştir.Üst Kretase doğrudan doğruya Paleozoyik ve Orta Triyas'ı kaplamaktadır.Yarımadanın Karadeniz kıyı kesiminde içinde kalın volkanik arakatgılar bulunan Üst Kretase marn ve kireçtaşı,Paleosen flişi ve Eosen kireçtaşı gelişmiştir.Paleozoyik ve Triyas bu seriler üzerine kuzeye doğru şarye edilmiştir(Baykal,1942).

Mesozoyik ve Tersiyer yaşı birimlerde D-B doğrultusunda kıvrılma eksenleri gelişmiştir. Bölgede karasal ve gölsel neojen çökelleride bulunmaktadır.

1100 Km.boyunda doğrultu atımlı ve sağ yönlü olan Kuzey Anadolu Fayı batıda Yenice yakınlarından başlayıp, Mudurnu suyu vadisi, Abant gölü yoluyla Bolu, Gerede'den geçerek İsmetpaşa istasyonu, Ilgaz, Kargı, Ladik, Erbaa, Niksar, Reşadiye, Erzincan, Karlıova-Varto ve Van gölünden İran sınırına uzanmaktadır. Bu fay bölgede büyük depremlerin oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca İzmit körfezi ve Sapanca gölünde kökensel olarak bu fayın gelişmesine bağlı olabilecek derin tektonik çukurluklar bulunmaktadır.

## 5.STRATİGRAFi:

İncelenen belgede alttan üstte doğru Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar ve mermerler,Üst Kretase fliši ile gölsel ve karasal Neojen'le,Kuvaterner yaşlı formasyonlar yer almaktadır.

### 5.1.Paleozoyik:

Bölgedeki Paleozoyik formasyonları,altta Metamorfik kayaçlar ile bu kayaçlar içerisinde bulunan kristalize kireçtaşı ve mermerler ile temsil edilmiştir.Tarafımızdan incelenen bölgede içerisinde fosil saptanamayan bu serilerin Devoniyen yaşlı olduğu ileri sürülmektedir (Baykal,1940.,Akartuna,1968).

5.1.1.Metamorfik Kayaçlar: Çalışma sahasımızda temeli oluşturan şistler Sapanca gölünün G'de gözlenmiştir.Bölgenin en yüksek tepeleri metamorfik seriye ait kayaçlardan oluşmuştur.Muhtelif derecelerde başkalaşıma uğramış olan metamorfik kayaçlar,petrografik yapılarının ana hatlarına göre iki grup altında toplanmıştır.Birinci grupta Mezo ve Katazon,ikinci grupta Epi ve Mezozon kayaçları yer almaktadır.

Mezo ve Katazon grubu kayaçların başlıcaları Hornblende-biyotit gnays,Hornblende gnays,Amfibolittir.

Mezo ve Epizon grubunu oluşturan kayaçlar ise iki mikalı şist,mermer,kristalize kireçtaşı,Serisit şist,Klorit serisit şist,Kuvarsit,Serpantin şistlerdir.

5.1.1.1.Gnays,Amfibolit: Çalışma sahamızın GD'daki Karaçam köyü civarındaki küçük bir alanda bu birim gözlenmiştir.

Bölgede katazonu karakterize eden gnayslar ve amfibolitler içerdikleri mineral çeşitlerine göre muhtelif renkler göstermekte ise de genellikle yeşilimtrak renklidirler.Yapılan ince kesit gözlemlerinden amfibolit şistlerin bileşimine amfibol,diopsit,plajiyoklaz ve epidot mineralleri girmiştir.Bölgede gözlenen hornblende-biyotit gnays ile hornblende gnaysın bileşimi ise kuvars, albit,ortoklaz,hornblende,biyotit ve epidot minerallerinden oluşmuştur.

5.1.1.2.Mika Şist,Klorit Şist,Serisit Şist,Serpantin Şist: Gnays içeren alttaki seri ile konkordan olan ve pek çok kaya çeşitlerini ardaşıklı olarak içeren bu seri Sapanca gölünün G'deki sahayı oluşturmaktadır. Bölgede Serisit şist,Mika şist,Talk şist,Klorit şist gözlenmiştir.

Karaçam köyünün doğu kısmında şistler,gnayslarla karışık bir halde bulunmaktadır.Sapanca bölgesinin güneyinde ise aşağıdan yukarıya doğru Gnays ve Amfibolit şistler azalmakta,bunların yerine Mika şist,Serisit şist,Klorit şistlerle diğer şistler hakim olmaktadır.Baykal (1940), bu durumun bölgede geniş bir sahayı işgal eden granit kütesinin,bölgedeki sedimanter seriye yapmış olduğu tesirlerden ileri geldiğini ve şistlerin bir epizon ürünü olarak bazik metamorfik karakterde bulunduğunu ileri sürmüştür.

Temeli oluşturan bu birimlerde fiziksel olarak renk farklılıkları grimsi, yeşil, mordan, siyahımsıya kadar değişmektedir. Bölgede şistlerle arakatkılı olarak bulunan kireçtaşları ile mermerleşmiş büyük bloklar vardır. Bu kalsit birikintileri bölgeye uzaktan gözlü gnays manzarasını vermektedir. Bu bloklarda renk maviden siyahımsıya kadar ton farklılıkları sunar. Bazı şistlerin arasında da kuvars birikintileri görülür.

Sapanca'nın 4 Km. GD'sunda Fevziye deresinde çeşitli şistler içinde serisit ve bazen az miktarda kil mineralleri ile ince taneli kuvarstan oluşmuş tabaka ardalanmalarına rastlanılmıştır. Bu dere içinde talk şistler çok beyaz bir görünüm içermektedir.

Sapanca'ya yakın olan sırtlarda, koyu renkli olan Serisit şistler, açık renkli mermer ve kuvars kütlelerini içermektedir. Bunlar şistler içinde yerleşmiş olup, mermerlerden büyük bloklar çıkartılabilmektedir. Sapanca sırtlarındaki bu metamorfik şistler içinde fosile rastlanılmamıştır.

Akçay deresi ile Sapanca ilçe merkezinin G'yi arasında yer alan değişik renkli serisitik ve kloritik şistlerle ardaşıklı olarak bulunan kalk şistlere rastlanılmıştır. Bu tabakalar arasında az miktarda serisit ve kuvarsında yer aldığı gözlenmiştir.

Mahmudiye köyü sırtları, koyu veya nefti renkli şistlerle, kızıl veya sarı renkli daha az metamorfik olan kiki şistlerden oluşmuştur.

İlmiye köyü kuzeyindeki sırtlarda serisit-klorit şist gözlenmiştir. Buradan alınan numunelerin ince kesitlerinde şistlenme yönünde sıralanmış gayet ufak taneli ve bol miktarda klorit, daha az olarak serisitten oluşmuş mineral dizilimleri gözlenmiştir.

5.1.2. Kristalize Kireçtaşı: Temelin üst seviyesini oluşturan bu birim konkordan olarak Kalk şist, Serisitli şist, Klorit şist, Mika şistlerin üzerine gelmektedir. Yer yer mermer özellikteki kristalize kireçtaşlarında tektonik ve metamorfizmanın etkisini fazla gösterdiği kısımlarda tabakalar çok kırıklıdır. Alterasyonun ve erimelerin fazla geliştiği çukur yerlerde, terra rossa denilen topraklaşma kan kırmızısı rengeyle dikkati çekmektedir.

Fazla kalınlık sunmayan kireçtaşlarının faylarla kesildiği zonlarda dolin yapıları gelişmiş olup buna bağlı yer yer ufak göller oluşmuştur. 60-80 cm. kalınlığında tabakalar oluşturan bu kireçtaşları genellikle mavi ve gri renklidirler.

Çalışma sahasındaki kristalen şistler içerisinde herhangi bir fosile rastlanılmamıştır. Kristalen şistler üzerinde blok halinde bulunan kristalize kireçtaşları, Akartuna (1968) tarafından Antekarbonifer yaşlı olarak saptanmışlardır.

Bölgedeki Metamorfik şistler içerisinde Baykal (1940) tarafından Devoniyen yaşını vurgulayan Rynchnella daleidensis, Calceola sandalina gibi fosiller tesbit edilmiştir.

## 5.2.Mesozoyik:

Çalışma sahasımızda Triyas, Jura ve Alt Kretase formasyonlarına rastlanılmamıştır. Bölgede fliş fasiyesinde gelişmiş olan Üst Kretase formasyonları bulunmaktadır.

5.2.1.Üst Kretase: Üst Kretase yaşında olduğu kabul edilen bu litoloji grubu çalışma sahasında Paleozoyik üzerinde diskordans olarak bulunmaktadır. Bu birim Sapanca gölünün kuzeyinde Kavaraskoyu ile Armutyanık koyunun doğusunda gözlenmiştir.

Üst Kretase flişi özelliğindeki koyu yeşil, kızıl, siyah renkli formasyonlar, esmer renkli şeyl, marn, silt-taşı ve kumtaşları ile konglomera, kumlu kireçtaşı, ince ve iri taneli kumtaşı ardalanmasından meydana gelmiştir. Bölgede Ammonites varians Sow, Terebratula semiglobosa Sow, İnoceramus Lamarckii Sow, Pentacrinites sp, gibi fosiller tesbit edilmiştir (Baykal, 1940).

## 5.3.Senozoyik:

İnceleme sahasında Paleojen'e ait formasyonlar temsil edilmemiştir. Mesozoyik üzerinde diskordans olarak Neojen ve Kuvaterner formasyonları yer almaktadır.

5.3.1.Neojen: Sapanca gölünün KB'sını ve GD'sunu kaplıyan bu topluluk G'de Paleozoyik'le, kuzeyde ise Mesozoyik'le diskordans olarak kontakt oluşturmuştur. Çalışma sahasımızdaki Neojen (Ponsiyen-Pliyosen) marn, kil, kumtaşı, konglomera, kum ve çakıllardan oluşmuş olup, karasal ortamlarda ve zaman zamanda gölsel ortamlarda gelişmiş litoloji birimleridir.

Neojen çalışma sahanızın güneyinde, Sapanca'nın hemen doğusunda başlar ve KB'da Sapanca gölü kıyılarına dayanarak, K'de muntazam bir diklikle Arifiye ovasına doğru uzanmaktadır. Litolojik olarak kum, çakıl, sarımsak gri renkli ince ve kaba kumtaşları ile yeşilimsak marnlardan oluşmuştur. Bu sahada yer yer geniş çapta heyelanlara sebep olan bu tabakalar genellikle G ve GB'ya doğru eğimlidirler. Sahadaki marnlar içerisinde beyaz renkli kireçtaşı konkresyonları bulunmaktadır. Akçay vadisinin aşağı kısımlarında, Hacımercan köyü batısında ve daha doğuda Kayalar köyünde bu tabakalar içerisinde karasal kökenli mollusk, gastropod, Hipparion gibi çeşitli fosiller bulunmuştur (İnandık, 1952-53., Akartuna, 1968., Yalçınlar ve Chaput: Bilgin 1975'den).

Sapanca güneyindeki bu Neojen depolarının içerdikleri fosillere göre Alt Pliyosen'e kadar muhtemelen çıkabilen kara çökelleri olduğu belirtilmiştir (İnandık, 1952-53). Yeni çalışmalara göre ise Ponsiyen, Üst Miyosen'e ait olarak kabul edilmektedir (Örg. Erol, 1983).

Adapazarı ovasının G kenarlarında, Fevziye, İlimbeyli, Karaçam bölgesinde derelerin açmış olduğu vadi yamaçlarında nisbeten kalın Neojen tabakaları vardır. Burada Neojen gri renkli, yer yer çapraz tabakalı, kil, marn, kumtaşı ve konglomera ardalanmasından meydana gelmiştir. Fevziye köyü civarında yersel faylar nedeniyle genç tabakalar sanki metamorfik şistler altına dalıyormuş gibi görünmektedir.



İnceleme alanının güneyindeki Açmalar Mahallesi yöresinde taraça görünümü sunan kısımlar izlenmiştir.

Ekseriya göl Neojen'i üzerinde duran kızıl-sarı renkli ve genellikle çakıllı veya kumlu birikintiler karasal Neojen'i oluşturmaktadır. Sapanca gölü güneyinde 20 m. kalınlık gösteren kuvarsit, gnays, mika şist çakıllarını içeren karasal Neojen tabakaları gözlenmiştir.

Sapanca gölünün kuzeybatısında gölsel Neojen çöelleri gözlenmiştir. Bu bölgedeki Neojen formasyonları üzerinde taraça karakterinde tortullar bulunup, bunlar kum, çakıl, sarımsak gri renkli kumtaşı ile gnays ve klorit şist, mika şist çakıllarından oluşmuştur. Bu üst örtüler muhtemelen Pliyo-Pleyistosen'e ait olmalıdır.

5.3.2. Kuvaterner: İnceleme alanında Kuvaterner, eski alüvyon (Taraça), birikinti konisi ve alüvyonla temsil olunur.

5.3.2.1. Eski Alüvyon (Taraça): Neojen sahasının GB kısmı, Sapanca gölüne inen nehirlerle yer yer sel yarıkları halinde parçalanmış olup, Akçay deresi 100-200 m. derinliğinde büyük bir vadi açmıştır. Vadinin Neojen depoları içinde açılmış olan aşağı kısmı geniş bir alüvyal dolguya sahip olup sel yatağı karakterindedir. Adliye'nin güneyinde kalın neojen dolgusu ve bu dolgu içinde yerleşmiş alüvyal dolgu üzerinde Sakarya nehrinin en tipik taraçaları bir arada bulunmaktadır.

Bunlardan Arifiye güneyinde yeralan iki seviye üzerinde, İnandık (1952-53) tarafından durulmuş ve bu taraçaların varlığını Lahn (1948) da temas etmiştir.

Adliye güneyinde Sakarya nehrine ait taraçanın varlığında Bilgin (1975) tarafından ileri sürülmüştür.

5.3.2.2. Birikinti Konisi: Maşukiye ve Sapanca arasındaki bölge dört büyük ve derin vadi ile yarılmıştır. Bu vadiler Karaçay, Kuruçay, Mahmudiye ve Karanlık dereleri olup, bunlar V profilli vadilerdir. Ağız kısımlarında, tepeleri vadi içine sokulan birikinti konileri oluşmuştur.

Birikinti konileri daha sonra yarılmıştır. Bu yarılmış kısımlarda akarsular sel yatağı halinde uzanır. Konilerin malzemesi çok iri unsurlar, hatta birkaç metrelik bloklardan, kum ve çakıldan meydana gelmiştir. Daha kuzeyde göl kıyısı ile bu koniler arasında, daha ince unsurlu ve daha az eğimli bir kıyı ovası gelişmiştir.

5.3.2.3. Yeni Alüvyon: En geniş alüvyon sahası, Sapanca gölünün K ve G kıyısı ile Sakarya nehri vadisinde, düşük kottaki alanlarda, akarsular vasıtasıyla erozyonları sonucunda meydana gelen materyallerin kuzey ve güneydeki eteklerde toplanmasıyla oluşmuştur. Bu alüvyonlar içinde kırmızı kumtaşı, şist, beyaz kireçtaşı parçaları bulunmaktadır.

## 6.YAPISAL JEOLJİ:

Çalışma sahasımızdaki temeli oluşturan kristalize kireçtaşlarında ölçülen doğrultular KD-GB yönündedir. Eğimler ise KB-GD olup  $15^{\circ}$  ile  $45^{\circ}$  arasında değişmektedir. Paleozoyik yaşlı bu formasyonlarda görülen KD-GB doğrultuları Hersiniyen fazında oluşmuştur.

Bir grabene tekabül eden İzmit körfezi Alpin orojenik olaylarının etkisiyle yaklaşık Pliyosen sonlarında oluşmuştur. Sapanca gölü ise bu grabenin doğu bölümünde yer almaktadır.

Kuzey Anadolu Fayı , çalışma sahasını kuzeyden ve güneyden sınırlayarak geçmektedir. Dolayısıyla bu ana faya paralel ve dik bir çok fay ve kırılmalar gelişmiştir. Ekseriya Pliyosen sonrası hareketlerle meydana gelmiş olan bu kırıklar çoğunlukla eğim atımlı normal faylar olup, bazıları çok uzun mesafelerde takip edilmektedir. Sapanca gölünün güneyinde, gölün batısından başlayıp doğusuna kadar uzanan Doğrultu atımlı sağ yönlü bu fay Kuzey Anadolu Fayının bir kolunu oluşturmaktadır (Tokay, 1973).

D-B yönünde uzanan bu fay Sakarya nehrinin batı kenarında bulunan Karaçam köyünün güneyine kadar ulaşmıştır. Faylanmalar nedeniyle buradaki Metamorfik şistler ve Neojen çökelleri çok kırıklıdır.

İlimbey ve Hacımercan köyleri arasında Neojen tabakalarının bu fay düzlemi tarafından katedildiği ve güneydeki Neojen parçasının, Kuzeydeki Neojen'e nazaran yukarıda bulunduğu dikkati çekmektedir. Bu da sağ yönlü doğrultu atıma egemen olan fayın bu kesimde bir eğim atıma sahip olduğunda göstermektedir.

Yapraklanma ve çizgisel yapılar Paleozoyik formasyonlarında görülmektedir.

#### 7. DEPREMSSELLİK:

Türkiye'de Kuzey Anadolu Bölgesinde odak mekanizmaları incelenen depremlerin hemen hepsi, Kuzey Anadolu Fayı üzerinde oluşmuş depremlerdir. Zamanımızda sık sık hareket gösteren Kuzey Anadolu Fayı civarında sismik aktivite oldukça yüksektir.

Çalışma alanını etkileyebilecek şiddetteki depremler, şimdiye kadar  $39^{\circ}$  K- $41^{\circ}$  K enlemleri ile  $29^{\circ}$  B- $32^{\circ}$  B boylamlarının arasında kalan bölgede oluşmuştur. Bu sınırlar içerisinde günümüze kadar tesbit edilmiş deprem sayısı 83'dür.

Bölgede büyük tahribata sebep olmuş en büyük deprem 20 Haziran 1943'te  $40.8^{\circ}$  K enlemi ile  $30.8^{\circ}$  B boylamı arasında oluşan Adapazarı-Hendek depremidir. Deprem episantri Adapazarı'nın 10 Km. kuzeyinde, Kuzey Anadolu Fayı civarında olup Mercalli-Sieberg cetveline göre şiddet derecesi X dur.

22 Temmuz 1967 yılında Adapazarı ili ve çevresinde Mercalli-Sieberg cetveline göre VIII-X şiddetinde bir depremin olduğu saptanmıştır.

Bölgede Kuzey Anadolu Fay sistemi ile ilgili oluşan depremler sonucu bu sahada doğrultu atımlı sağ yönlü yeni faylar ve kırıklar oluşmuştur (Canitez ve Güçlü, 1969).

İnceleme alanı İmar ve İskan Bakanlığının hazırladığı "Türkiye Deprem Bölgeleri" Haritasına (1972) göre Birinci derece deprem bölgesi içinde yer almaktadır (Şekil-2).

## 8.MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ:

İnceleme alanının içinde otoyol Kuvaterner yaşlı Alüvyon, Birikinti konisi ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal çökeller üzerinden geçecektir. Yörede yüzlek veren daha yaşlı birimler yol güzergahının uzağında kalmakla birlikte, birikinti konilerine ve alüvyona malzeme veren kaynak alanlar durumundadırlar. Bu nedenle stratigrafi bölümünde konu edilmişlerdir. Burada alüvyon, birikinti konisi ve Neojen yaşlı kayastratigrafi birimlerinin indeks özellikleri ve mühendislik parametreleri otoyol güzergahı boyunca sırayla incelenecektir.

### 8.1.Otoyol Güzergahının Tanımı:

Güzergah, İzmit karayolu doğu kavşağının 800 m. kadar güneyinden başlayarak alüvyon ovaları üzerinden doğuya doğru uzanır. Bu bölgede önce Köseköy yolunu, sonra Köseköy tren istasyonu güneyinden demiryolunu aşar. Daha sonra GD'ya kıvrılarak Sarımeşe havaalanı hizasında Sapanca yolu ile demiryolu arasına girer, yaklaşık 7 Km. boyunca bu yolu izleyerek Tepetarla tepesini aşar ve Büyükderbent bataklığının KD'dan dolaşır. Buradan başlayarak otoyol demiryoluna yaklaşır ve 15.ci Km.de Sapanca yolunu aşarak Sapanca gölü kıyısı boyunca demiryolunu kuzeyden izler.

Demiryolu 22+300 Km.de aşılar ve otoyol GD'ya dönerek Sapanca'yı G'den çevreleyecek biçimde geniş bir eğri çizerek bu bölge geçilmektedir.

Otoyol Sarıbayır falezine etekleri ile göl kıyısını izleyen demiryolu arasında uzanır, sonra Mümtaziye köyü güneyinden geçerek vadi yamacına ulaşır. Güzergah 32+500 Km. de tekrar göl kıyısına iner, Teknekelem tepelerinin KD'dan dolaşır ve Arifiye'ye ulaşır. Hacılar köyünün yanında ve Sakarya'nın yaklaşık 5.000 m. doğusunda otoyol sona ermektedir (Şekil-3).

Sapanca doğusunda 29.cu Km. ile 33.cü Km.ler arasında güzergah, aşılması son derece güçlük arzeden bir bölgeden geçmektedir. Bu nedenle bu bölgede bir düzeltme yapılarak üç varyant güzergahı düşünülmüştür.

1.ci varyantta otoyol 28.ci Km. ile 32+500 Km.leri arasında ana güzergahtan ayrılır. Varyant güzergahı demiryolunu 29.cu Km. civarında Sarıbayır yamacından hemen önce aşar ve göl içinde inşa edilecek dolgu üzerinden demiryolu boyunca ve onun kuzeyinde kalmak üzere doğuya doğru uzanır. 31+400 Km. de demiryolunu tekrar aşar ve Mümtaziye köyü Kuzeydoğusundaki tepeyi katederek 32+500 Km. de ana güzergahla birleşir.

2.ci varyant 30.cu Km. ile 32+500 Km. arasında ana güzergahtan ayrılır. Bu varyantta otoyolun demiryoluna yakın olması nedeniyle Sarıbayır tepesinin yamaçlarından geçerken karşılaşılabilecek problemlerden kaçınılabilecektir. Bu varyantın bir başka yararı da, demiryolu ile otoyolunu bir araya getirmesi ve böylece Mümtaziye köyünün çevreye ilişkilerine zarar vermemesidir.

3.cü varyant ise 28.ci Km. ile 32+500 Km.leri arasında ana güzergahtan ayrılır.29+200 Km. ile 31+200 Km. arasında otoyol güzergahı yaklaşık olarak demiryolunun yerini alır.Demiryolu ise gölde inşa edilecek dolgu üzerine ötelenecektir.31+200 Km.den sonra güzergah 1.ci varyantın benzeridir.

#### 8.2.Otoyol Güzergahının Karakteristikleri:

Otoyol,platformu içten genişleme yolu ile 2x3 şerite dönüşebilen tipte 2x2 şerit olacaktır,bu durumda normal kesimde genişlik 33 m. olmakta ve şunları kapsamaktadır.

-10 m. genişlikte orta refüj,

-7.50 m. genişlikte iki yol,

-3'er m. genişlikte iki sığınma şeridi,

-1 m. genişlikte iki berm.

Kesimin bütünü için uygulanan hız 140 Km/saattir. Sapanca geçişinin güçlükler arzemesi nedeni ile bu hızın bu kesimde 120 Km/saat'e düşürülmesi uygun olacaktır.

#### 8.3.Otoyol Güzergahındaki Kayaçların Jeolojik Ve Mühendislik Özellikleri İle Dolgu Ve Yarmaların İncelenmesi:

Bu bölümde otoyol güzergahının birbirlerine göre oransal olarak değişik jeoloji özellikleri gösteren çeşitli kesimleri ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.



8.3.1.KM (13+000 - 15+500) Arası, Derbent Ovası: Bu bölge çok yumuşak ve yeraltısuyu yüzeyde olan Kuvaterner yaşlı bataklık formasyonlarıyla örtülüdür. Yolun bu bataklık karakterindeki sıkışabilir kesimi 1.500 m.dir. Bu kesimdeki bataklık formasyonları iki grup olarak ayrılmıştır(Ek.4.1).

Birinci grubu oluşturan bataklık formasyonları çok plastik ve geçirimsiz kil üzerinde suyun durgun oluşu nedeniyle meydana gelmiştir. Bu gruptaki bataklık formasyonları 13+000 - 13+600 Km.ler arasında 600 m.lik bir uzunlukta gözlenmiştir.

Zemin yüzeyine kadar suyla doygun kumlu ve siltli alüvyonlardan oluşan bataklık formasyonları ikinci grubu oluşturur ve 13+600 -14+500 Km.ler arasında yer almıştır.

8.3.1.1.KM (13+000 -13+600) Arası, Bataklık Dolgusu: Buradaki çok plastik kil, yüzeyde ancak 1-2 m. kalınlıkta yumuşak gözükmektedir. Bu yumuşak kil tabakası, yüksekliği 3-5 m. arasında sınırlanmış otoyol dolgusunun altında çok çabuk oturacaktır. Altındaki 15 m.lik sert kil tabakası yol proje kotunun altında bulunduğundan yalnızca üst kısmından drene edilebilecek ve bu yüzden de yatacağı oturma son derece yavaş olacaktır. Bu sert kil katmanı yüzünden yolda rölyef bozuklukları meydana gelmesi beklenmemelidir. Bataklık bölgesindeki dolgularda üstteki yumuşak kil tabakasının doğuracağı oturmaların önlenmesi veya kısa sürede tamamlanarak stabiliteyi

bozmaması için ise ya bu yumuşak kil tümüyle sıyrılmalı veya homojen dolgu malzemesi kullanılmak suretiyle yapılacak ön yüklemelerle bu tehlikelerin ortadan kaldırılmasına çalışılmalıdır.

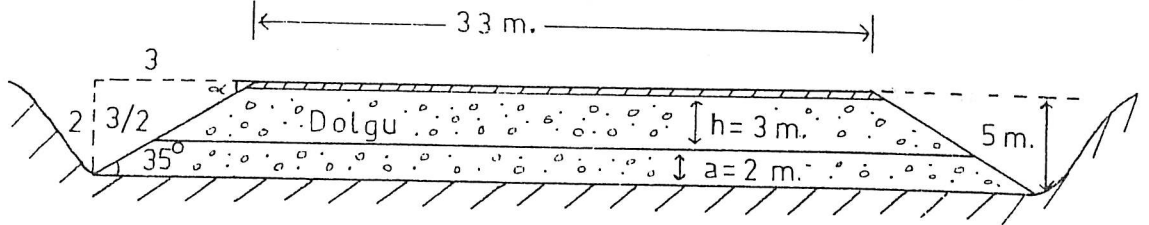
8.3.1.2.KM (13+600 -14+500) Arası Bataklık Dolgusu: 13+600 - 13+700 Km.leri ile 13+850 - 14+500 Km.leri arasındaki iki bölge çok yumuşak ve kalınlığı 1 m.yi bulan turba gelişimli ve yeraltısuyu yine yüzeyde olan bataklık formasyonlarıyla örtülüdür.

13+850 - 14+500 Km.ler arasında S.2 sondajı yapılmıştır.Bu sondajda 1.80 m. kalınlığında çok yumuşak kumlu kil (N=0) ve 3.70 m. kalınlığında çok gevşek kuma rastlanılmıştır.Kumdaki vuruş sayısı 4 ile 5 arasında değişmektedir(Ek.4.1).

S.2 sondajı,güzergahın 100 m. kuzeyindeki bataklık bölgesinde yapılmıştır.Oysa güneye doğru gidildiğinde zeminin sondaj yerindekine oranla iyileştiği görülmüştür.Sıkışabilir zeminlerin cinsi siltli ve killi olduğundan % 80 oturma için  $C_v=2 \times 10^{-3}$  cm/sn<sup>2</sup> değerine göre 1 yıl geçmesi gerekmektedir( $t = \frac{T \cdot H^2}{C_v}$  ).

1 yıl sonra oturma ile ortaya çıkacak dolgu yüksekliğinden hareketle yol kenarlarındaki şevlerde boyutlandırmayı şu şekilde hesaplayabiliriz.Konu edilen güzergah aralığında yapılacak dolgu yüksekliği hemen aynı kalmakta olup,ortalama 5 m.dir.Bunun 3.m.lik kısmı proje kotu ile başlangıçtaki zemin kotu arasındaki farktır.

2 m.lik kısım ise zeminin zayıf üst kesiminin sıyrılmasıyla ortaya çıkacak yüksekliktir(Şekil.4).



Şekil-4. Güzergahtaki Dolgunun Boyutları.

a=Hafredilecek zemin,  $\alpha$ =Şev açısı,

h=Proje kotu-Başlangıç kotu.

5 m.lik dolgu yüksekliğinin, kullanacağımız köse-  
köy ariyet ocağı malzemesi ile tabana uygulayacağı ba-  
sınç yaklaşık  $500\text{cm} \times 2.05 \times 10^{-3} \text{ Kg/cm}^3 = 1.025 \text{ Kg/cm}^2$   
olacaktır. Buna göre S.2 sondajında 2 m. derinlikten son-  
ra SPT darbe sayısı 6 olarak bulunmaktadır. Bu darbe sa-  
yasına karşılık gelen zemin taşıma gücü  $0.5 - 1.0 \text{ Kg/cm}^2$   
arasındadır(Terzaghi:Kumbasar'dan,1970). Yol güzergahı-  
nın sondajın yapıldığı yere göre daha iyi zemin şartla-  
rı taşımakta olduğu dikkate alınırse yol ekseninde ta-  
şıma gücünün daha iyi olacağı ortaya çıkar. Buna göre de  
projede öngörölmüş olan zeminin ancak üst 2 m.lik kısmı-  
nın sıyrılması sağlamlık açısından kafi gelecektir.

Yol dolgusundaki denge durumları ele alındığında  
ise, bu tür çalışmalarda çok önemli bir konu olan şev  
boyutlandırılması şu şekilde yapılmalıdır.

Otoyolun bu kısmında kullanılacak dolgu malzemesi, bir birikinti konisi niteliğinde olan Yanık ariyet ocağından sağlanacaktır. Buradaki malzeme iyi derecelenmiş çakıldır. Buna göre bu malzemenin  $35^{\circ}$  lik bir içsel sürtünme açısına sahip olabileceğini öngörebiliriz (Ulusay, 1982., Çizelge.1). Zemin liçoloji özelliği itibariyle kohezyonsuz kabul edilirse ve  $F=1$  güvenlik katsayısı dikkate alındığında şev açısı  $\beta$ 'nin, içsel sürtünme açısı  $\phi$ 'ye eşit olması gerekeceğinden,  $35^{\circ}$  lik bir şev açısı oluşturmak gerekecektir ( $F = \frac{\tan \phi}{\tan \beta}$ , Balkır ve Balkır, 1975).  $35^{\circ}$  lik şev açısı için 6 m.lik dolgu yüksekliğindeki şev  $3/2$  lik bir boyutlandırmaya karşılık gelmektedir (Şekil.4).

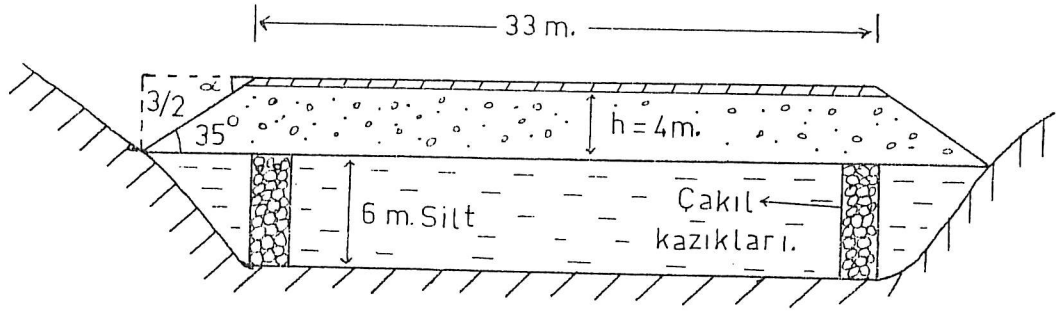
8.3.1.3.KM (14+500 -15+500) Arası Dolgu: Bu bölge iyi derecelenmiş çakıllardan oluştuğu için dolgu yapımından sonra herhangi bir problem olmayacaktır.

8.3.2.KM (15+500 - 28+200) Arası Kırkpınar Ovası: 12.700 m. uzunluğundaki bu ovada Kuvaterner yaşlı depolar farklı iki grup halinde görülmektedirler. Birinci grup iki ayrı bölgede az yoğun ve sıkışabilir siltler ile killer halinde olup, KM 15+500 - 17+600 arası ile KM 18+000 - 20+600 arasında gözlenen alüvyonlardır.

Toplam uzunluğu 8.000 m. olan ve yüksek bölgelerde Kuvaterner yaşlı birikinti konileri biçiminde toplanmış çakıllar ise ikinci grubu oluşturmaktadır. Bu grup KM 17+600 -18+000 ile KM 20+600 - 28+000 arasında gözlenmiştir.

8.3.2.1.KM (15+500 - 17+600) Arası Dolgu:

1.900 m. uzunluğundaki bu kesimde dolgu yüksekliği 3-4 m. arasındadır. Bu bölgedeki dolgu altında 6 m. lik silt akıcı hale gelebilir görüldüğünden, deprem halinde dolgunun stabilitesi bozulabilecektir. Bu siltlerin taşıma güçlerinin iyileştirilmesi amacıyla yolun her iki yanına 30 m. aralıklarla 6 m. derinliğine sahip çakıl kazıkları yapılmalıdır (Şekil.5).



Şekil-5. Güzergahtaki Çakıl Kazıkları.

$h$  = Proje kotu - Başlangıç zemin kotu,

$\alpha$  = Şev açısı.

Bu kesimde kullanılacak dolgu malzemesi Yanık ariyet ocağından sağlanacaktır. Yanık ariyet ocağını oluşturan malzemelerin litoloji özellikleri itibariyle kohezyonsuz kabul edildiğinden, şev açısı ( $\beta$ ),  $\phi$ 'ye eşit olması gerekecek ( $F = \text{tg } \phi / \text{tg } \beta$ ., Balkır ve Balkır, 1975) ve  $35^\circ$  lik bir şev oluşturulacaktır (Ulusay, 1982., Çizelge.1). Bu da yaklaşık olarak şevin 3/2 lik bir boyutlandırılmasına karşılık gelecektir (Şekil.5).

8.3.2.2.KM (17+600 - 18+000) Arası Dolgu: Bu bölgede kötü derecelenmiş çakıllar yer almaktadır. Buradaki çakıllar oturmaya neden olmayacakları için çakılların üzerine doğrudan doğruya dolgu yapılabilir olacaktır.

8.3.2.3.KM (18+000 - 20+600) Arası Dolgu:

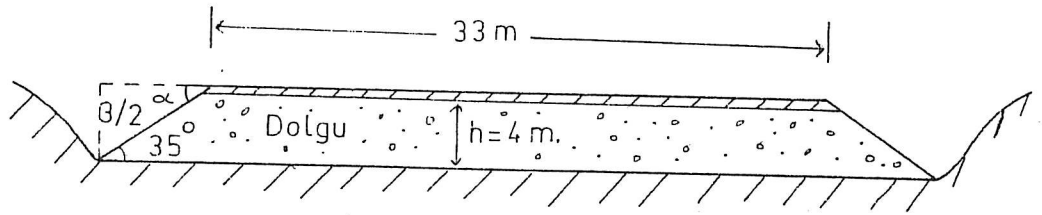
2.600 m. uzunluğundaki bu bölgede yapılacak dolgu yüksekliği 6 m. olacaktır. Burada S.5, S.6, S.7 sondajları yapılmıştır (Ek-4.2). Bu sondajlardan elde edilen bilgiye göre yüzey tabakası 5 m. kalınlıkta genellikle az plastik, killi ince kum olup su altındaki bu kısımda düzeltilmiş SPT değerleri 3 ile 20 vuruş arasında değişmekte olup, sıklığında çok değişken olduğunu ifade etmektedir. Akıcı zemin tipine sokabileceğimiz bu kesimin muhtemelen bir deprem şokundan etkilenebileceği düşünülebilir. Alt tabakayı ise sıkı çakıl ile kompakt ve plastik özellikteki kil oluşturmaktadır.

S.5 sondajı (Ek-4.2) altındaki % 80 lik oturma için  $C_v = 2,3 \times 10^{-3}$  cm/sn<sup>2</sup> ve dolgu yüksekliği 4 m. olursa 290 günde 30 cm, dolgu yüksekliği 6 m. olursa 480 günde 35 cm. oturacaktır ( $t = \frac{T.H^2}{C_v}$ ).

S.7 sondajının (Ek-4.2) bulunduğu bölgede  $C_v = 2,3 \times 10^{-3}$  cm/sn<sup>2</sup> ile 4 m. lik dolgudaki % 80 oturma 7,5 yılda tamamlanacaktır ( $t = \frac{T.H^2}{C_v}$ ).

Bu kesimde dolgu malzemesi Yanık ariyet ocağından sağlanacaktır. Ariyet malzemesi iyi derecelenmiş çakıllardan oluşmuş olup, içsel sürtünme açısı  $\phi=35^{\circ}$  tesbit edilmiştir (Ulusay, 1982., Çizelge.1).

Ariyet malzemesi litoloji özelliği itibariyle kohezyonsuz kabul edilirse şev açısı ( $\beta$ ),  $\phi$ 'ye eşit olacağından (Balkır ve Balkır, 1975),  $35^{\circ}$  lik bir şevin oluşturulması gerekecektir (Şekil.6).



Şekil-6. Güzergahtaki Dolgunun Boyutları.

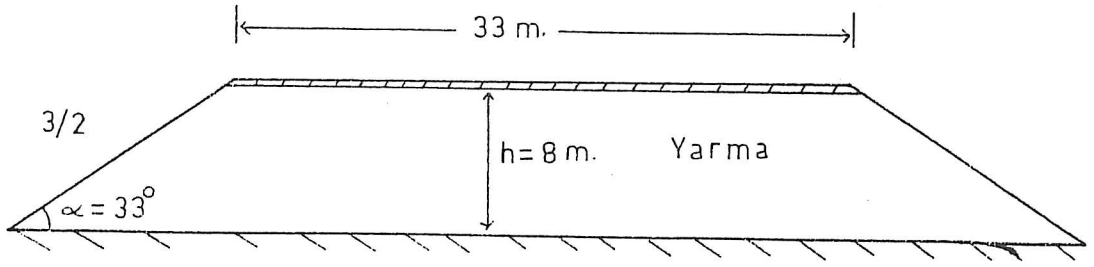
$37^{\circ}$  lik bir şev oluşturulduğunda, şevin 3/2 olarak boyutlandırılması gerekecektir.

Bu kesimdeki zeminin mühendislik parametreleri  $\phi=25^{\circ}$ ,  $c_u=0,07 \text{ Kg/cm}^2$  ve  $\gamma=1,73 \text{ t/m}^3$  dür. Yeraltısuyu altındaki siltin içsel sürtünmesini harekete geçirmek için dolguları ağır bir şekilde yükseltmek veya daha iyi malzeme serilmesi işlemini birer aylık bekleme süresiyle 2 m. kalınlıklı kademeler halinde yapılmasıdır.

8.3.2.4. KM (20+600 - 23+300), KM (26+700-27+350), KM (27+550 - 28+200) Arası Dolgu: Toplam 2.700 m. uzunluğundaki bu kesim killi çakıllardan oluştuğu için herhangi bir sorun yaratmayacak ve killi çakıl üzerine dolgu yapılabilir olacaktır (Ek-4.2., Ek-4.3).

8.3.2.5.KM (23+300 - 24+300),KM ( 27+350 - 27+550) Arası Yarma: S.9 sondajına göre (Ek-4.3),yarmalar yer yer iri bloklu,killi çakıllar içinde açılacaktır.Bu kesimde mühendislik parametreleri  $\phi_u=33^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısı ve  $C_u=0,30 \text{ Kg/cm}^2$  kohezyon ile  $\gamma=1,10 \text{ t/m}^3$  dür.Buradaki yarma yüksekliği 8 m.dir.

Çok düşük bir kohezyona ve oldukça büyük bir içsel sürtünme açısına sahip olan bu zeminde,kohezyonlu zeminlerde kullanılan şev boyutlandırması yöntemi sonuç vermemektedir.Bunun için zemin kohezyonsuz olarak kabul edilip  $33^\circ$  lik bir şev açısı gerektirdiği,bunun-da  $3/2$  lik bir boyutlandırmaya karşılık geleceği ortaya çıkmaktadır(Şekil-7).



Şekil-7.Güzergahtaki Yarmanın Boyutlandırılması.

Yarmadan çıkacak malzemenin sökülebilirliğinin tesbiti amacıyla zemin klasifikasyona tabi tutulduğunda % 20 yumuşak kükü,% 60 sert toprak,% 20 yumuşak toprak olarak saptanmıştır.Buradan çıkacak malzeme dolguda kullanıldığında sıkışma % 5 oranında olacaktır.



8.3.2.6.KM (24+300 - 25+200) Arası Dolgu: 900 m.lik bu bölge birikinti konileriyle kaplı olduğundan temel iyi derecelenmiş çakıllardan oluşmuştur.Bölgedeki sıkılık 36-65 vuruş olup,çakıl üzerine dolgu yapıldığında bölgede fazla bir sıkışma meydana gelmeyecektir.

8.3.2.7.KM (25+200 -25+950),KM (26+400-26+700) Arası Yarma: Buradaki yarmaların sökülebilirliklerinin tesbiti amacıyla bu kesim klasifikasyona tabi tutulduğunda % 50 yumuşak küskü,% 25 sert toprak,% 25 yumuşak topraktan oluştuğu saptanabilinmiştir(Ek-4.3).Buradaki zemin  $\phi_u=35^\circ$ ,  $C_u=0,30 \text{ Kg/cm}^2$  ve  $\gamma=1,10 \text{ t/m}^3$  birim ağırlığına sahip olduğu deneylere göre saptanmış olup,bu kesimde yarmanın en derin yeri 8 m.dir.

Bu kesimde çok düşük bir kohezyona sahip olduğu için şev boyutlandırmasında kohezyonsuz zemin gibi kabul edilerek  $\phi=35^\circ$  lik bir şev açısı gerektirdiğinden, bununuda 3/2 lik gibi bir boyutlandırmaya karşılık geleceği ortaya çıkmaktadır.

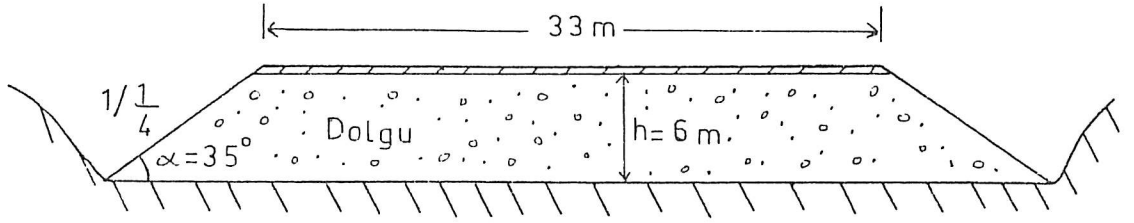
Şevdeki kaya düşmelerinden sakınmak için iri blokların şevden temizlenmesi ve su akışlarından doğacak erozyonlardan korumak için çimlendirilme yapılmasında gerekmektedir.Buradan çıkacak malzeme dolguda kullanılabilir.Burada yarmanın en derin yerinde proje kotu Paleozoyik yaşlı metamorfik şistlere yaklaştığından zemin sorunu çıkmayacaktır.

8.3.2.8.KM (25+950 - 26+400) Arası Dolgu: Bölgedeki zemin kötü derecelenmiş çakıllardan oluşmuştur. Bu kesimde çakıllı düzey doğrudan doğruya Paleozoyik şistler üzerine oturduğundan zemindeki sıkışma %5'i geçmeyecektir. Burası otoyolun en az sorunlu kısımlarından biri olacaktır.

8.3.3.KM (28+200 -32+000) Arası Sapanca Ovası:

8.3.3.1.KM (28+200 - 28+700) Arası Dolgu: Bölgedeki dolgu Kuvaterner yaşlı birimler üzerinde yapılacaktır(Ek-4.4). Burada S.11 sondajı yapılarak yüzeyde az kompakt, sıkılığı 3 ile 5 vuruş olan akıcı hale gelmez 3-4 m. kalınlığında ince kumlu silt ve orta derecede kompakt çok plastik 6 m. kalınlığında kil ile daha altta oldukça sıkı plastik kil ve çakıl tabakaları saptanmıştır. Bu tabakalardan alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler sonucu, zeminlerin  $C_u=0,31 \text{ Kg/cm}^2$  koheziona,  $\phi=30^\circ$  içsel sürtünme açısına ve  $\gamma=1.70 \text{ t/m}^3$  birim ağırlığına sahip olduğu bulunmuştur.

Güzergahın bu kesiminde kullanılacak dolgu malzemesinde bir birikinti konisi niteliğinde olan Mahmudiye ariyet ocağından alınacaktır. Mahmudiye ariyet ocağındaki malzeme siltli çakıldır. Buna göre bu nitelikteki bir malzemenin  $35^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısına sahip olacağını öngörebiliriz(Ulusay,1982.,Çizelge.1).  $35^\circ$  lik bir şev açısı için 6 m.lik dolgu yüksekliğinde yaklaşık  $1/ \frac{1}{4}$  lük bir boyutlandırma şev stabilitesini sağlamaya yeterli olacaktır(Şekil.8).



Şekil-8. Otoyol Dolgusunun Boyutlandırılması.

Az kompakt zeminlerden oluşan 10 m.lik kalınlığın oturması beklenmektedir.Üstteki tabakanın oturması çok yavaş olacağından % 80 oturma miktarı 20 yıl sonra elde edilebilecektir( $t = \frac{T \cdot H^2}{C_v}$ ,  $C_v = 0,22 \times 10^{-3} \text{ cm/sn}^2$ ). Bu oturmanın 55 cm.ye yakın olması beklendiğinden, ortalama olarak yılda 1 cm. oturma olayı meydana gelecektir. 4 ve 10 m. derinlikler arasında rastlanan çok plastik kil tabakasının uzun vadede oturması kolaylıkla ortadan kaldırılamayacağı için dolgu yapılmadan önce tabana çakıl ve kum malzemesi serilerek ön yükleme yapılması gerekecektir.

8.3.3.2.KM (28+700 - 28+950) Arası Yarma: Burada S.12 sondajı yapılarak 14 m.lik çok kompakt killi ince kum ile tabanda 3 m.lik çakıl tesbit edilmiştir(Ek-4.4).Bölgedeki dağal yamaçlar stabil durumda olup,zemin numuneleri üzerinde yapılan deneyler sonucu  $\phi = 19^\circ$ ,  $C = 0,30 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\gamma' = 1,51 \text{ t/m}^3$  olarak saptanmıştır.

17 m.lik yarma yüksekliği için ve denge sağlanmasına yeterli olacağı kabul edilen  $F = 1,5$  güvenlik sayısı ile  $H_{\text{Yarma}} = \frac{H_{\text{cr}}}{F}$  formülünden  $H_{\text{cr}} = 25,5$  m.lik bir kritik yükseklik elde edilmektedir(Erguvanlı,1982).

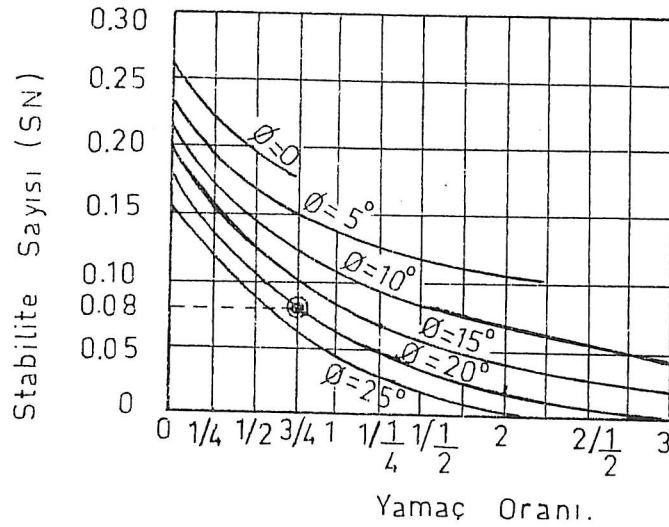
Buna göre,

$$H_{cr} = \frac{1}{SN} \times \frac{C}{\gamma} \quad \text{formülünden yaklaşık}$$

$$2550 = \frac{1}{SN} \times \frac{300}{1.51}$$

$$SN = 0,0779 \approx 0,08$$

SN=0,08 değeri için  $\phi=19^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısına göre 3/4 lük bir boyutlandırma ortaya çıkmaktadır(Şekil.9).



Şekil-9. Yamaç Eğiminin Saptanmasında Kullanılan Taylor Grafiği(Erguvanlı,1982).

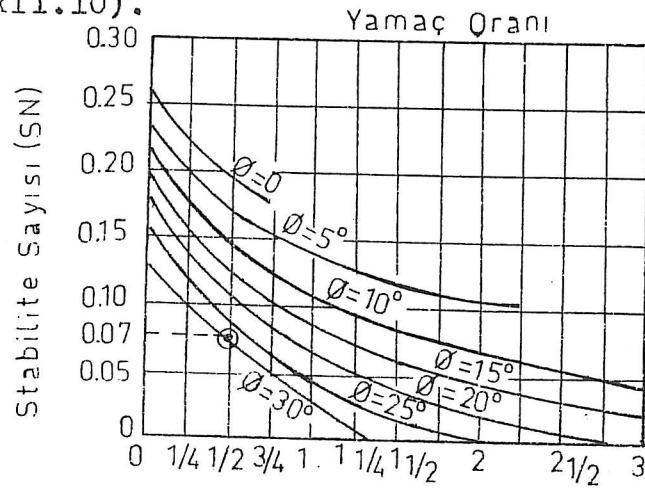
Şevin stabilitesi, siltte derin yarıklar açılması ile siltin su emmeye olan hassasiyeti ise şevin çimlendirilmesiyle korunabilecektir.

Yarmanın sökülebilirliğini saptamak amacıyla klasifikasyona tabii tutulduğunda % 60 yumuşak küskü, % 20 sert toprak, % 20 yumuşak toprak olarak bulunmuştur. Yüzeiden çıkacak 1-2 m. kalınlığındaki malzeme dışında diğer malzemeler dolguda kullanılabilir.

8.3.3.3.KM (28+950 - 29+350) Arası Dolgu: Bu bölgede yapılacak dolgu herhangi bir sorun yaratmayacak ve oturmalar kısa sürede % 5 oranında tamamlanabilecektir.

8.3.3.4.KM (29+350 - 29+850) Arası Yarma: Bu kesimde S.18,S.19,S.20 sondajları yapılmıştır(Ek-4.4). S.19 sondajında 12 m.derinliğe kadar katı kil ve iyi sıklılıkta 30 ile 60 vuruş olan silt geçişleri bulunmaktadır.12 ve 16 m.ler arasında çok sıkı bej renkli,sıklılığı 100 vuruş olan ince kum ile yine çok sıkı olan çakıllı kumlara rastlanılmıştır(Ek-4.4).Yarmadan çıkan malzeme üzerinde yapılan denemelerden  $\gamma_d=1,71 \text{ t/m}^3$  ,  $\phi_u=30^\circ$  ,  $C_u=0,55 \text{ Kg/cm}^2$  parametreleri elde edilmiştir.

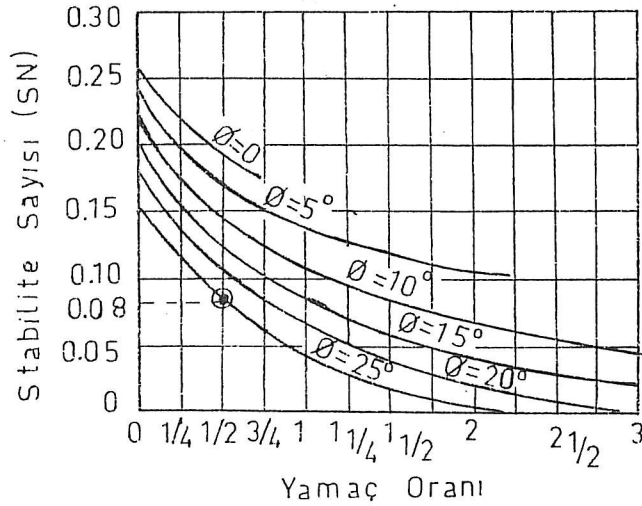
30 m.lik yarma yüksekliği için ve denge açısından yeterli olacağı düşünülen 1,5 güvenlik katsayısına göre  $H_{cr}=45$  m.lik bir kritik yükseklik elde edilmektedir(Erguvanlı,1982).SN=0,07 değeri için  $\phi=30^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısına göre 1/2 lik bir boyutlandırma ortaya çıkmaktadır(Şekil.10).



Şekil-10.Yamaç Eğiminin Saptanması(Erguvanlı,1982).

11 ve 12 m. derinlikleri arasında bulunan plastik kil tabakası derinlemesine dren edilirse şevin güvenliği kısa zamanda sağlanmış olacaktır.

Bölgede yapılan S.22 sondajında zemin esas olarak çakıl, çakıllı killi kumlar ve kil çimentolu siltlerin ardalanmasından oluşmuştur. Bir bütün olarak bakıldığında bunlar sıkı olup sıkılıkları 100 vuruş ile yer yer 30 vuruş olarak değişmektedir. Bu zeminde yapılan deneylere göre  $\phi'=20^\circ$ ,  $C'=1,20 \text{ Kg/cm}^2$  ve  $\gamma=1,64 \text{ t/m}^3$  parametreleri saptanmıştır. Yarma yüksekliği 60 m. olup 1,5 güvenlik katsayısı sağlanmak istendiğinde kritik yükseklik 90 m. elde edilmektedir (Erguvanlı, 1982). Stabilité sayısı  $SN=0,08$  olarak saptanmış olup  $\phi=20^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısı için 3/4 lük bir şev boyutlandırılmasının yapılması gerekli olacaktır (Şekil.11).



Şekil-11. Yamaç Eğiminin Saptanması (Erguvanlı, 1982).

Zeminlerin sökülebilirliğini tesbit etmek amacıyla klasifikasyona tabi tutulduğunda % 20 yumuşak küskü, % 60 sert toprak, % 20 yumuşak toprak tesbit edilmiştir. Buradan çıkacak malzeme dolguda kullanıldığında % 5 oranında bir sıkışma oluşacaktır.

8.3.3.5.KM (29+850 - 30+400) Arası Dolgu: Bu kesimde otoyol Neojen yaşlı birimler üzerinden geçecektir. Buradaki formasyonlar heyelanlı oldukları için daha dikkatli ve detaylı bir inceleme gerektirmişlerdir. Bölge Kalaycı adı verilen gölsel sedimanlardan oluşmuştur.

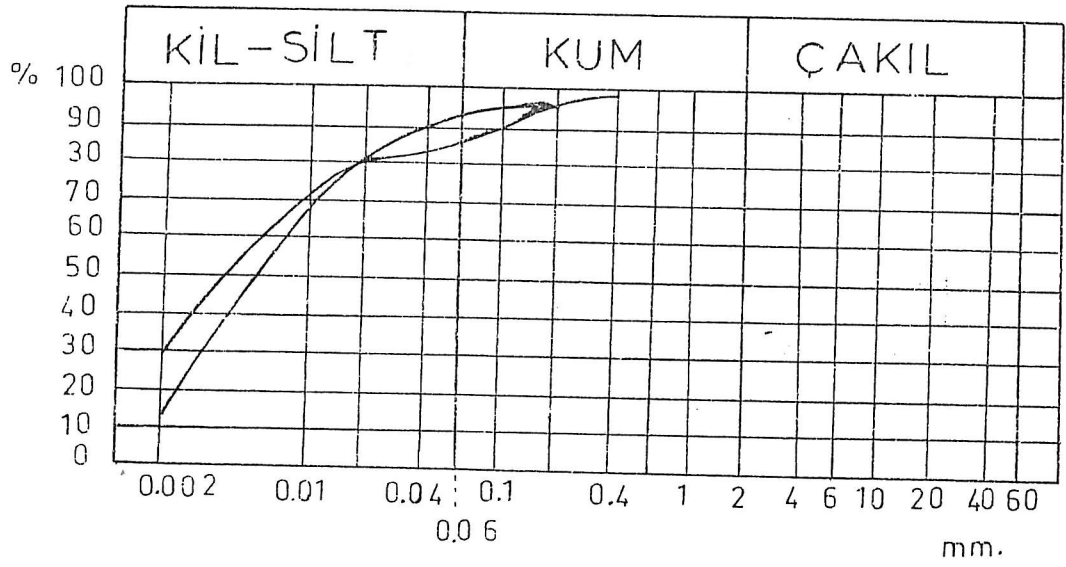
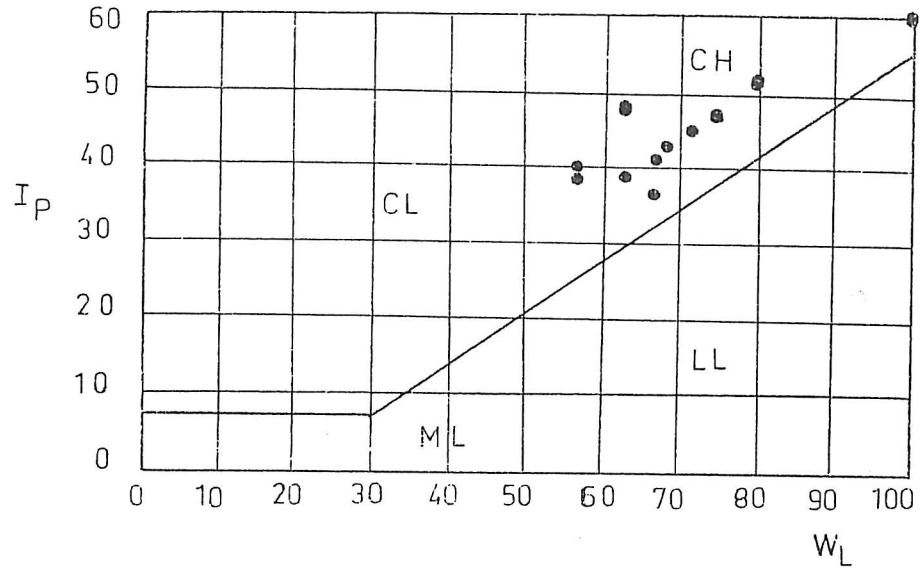
Kalaycı formasyonları (Kfm), zemin cinslerine ve plastiklik derecelerine göre üç seviyeye ayrılmıştır. Bölgede en fazla problemi Kfm.2 ve Kfm.3 formasyonları neden olmaktadır.

Kfm.1 seviyesi, kum ve kil araldanmasından meydana gelmiş olup, üstteki sedimanların kalınlığı ile iyi konsolide olmuşlardır.

Kfm.2 seviyesi, ince gölsel çökellerden meydana gelmiş ve kil ile silt araldanmasından oluştukları deneyler sonucu tesbit edilmiştir (Şekil-12). Yapılan incelemelere göre aktif kaymalara bu formasyonlar sebep olmaktadır.

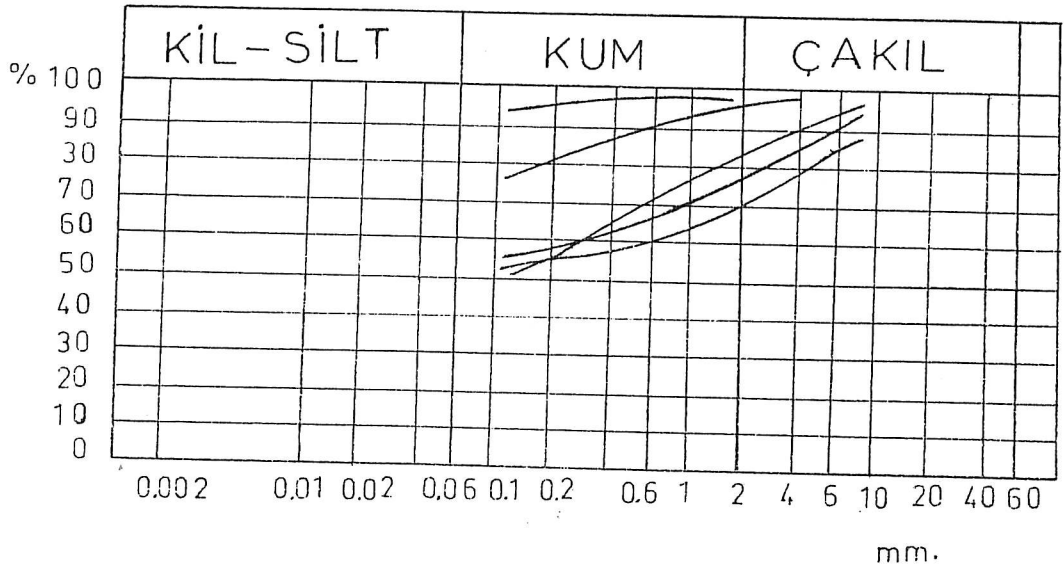
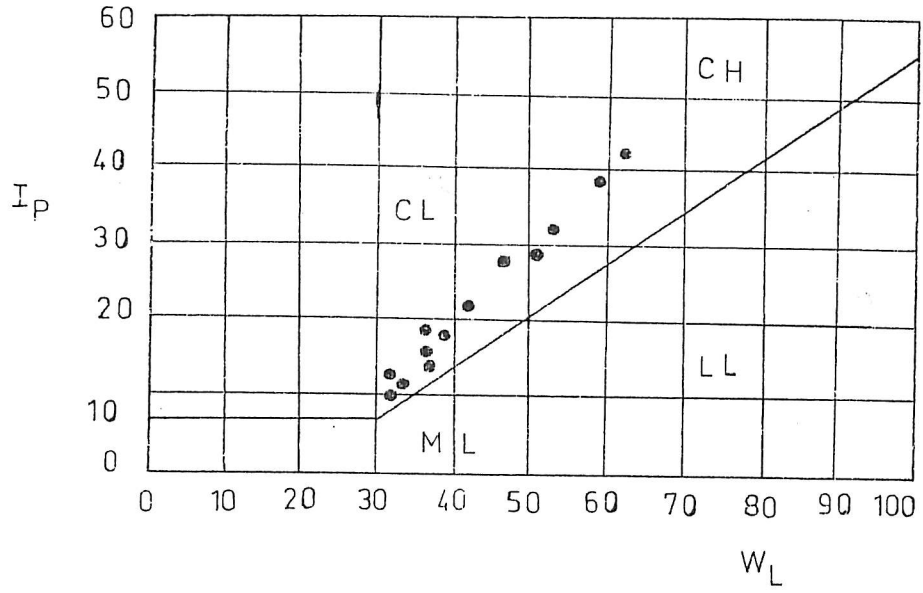
Kfm.3 seviyesi, çakıl, kum ve az plastik silt ile killerden oluşmuştur (Şekil.13., Şekil.14).

Otoyol bu kesimde, demiryolunun güney tarafında hafif bir yarma ve demiryolu tarafında dolguyla uzanmaktadır.

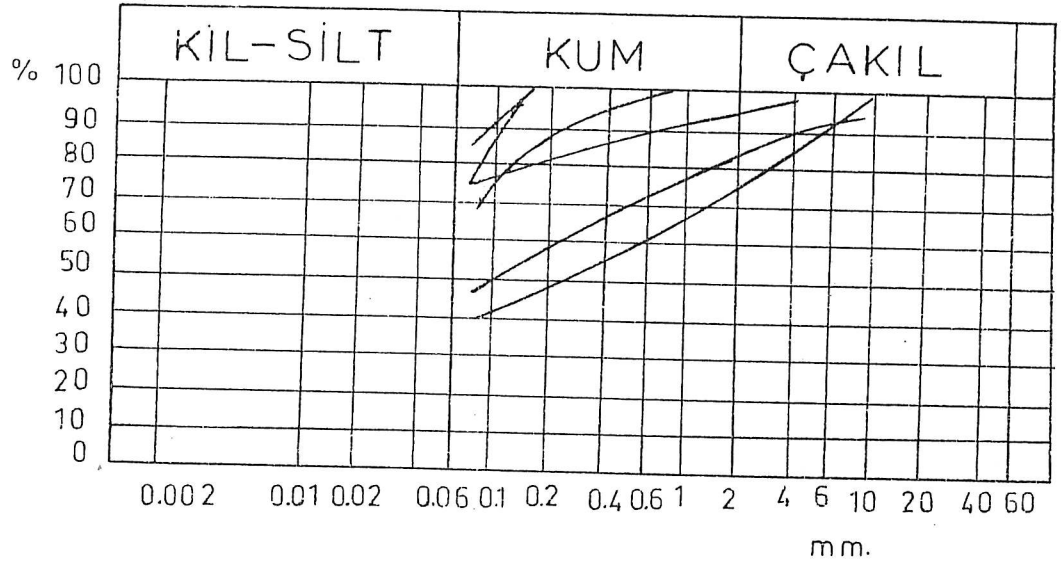
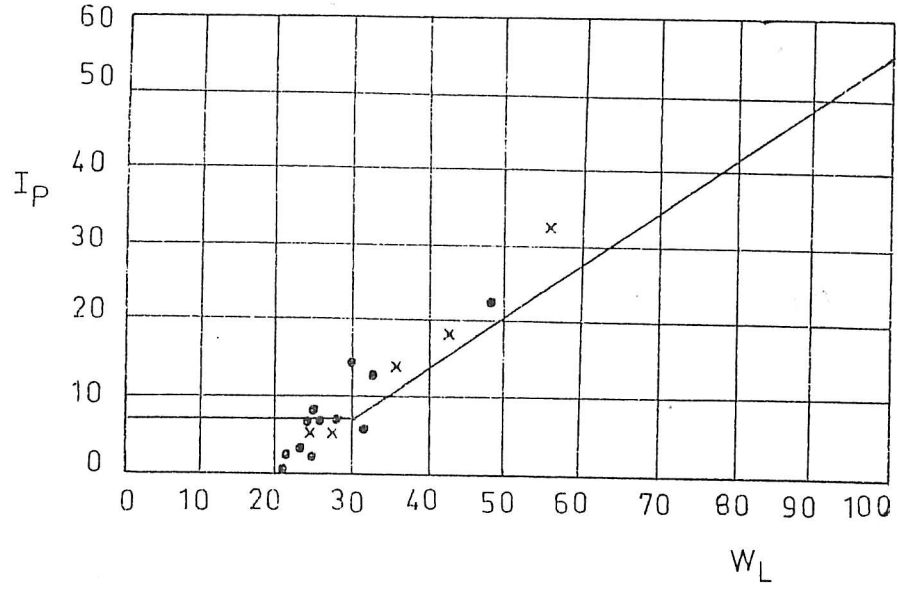


Şekil-12. Sapanca Ovasında Kfm.2'deki Çok Plastik Killerin Jeoteknik Özellikleri.





Şekil-13. Sapanca Ovasında Kfm.2 ile Kfm.3 Geçişindeki Plastik Killere İle Az Plastik Kumlu Killerin Jeoteknik Özellikleri.



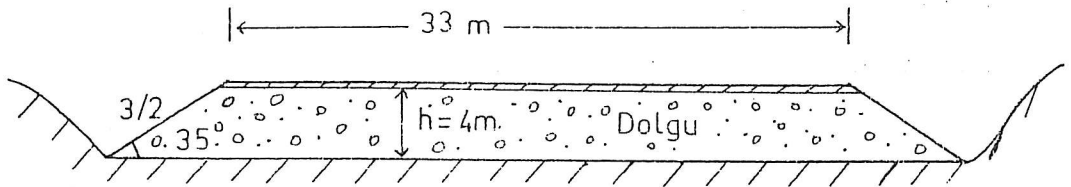
Şekil-14. Sapanca Ovasında Kfm.3'deki İnce Zeminler ve Az Plastik Killere İle Az Plastik Siltler.

Demiryolu karşısındaki dolgu kısmının stabilitesi için drene edici çakıl serilmelidir. Bölgede yapılan S.26, S.30, S.32 sondajları ile ince kumlu kil ve çakıllı kum tabakaları tesbit edilmiş olup bu tabakaların sıklıkları 4-7 m. derinlikten itibaren 20 vuruştur. Daha az sıklığa sahip 8 ile 20 vuruş olan örtünün, önceden konsolidasyonunu sağlamak amacıyla bölgede çakıl kuyuları açılmalıdır. Böylece demiryolunun güvenliği açısından dikkatli hareket edilmiş olunacaktır.

S.26 sondajından elde edilen karot numuneleri üzerinde deneyler yapılarak  $\phi_u = 5^\circ$ ,  $C_u = 0,6 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\gamma = 1,5 \text{ t/m}^3$  parametreleri saptanmıştır.

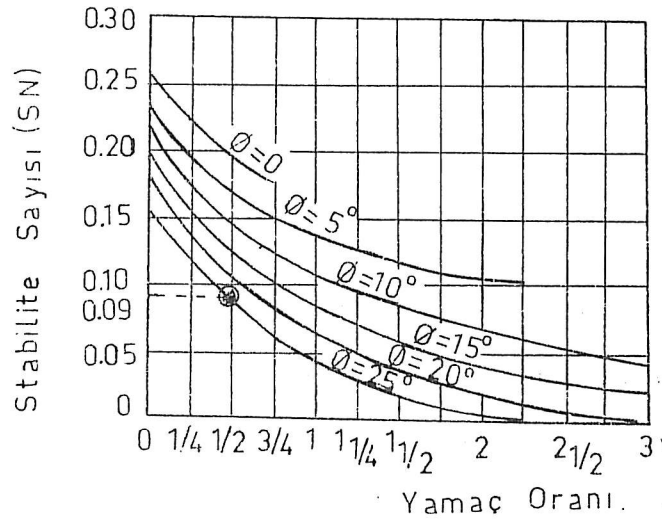
Güzergahın bu kesiminde kullanılacak materyal, iyi derecelenmiş çakıl ile siltli çakıllardan oluşan Mahmu-diye ve Sapanca ariyet ocağından sağlanacaktır.

Buna göre, bu nitelikteki malzemenin  $35^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısına sahip olacağı öngörülmüştür (Ulu-say, 1982., Çizelge.1). Şev açısı  $35^\circ$  olan ve 4 m.lik dol-gu yüksekliğinde 3/2 lik bir şev boyutlandırması yapı-labilecektir (Şekil.15).



Şekil-15. Otoyol Dolgusunun Boyutlandırılması.

8.3.3.6.KM (30+400 -30+700) Arası Yarma: Bu kesim Kfm.2'nin killi formasyonundaki büyük aktif kaymalar yayının topuğundan geçmektedir.S.36 sondajı 36 m. derinliğe kadar sıklığı 36 ile 30 vuruşa sahip kum, kil,çakıl tabakalarının ardalanmasının mevcut olduğunu göstermiştir.S.36 sondajına göre  $\phi=25^\circ$ ,  $C=0,43 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\gamma=1,67 \text{ t/m}^3$  olarak saptanmış olup,yarma yüksekliği ise 20 m.dir.1,5 güvenlik katsayısına göre  $H_{cr}=30 \text{ m.}$  olmalıdır.Stabilite sayısı 0,09 olduğundan yamaç eğimi 1/2 olmalıdır(Şekil.16).



Şekil-16.Yamaç Eğiminin Saptanması(Erguvanlı,1982).

Yol stabil olmıyan bir bölgeden geçeceği için,bölge drene edilmelidir.Yarmalardan çıkacak malzemedən silt ve kil depoya atılacak,çakıllar dolguda kullanılabilinecektir.Yarmanın sökülebilirliğini tesbit için klasifikasyon uygulandığında % 60 yumuşak küskü,% 15 sert toprak,% 25 yumuşak toprak olarak saptanmıştır.

8.3.3.7.KM (30+700 -31+350) Arası Mümtaziye Köyü Dolgusu: Hafif eğimli zemin üzerindeki dolgunun maksimum yüksekliği 9 m. olacaktır.Silt ve kil tabakasından oluşan bölgenin üzerine doğrudan doğruya dolgu yapılırsa stabil olmayacaktır.Bu nedenle killi örtü kazınıp atıldıktan sonra ve bölgeye drene edici bir çakıl yastık serildikten sonra dolgu yapılmalıdır.

8.3.3.8.KM (31+350 - 31+600) Arası Mümtaziye Köyü Güneyindeki Yarma: Burada kumlu killerle,plastik killer bulunmaktadır.Bu yarma 3-5 m. derinlikle sınırlandırılacak ve kil zemine uygulanacak şev eğimi uzun vadede stabil olması için şevler derinlemesine drene edilmelidir.Bu kesimdeki otoyol Neojen yaşlı birimler üzerinden geçmektedir.Bu kesim ince kum ve kil malzemesinden oluştuğu için  $2 \frac{1}{2}$  lik bir şev boyutlandırması dengeyi sağlayacaktır(Kumbasar,1970).

8.3.3.9.KM (31+600 - 32+000) Arası Dolgu: Bu kısım katı,plastik siltli killerden oluşmuştur.Otoyol dolgusunun maksimum yüksekliği 9 m.dir.Dolgunun stabil olabilmesi için dolgu altına çakıl yastık serilerek drene edilmesi gerekecektir.

8.3.4.KM (32+000 - 33+000) Arası Teknekelem Tepesi:

8.3.4.1.KM (32+000-32+250),KM (32+650-33+000) Arası Yarma: S.43 sondajına göre bu tepeler sıklığı 45 vuruştan fazla olan,kızılıntrak kumlar,siltler ile Neojen yaşlı çakıllardan oluşmuştur(Ek-4.5).

Doğal yamaçlarda yer yer 1/1 den daha dik eğimler bulunmaktadır ve bugün için stabil durumdadırlar. Bu nedenle bu kesimde yarmada yapılacak şev boyutlandırılmaları 1/1 olarak alındığında şev stabilitesi sağlanabilmektedir.

Bölgenin sökülebilirliği % 40 yumuşak küskü, % 30 sert toprak, % 30 yumuşak toprak şeklinde olup buradan çıkacak malzemeler dolguda tekrar kullanılabilir olacaktır.

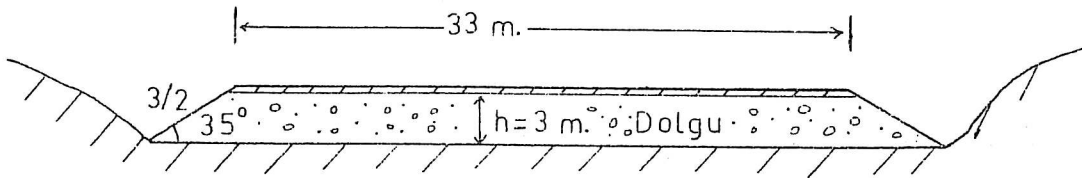
8.3.4.2.KM (32+350 - 32+650) Arası Dolgu: Teknekelem tepeleri burada, demiryoluna doğru sert, enine eğimli hafif bir talveg oluşturlar. Otoyol dolgusu burada 10 m. den daha fazla olacaktır. Tepenin topuğu ile demiryolu dolgusu arasındaki Neojen yaşlı birimlerin oluşturduğu bataklık varlığı yüzey incelemelerinden anlaşılmıştır. Bu nedenle burada yapılacak dolgunun stabilitesi için dolgu tabanını dren edecek çakıl yastık serilmelidir.

8.3.5.KM (33+000 - 36+500) Arası Arifiye Ovası: Bölgedeki Neojen yaşlı çok plastik ve orta derecede kalın kil tabakalarının uniform olarak dağılmasıyla oluşmuştur. Buradaki dolgular şu şekilde incelenmiştir.

8.3.5.1.KM (33+000 - 33+350) Arası Dolgu: Burada yapılan gözlemler sonucu üst tabaka 0,5 ile 1 m. arasında değişen turbalı kil ve çakıllardan oluşmuştur. Dolgu yüksekliği 15 m. olup göl kıyısında bulunan demiryoluna çok yakındır.

Bu nedenle dolgunun stabilitesini sağlamak amacıyla yumuşak ve turballı yüzey tabakası sıyrılmalı ve tabana çakıl yastık serildikten sonra bölgedeki su pompa ile alınmalıdır. Bu işlemler yapıldıktan sonra dolgu yapılabilecektir. Killi zeminlerde yapılacak dolgulara göre şev eğimi 1/2 olarak seçilmesi uygun olacaktır (Kumbasar, 1970).

8.3.5.2.KM (33+350 - 35+400) Arası Dolgu: Yapılan S.43 sondajı ile bölgenin çok plastik ve kompakt killerden oluştuğu anlaşılmıştır. Yealtısı seviyesi 0,5 m. derinlikte bulunmaktadır. Dolgu yüksekliği ise 3 m. olacaktır. Buradaki zeminler üzerine yapılan deneylerden  $C_u = 0,4 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\phi_u = 10^\circ$ ,  $\gamma = 1,10 \text{ t/m}^3$  olarak bulunmuştur. Bu kesimde kullanılacak dolgu malzemesi Sapanca ariyet ocağından alınacaktır. Bu ocaktan sağlanacak malzemenin  $35^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısına sahip olacağı öngörülmüştür (Ulusay, 1982., Çizelge.1). Şev açısı  $35^\circ$  olan, 3 m. yüksekliğindeki dolgu için 3/2 lik bir şev boyutlandırması gerekmektedir (Şekil.17).

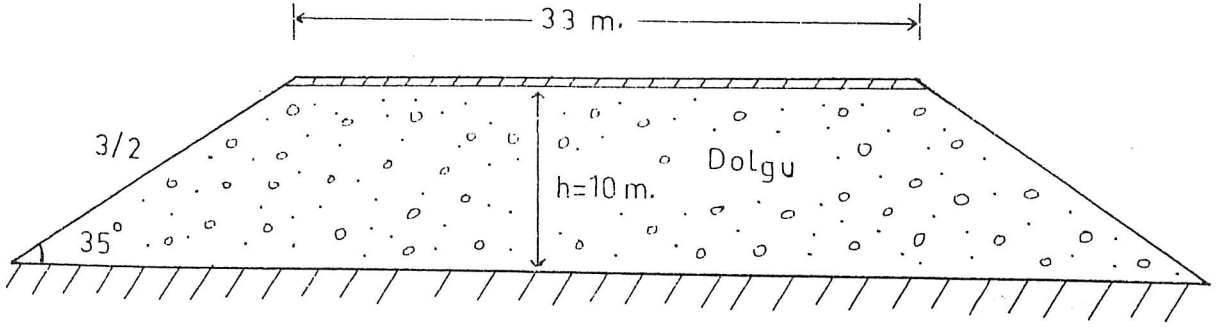


Şekil-17. Otoyol Dolgusunun Boyutlandırılması.

8.3.5.3.KM (35+400 - 36+500) Arası Dolgu: S.44 sondajına göre yüzeydeki tabakalar 3 m. milli silt olup sıklığı 15-20 vuruştur.Alt tabakalar çok plastik kilden oluşmuştur.Dolgu yüksekliği 3 m.olacaktır.Bu kesimde kullanılacak dolgu malzemesinin litolojisi KM(33+350-35+400) aralığında kullanılacak dolgu malzemesine benzediğinden,oradaki gibi 3/2 lik bir şev boyutlandırması dengeyi sağlayacaktır.Dolgudan sonra oturmalar hissedilmeyerek kadar az olacağından tehlike yaratmayacaktır.

8.3.6.KM (36+500 - 38+000) Arası Sakarya Ovası Dolguları: Bu kesimde otoyol Neojen yaşlı birimler üzerinden geçmekte olup,dolgu yüksekliği 10 m.dir.S.45 ve S.46 sondajına göre üstte az plastik 3 m.kalanlığında ince kum bulunmaktadır(Ek-4.5).Sıklık 10-20 vuruş olarak tesbit edilmiştir.Alttaki tabakalar kil,ince kum ve killi siltler ile az plastik killerin ardalanmasından oluşmuştur.Zemin numuneleri üzerine yapılan deneyler sonucu  $C_u=0,20 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\phi_u=25^\circ$ ,  $\gamma=1,40 \text{ t/m}^3$  olarak bulunmuştur. Bu kesimde kullanılacak malzeme Sapanca ariyet ocağından sağlanacaktır.Bu ocaktan sağlanacak malzemenin  $35^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısına sahip olacağı öngörülmüştür(Ulusay,1982.,Çizelge.1).Şev açısı  $35^\circ$  olan ve 10 m. yüksekliğindeki dolgu için 3/2 lik bir şev boyutlandırması ile denge sağlanabilecektir(Şekil.18).





Şekil-18.Otoyol Dolgusunun Boyutlandırılması.

10 m. yüksekliğindeki dolgunun stabilitesini sağlamak ve yüzeydeki siltli tabakanın kohezyonunu iyileştirebilmek için ön yükleme ile killerin taşıma güçlerinin artırılması amacıyla çakıl kazıkları yapılmalıdır.

8.3.7.KM (28+900 - 32+500) Arası Varyantların İnce-  
lenmesi: Sapanca'nın doğusunda 29.cu Km. ile 33.cü Km.  
arasında ana güzergah,aşılması son derece güçlük arze-  
den bir bölgeden geçmektedir.Sapanca'nın doğusundaki  
Sarıbayır,Tetnekelem ve Kalaycı tepeleri ile göl kıyısı  
arasındaki kesim Kfm.2'nin killi formasyonu içinde bü-  
yük bir aktif heyelanlar bölgesini oluşturmaktadır(Ek-  
4.4).

Bu aktif heyelanlara oldukça sert,aşırı konsolide,  
fisürlü ve drenajı kötü olan plastik killer neden olma-  
ktadır.Bu kesimde otoyol kayma alanınının yakınından,yük-  
sek dolgular ile derin yarmalarla geçtiğinden dolayı  
stabilite ve toprak işleri açısından bir çok problemle  
karşılaşılmasına sebep olacaktır.Bunun için,demiryolunun  
bulunduğu göl kıyısından geçiş tercih edilerek üç var-  
yant düşünülmüştür.

1.ci varyant demiryolu boyunca ve bu yolun kuzeyinde, göl içinden dolguyla geçen güzergahtan oluşmuştur. Bu güzergahta otoyolun, demiryolu üzerinden geçmesini sağlayan iki yapı gerekecektir. Çok verrev olan bu iki yapıda, temel problemleri ve göl üzerindende büyük yükseklikli dolgular stabilite problemleri çıkaracaktır.

2.ci varyant demiryolunun güneyinden Sarıbayır tepesinde açılacak derin yarmalar üzerinden geçtikten sonra, Mümtaziye köyünün güneyinden veya köyün önünden dolguyla geçen güzergahı oluşturmuştur. Bu güzergahın yararı demiryolu ile otoyolu birbirine yaklaştırması ve Mümtaziye köyünün çevreyle ilişkilerine zarar vermemesidir.

3.cü varyant ise 1.ci ve 2.ci güzergah arasında yer alacaktır. Bunun içinde demiryolu göle doğru ötelenerek, otoyol demiryolunun yerini alacaktır. Bu varyant, toprak işlerinin minimuma inmesi ve karasal kesimin stabilitesinin iyileştirilmesi nedeniyle seçilmiştir. Ayrıca Mümtaziye köyünün güneyindeki plastik kilde yarma açılması önlenecektir. Öte yandan göl içindeki dolgu yapımının zorluğu ve dolgu stabilitesinin sağlanabilmesi güçlüğü nedeniyle bir takım problemlerin çıkmasına neden olacaktır.

Göl içinde dolgu yapımının ve dolgu stabilitesinin sağlanabilmesi zorluğu nedeniyle 1.ci ve 3.cü varyantın tercih edilmemesi gerekir.

Göl içinde yapılacak dolgu ile geçişin ana güzergahtaki geçiştten daha güvenli olmadığı bilinmesine rağmen bu varyantlar bir alternatif olarak düşünülmüşlerdir.

8.3.8.KM (27+500 - 33+000) Arası 1.ci Varyant İncelemesi: 'Sarıbayır'dan başlayıp, Mümtaziye 'nin doğusuna kadar olan kesimde, göl içinde dolgu söz konusudur.

8.3.8.1.KM (29+110) Otoyolun Göle Girişinin İncelenmesi: Otoyolun göle girişini sağlayacak olan yapı, çok keskin verevlikte olacaktır. Burada yapılan S.13 sondajı ile bölgenin çok kıvamlı sıkılığı 0 vuruş olan 3,5 m. kalınlığında milli siltli çamur örtüsü ile kaplıdır. Bu çamur örtünün altında 28 m. derinliğe kadar orta derecede sıkı 12-23 vuruşlu gri siltli kumlu çakıllar bulunmaktadır (Ek-4.6). 28 m. derinlikten itibaren az plastik çok katı kil yer almaktadır. Bu kesimde otoyol demiryolu üzerinden geçecektir. Demiryolu aşma yapısının göl içinde yaklaşık 35 m. uzunluğunda geniş çaplı kazıklar üzerine oturtulması gerekecektir. Bundan dolayı bölgedeki çamur örtüyü sıyırdıktan ve kumlu çakıllı zeminleri konsolide ettikten sonra sıkıştırılmış kumlu çakıllı zeminler üzerine doğrudan doğruya dolgu yapmak mümkün olacaktır.

8.3.8.2.KM (29+200 - 30+500) Arası Sarıbayır Falezinin Geçilebilmesi İçin Göl İçinde Dolgu: Göle giriş yapısının kenar ayağı üzerindeki bu dolgu, su altında 10 m. yükseklikte ve su seviyesinden itibaren 6 m. yükseklikte olacaktır. Faleze yaklaşırken su altındaki dolgu kısmı yer yer 20 m. yüksekliğe ulaşacaktır. Falezin doğu yamacı karşısında göl tabanının ortalama % 15-17 eğimi vardır. Burada genellikle cıvık kıvamda, 3,5 m. kalınlığında siltli çamur tabakasının bulunduğu S.13 ve S.14 sondajlarıyla tesbit edilmiştir(Ek-4.6).

Gri killi şist göl tabanından itibaren 6-10 m.ye kadar az katı olarak kalmaktadır. Sonra göl tabanı altında 33 m. derinliğe kadar iyi sıkılıkta siltli kumlar ve çakıllar bulunmaktadır.

S.17, S.21, S.28, S.29 sondajlarına göre (Ek-4.6) 4-6 m. kalınlığında, az sıkı silt ve gri renkli killi ince kumdan oluşan örtünün altında derine doğru gidildikçe sıklıdan çok sıkıya dönüşen çakıllı ve killi seviyelerle birlikte kumlar ve gri siltler bulunmaktadır. S.17 sondajından elde edilen karotlar üzerine yapılan deneyler sonucunda  $\phi_u = 25^\circ$ ,  $C_u = 0,45 \text{ Kg/cm}^2$  ve  $\gamma = 1,64 \text{ t/m}^3$  olarak bulunmuştur. Bu güzergahta dolgu malzemesi olarak Sapanca ariyet ocağındaki  $35^\circ$  lik içsel sürtünme açısına sahip (Ulusay, 1982., Çizelge.1), iyi derecelenmiş çakıl kullanılacaktır.  $35^\circ$  lik içsel sürtünme açısı ve 10 m. dolgu yüksekliğinde  $3/2$  lik bir şev boyutlandırması dengeyi sağlayacaktır(Şekil.17).

Ayrıca eğimli göl tabanı üzerinde inşa edilecek olan dolgunun stabilitesini sağlamak için, yumuşak siltli çamur örtüyü 3-4 m. derinliğe kadar sıyırmak gerekecektir. Göl içine yapılacak dolgularda, zayıf taban çamurunun temizlenmesinden sonra en az su yüzeyine kadar kaya dolgu yapılması uygun olur. Bu işlem için gerekli malzemeyi yakın çevreden temin etmek son derece güçtür. Bu durumda göl içinden geçmesi düşünülen varyant seçenekleri dezavantaj durumundadır.

8.3.8.3.KM (30+500 - 31+450) Arası Mümtaziye Köyü Kuzeyinde, Göl İçinde Dolgunun İncelenmesi: Bu kesimde göl suyunun maksimum yüksekliği 2,5 m.dir. Otoyol dolgusunun yüksekliği ise 4 m. geçmemektedir.

Bu bölgede yapılan S.33, S.37, S.39, S.40 sondajlarına göre 2,50-5,50 m. kalınlığında gri killi silt ve az sıkı kum örtünün varlığı saptanmıştır. Bu yumuşak örtü altında, 20-25 m. derinliğe kadar ince kum ile killi kumlu çakıl ve gri renkli siltli kil aralanmaları vardır. Bu tabakaların sıklığı orta olmakla birlikte farklı derinliklerde değişkenlik arz etmektedir. Yüzeyde killi silt tabakasının ölçülen kohezyonu  $C_u = 0,24 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\phi_u = 0^\circ$  ve  $\gamma = 1,65 \text{ t/m}^3$  olarak belirlenmiştir.

Bu kesimde kullanılacak dolgu malzemesi Sapanca ariyet ocağından sağlanacaktır. Bu ocaktan sağlanacak malzemenin  $35^\circ$  lik bir içsel sürtünme açısına sahip olacağı öngörülmüştür (Ulusay, 1982., Çizelge.1).

Şev açısı  $35^{\circ}$  olan ve 4 m.lik dolgu yüksekliğinde 3/2 lik bir şev boyutlandırması dengeyi sağlayacaktır(Şekil-15).

8.3.8.4.KM (31+500)'de Göl Çıkış Yapısının İncelenmesi: Bu yapı otoyolun projede öngörülen uzanışına göre çok verev olacaktır.Göl tarafı kenar ayağı üzerindeki dolgunun yüksekliği 8 m.olacaktır.Gölde yapılan S.41 sondajının sonuçlarına göre az ve orta derecede katı 5,50 m. kalınlığında killi silt örtüsü vardır.Bu örtünün altında, iyi sıkılıkta kumlu çakıl tabakası, sonra killi çakıl ile katı gri siltli kil bulunmaktadır.18 m. derinlikten itibaren gri-kahverenkli az sert çakıllı siltli kil bulunmaktadır.

Göl içinde yapılacak dolgunun stabilitesi killi silt örtüsünün üzerinde sağlanmayacaktır.Bu nedenle zemini önyüklemeye konsolide etmek gerekecektir.Dolgu stabilitesini iyileştirmek ve özellikle bu dolgunun oturumalarını sınırlandırmak için örtünün olabildiğince sıyrılarak kaldırılması daha emin olacaktır.

KM 31+600 'den itibaren 1.ci varyant, ana güzergahın tüm özelliklerini taşımaktadır.

8.3.9.KM (29+500 - 31+700) Arası 2.ci varyant İncelemesi: 2.ci varyant Sarıbayır yamacından başlayıp, Mümtaziye köyünün doğusuna kadar kara tarafında demiryolu boyunca uzanmaktadır.29+500 ile 31+000 Km. arasında 2.ci varyant ana güzergahla özdeştir.

31+000 - 31+700 Km.ler arasında otoyol,Mümtaziye köyünün güneyinden yarmayla geçmek yerine ,demiryolu ile köy arasında 3-6 m.lik dolguyla geçecektir.Demiryolu dolgusunun iyi durumda oluşu gözlemi,güzergahın bu parçasında,ayrıca yüksekliği az olan otoyol dolgusu stabilitesinin önemli problemler çıkarmayacağıda tesbit edilmiştir.

31+700 'den sonra 2.ci varyant Teknekelem tepelerinde açılacak yarmayla hemen hemen ana güzergahla özdeşdir.

8.3.10.III.cü Varyant İncelemesi: 3.cü varyant,demiryolunu göle doğru hafifçe öteleme ve otoyolu kara tarafında kısmen kaldırılacak bugünkü demiryolu dolgusu üzerine ve kısmende bu yol boyunca göden köy yolu üzerine yerleştirmekten ibarettir.

Yeni demiryolu için,2-5 m.si su altında maksimum 4-7 m.yüksekliğinde göl içi dolgusu yapılacaktır.Göl tabanında çamur örtünün sıyırılması ile stabilite daha kolay sağlanacaktır.Sarıbayır falezinde hiç yarma yapılmıyacaktır.Bununla beraber falezin hemen üst kısmındaki zeminlerin bozuşmasından ötürü düzenli olarak yıkılmalar olacaktır.

Otoyolun güvenliği için falezde hafif bir şev düzeltilmesine gereksinim duyulacaktır.Mümtaziye kesiminde göl içindeki dolgu,göl tabanı üzerinde 2-3 m.olacaktır.Göl tabanında yapılacak sıyırma ile dolgunun stabilitesi herhangibir problem çıkartmayacaktır.

Otoyol dolgusununda problemi olmayacaktır.Çünkü bugünkü demiryolu ile köy yolu dolguları üzerinde bulunacaktır.

#### 8.4.Yamaçların Duraylılığı:

Sarıbayır tepesinden,Teknekelem tepelerine kadar olan bölgede ve gölün kenarından geçen eski karayolunda yüzey kaymaları görülmektedir.

Sarıbayır yamacındaki formasyonlar,silt,çakıl ve kum ar dalanmasından oluşmuş olup,bölgede iki toprak kaymasının olduğu gözlenmiştir.Sarıbayır yamacının batı kesiminde stabilite olmuş gibidir,ama ilerde kayma olayları meydana gelebilecektir.Doğu yamaç plastik kil ve silt ar dalanmasından oluşmuş olup,bölgede birbiri arkasına meydana gelen kaymaların olduğu gözlenmiştir.Burada eski kaymalarda mevcuttur.Doğu yamaçtaki tabakaların killi olması,tabaka eğimlerinin fazla oluşu ve yeraltısuyunun varlığı kaymalara neden olmaktadır.

Mümtaziye vadisinde çok önemli toprak kaymalarının olduğu gözlenmiştir.Bölge çatlaklı killerden oluşmuş olup,killerin su alarak harekete geçmesi nedeniyle birbirini takip eden kaymalar olmuştur.Kaymalar halen devam etmekte olup,tektonik ve deprem olayları etkilerse bölgedeki kaymalar daha da artacaktır.Gölü sınırlayan 200-300 m. genişliğindeki alüvyonlar stabil gözükmektedir.Kalaycı bölgesinde de,Mümtaziye'de oluşan kaymalar tipinde kayma olayları gözlenmiştir.



### 8.5. Malzeme Ocakları:

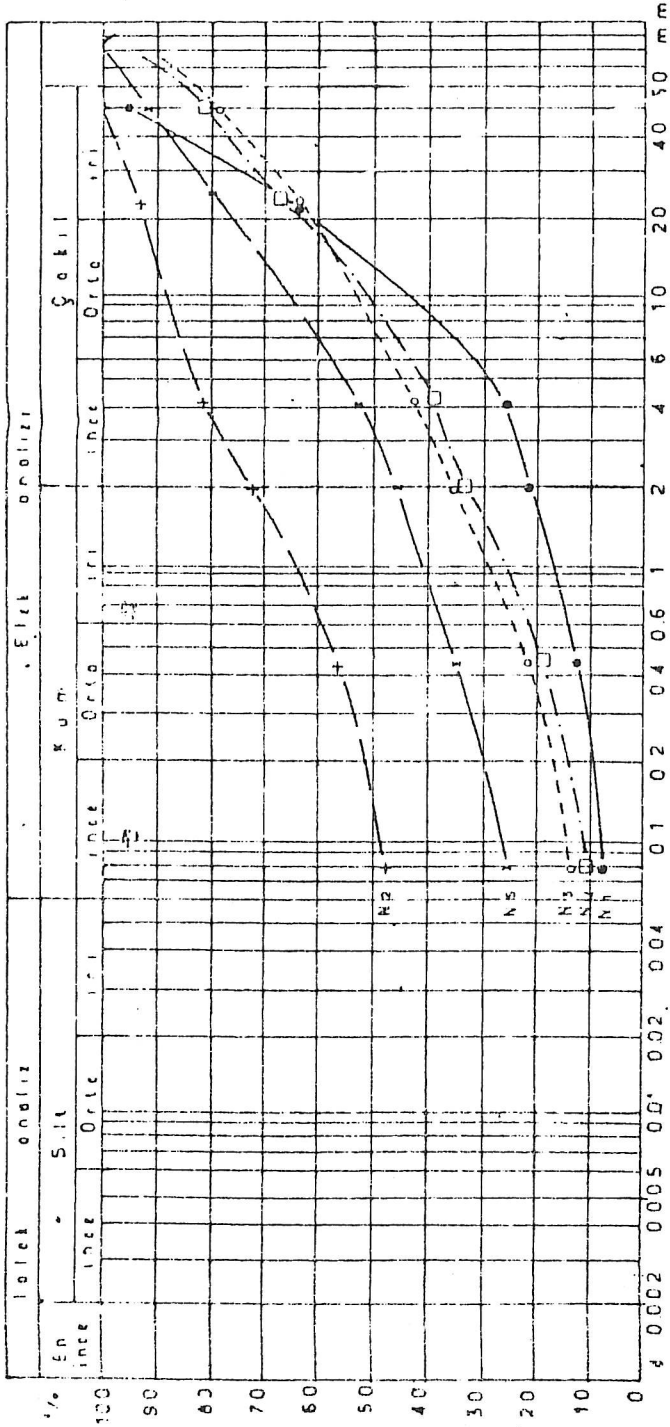
Otoyol dolgusunda gerekli olacak 6.800.000 m<sup>3</sup> lük malzemeye ihtiyaç vardır. Bu malzeme, otoyola uzaklığı 1000 m. nin altında olan 6 ariyet ocağından karşılanacaktır. Bu ocaklar şunlardır,

1. KM.6+500 'deki Köseköy Ocağı,
2. KM.18+000 'deki Yanık Ocağı,
3. KM.22+300 'deki Kurtköy Ocağı,
4. KM.24+200 'deki Mahmudiye Ocağı,
5. KM.26+100 'deki Sapanca Ocağı,
6. KM.39+500 'deki Mollaköy Ocağıdır.

8.5.1. Köseköy Ariyet Ocağı: 0 ile 8. ci Km. ler arasında açık olabilecek tek ocak bu olup, KM.6+500 'de otoyola 200 m. uzaklıkta bulunmaktadır. Köseköy ocağından elde edilecek malzemeyi Kuvaterner alüvyonları oluşturmaktadır. Bu ocak iki bölgeye ayrılır.

#### 8.5.1.1. Otoyolun Kuzeyinde Köseköy I Ocağı:

Bu ocak yaklaşık 20 hektarlık bir alana yayılmakta olup, 1.200.000 m<sup>3</sup> lük bir malzeme potansiyeline sahiptir. Kuvaterner alüvyonlarından oluşan bu ocakta killi ve siltli örtünün ortalama kalınlığı 2 m. dir. Bu örtü dolgu malzemesi olarak kullanılmayacaktır ve kazı işlemi bittikten sonra araziye eski haline getirmek için ocak tabanına tekrar serilecektir. 2 ve 8 m. derinlikler arasında alınan numuneler üzerinde yapılan proctor deneyine göre maksimum kuru birim ağırlığı 2,05 gr/cm<sup>3</sup> olarak tesbit edilmiştir (Şekil.19).

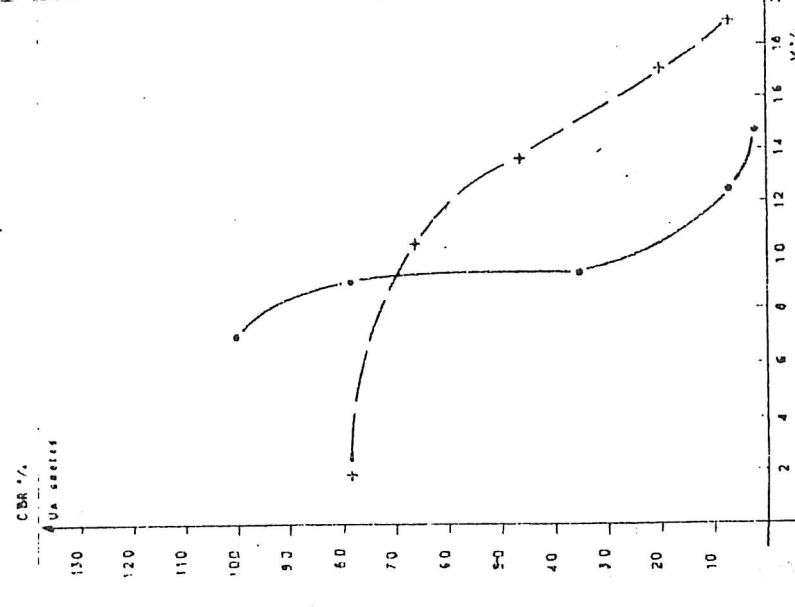


200 40 10 3/8" 1" N°  
ASTM

| N°         | ATTERBERG'S Limits |    | % < 60µ<br>% < 4µ | SA | W<br>in situ | 100% Kesoşefet |      | 95% Kesoşefet |      | Zemin cinsi<br>Identification of soil |
|------------|--------------------|----|-------------------|----|--------------|----------------|------|---------------|------|---------------------------------------|
|            | WL                 | IP |                   |    |              | γd             | W%   | γd            | W%   |                                       |
| N1         |                    |    | 6                 |    |              | 2.05           | 9.6  | 1.95          | 13.1 | GW/GM                                 |
| N2         |                    |    | 4.6               |    |              | 1.67           | 13.6 | 1.77          | 16.1 | SC                                    |
| N3, N4, N5 |                    |    |                   |    |              | 1.99           | 11.4 | 1.69          | 13.9 |                                       |
|            |                    |    |                   |    |              | γ/m³           |      | γ/m³          |      |                                       |

| N°         | Soaked CBR % |     | Kobarma % |      |
|------------|--------------|-----|-----------|------|
|            | 100%         | 95% | 100%      | 95%  |
| N1         | 9            | 13  | 1.44      | 0.07 |
| N2         | 5            | 5.3 | 2.94      | 1.96 |
| N3, N4, N5 | 5            | 7   | 2.11      | 0.37 |

UN soaked CBR %



Şekil.19. Köseköy Ariyet Ocağı Jeoteknik Özellikleri.

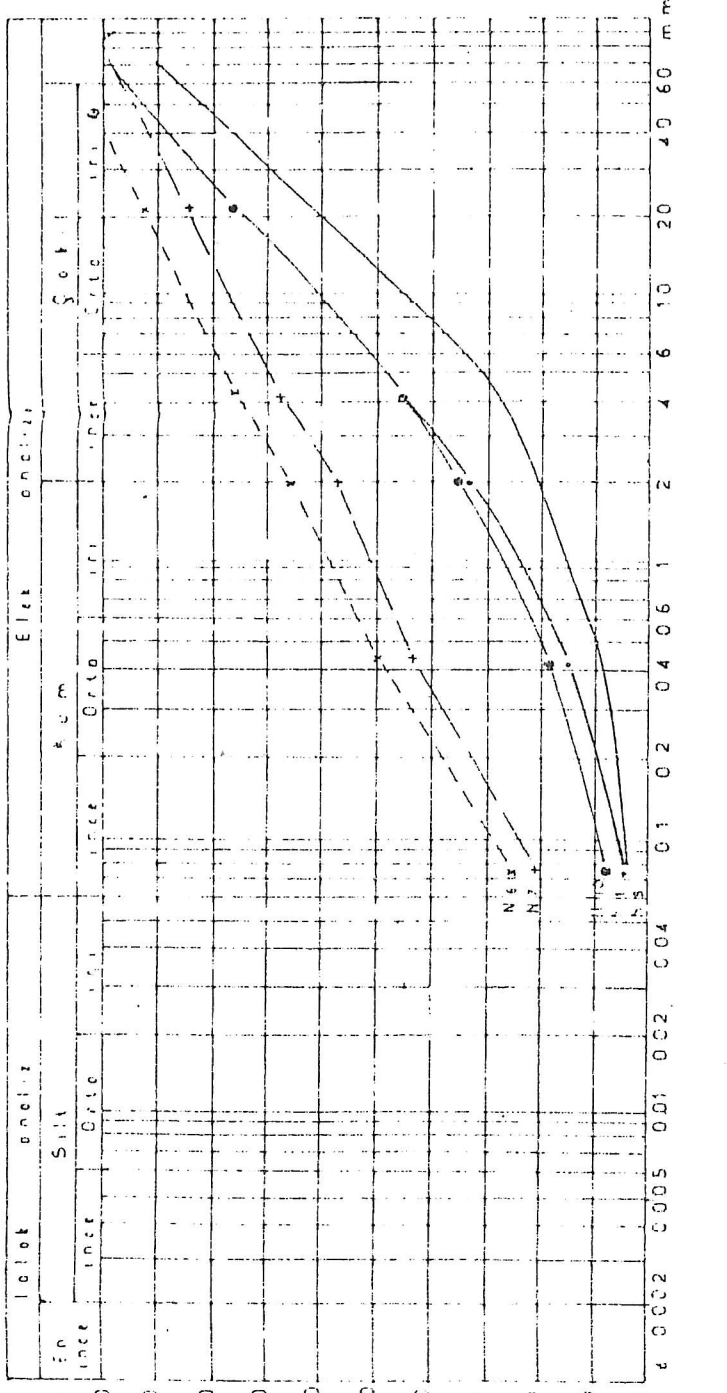
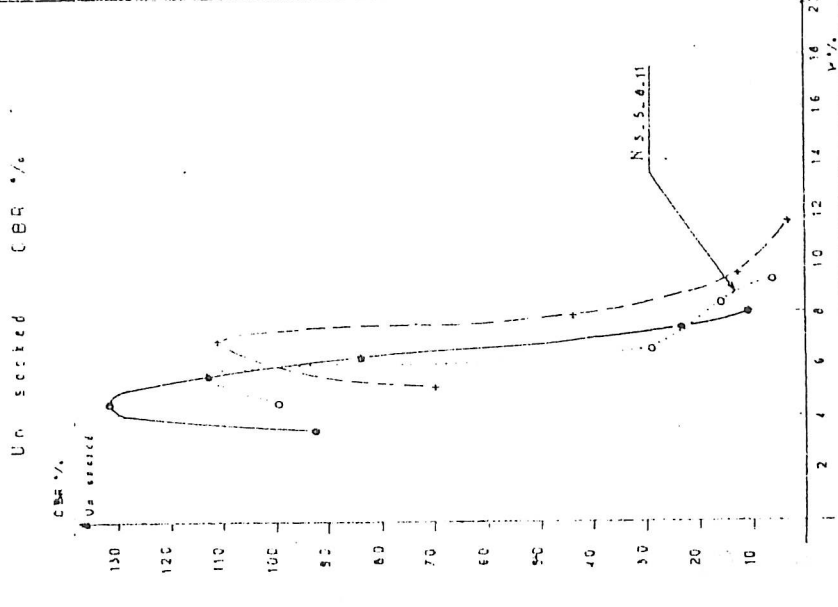
2 ile 8 m. derinlikler arasında çıkacak 1.200.000 m<sup>3</sup> lük malzemeler KM.0 - 13+500 arasında dolguda ve toprak işlerinde kullanılacaktır.

8.5.1.2. Köseköy II Ocağı: Otoyol ile demiryolu arasında bulunan bu ocak, yaklaşık 36 hektarlık bir alan kaplamakta olup, Kuvaterner alüvyonları üzerine yayılmıştır. Killi siltli alüvyonlar tabakasının ortalama kalınlığı 1,5 m.dir ve ocak eski haline getirilebilmesi için daha sonra bu örtü ocak tabanına tekrar yayılacaktır. Örtü altındaki kullanılabilir malzemenin kalınlığı 2,5 m.dir. Malzeme potansiyeli ise 800.000 m<sup>3</sup> dür. Bataklik seviyesi ile sınırlanmış olan bu ocak kumlu killi çakıllardan oluşmuştur. Buradan elde edilecek malzeme KM.0 - 13+500 arasında kullanılacaktır.

8.5.2. Yanık Ariyet Ocağı: Bu ocak KM.13 'de otoyolla ortalama 700 m. uzaklıkta bulunmakta olup 16,5 hektarlık bir alanda Kuvaterner yaşlı birikinti konisi üzerine yayılmıştır.

Bu ocak 2 ve 20 m. arasında değişen ve güneye doğru kalınlığı artan siltli çakıllı kumlu birikinti konisinden oluşmuş olup, malzeme potansiyeli 1.450.000 m<sup>3</sup> dür. Bu malzemenin özellikle üst kısmı 0,50 ve 1,50 arasında değişen kalınlıkta silt, kil, çakıl karışımli ince kumlardan ibaret olan malzemenin maksimum kuru birim ağırlığı 2,26 gr/cm<sup>3</sup> olarak tesbit edilmiştir (Şekil.20). Buradan çıkacak malzeme KM.13+500 ile 21+000 arasındaki otoyol dolgusunda kullanılacaktır.

| N°         | Soaked CBR % |          | Kobleme % |          |
|------------|--------------|----------|-----------|----------|
|            | 100%         | 95%      | 100%      | 95%      |
|            | Kesofekt     | Kesofekt | Kesofekt  | Kesofekt |
| N1N2       | 52           | 50       | 0.04      | 0.07     |
| N3S.5.0.11 | 116          | 27       | 0.05      | 0.13     |
| N6N7       | 70           | 0.17     | 23        | 0.26     |



| N°         | ATIERBERG'S Limits |    | Sz | W | 100% Kesofekt |     | T/m³ | Identif. cation of soil |    |
|------------|--------------------|----|----|---|---------------|-----|------|-------------------------|----|
|            | WL                 | IP |    |   | γd            | w%  |      |                         |    |
| N1N2       |                    |    |    |   | 2.26          | 5.3 | 2.14 | 63                      | GW |
| N3S.5.0.11 |                    |    |    |   | 2.24          | 5.4 | 2.13 | 66                      |    |
| N6N7       |                    |    |    |   | 2.13          | 7.2 | 2.03 | 10.1                    |    |
|            |                    |    |    |   | T/m³          |     |      |                         |    |

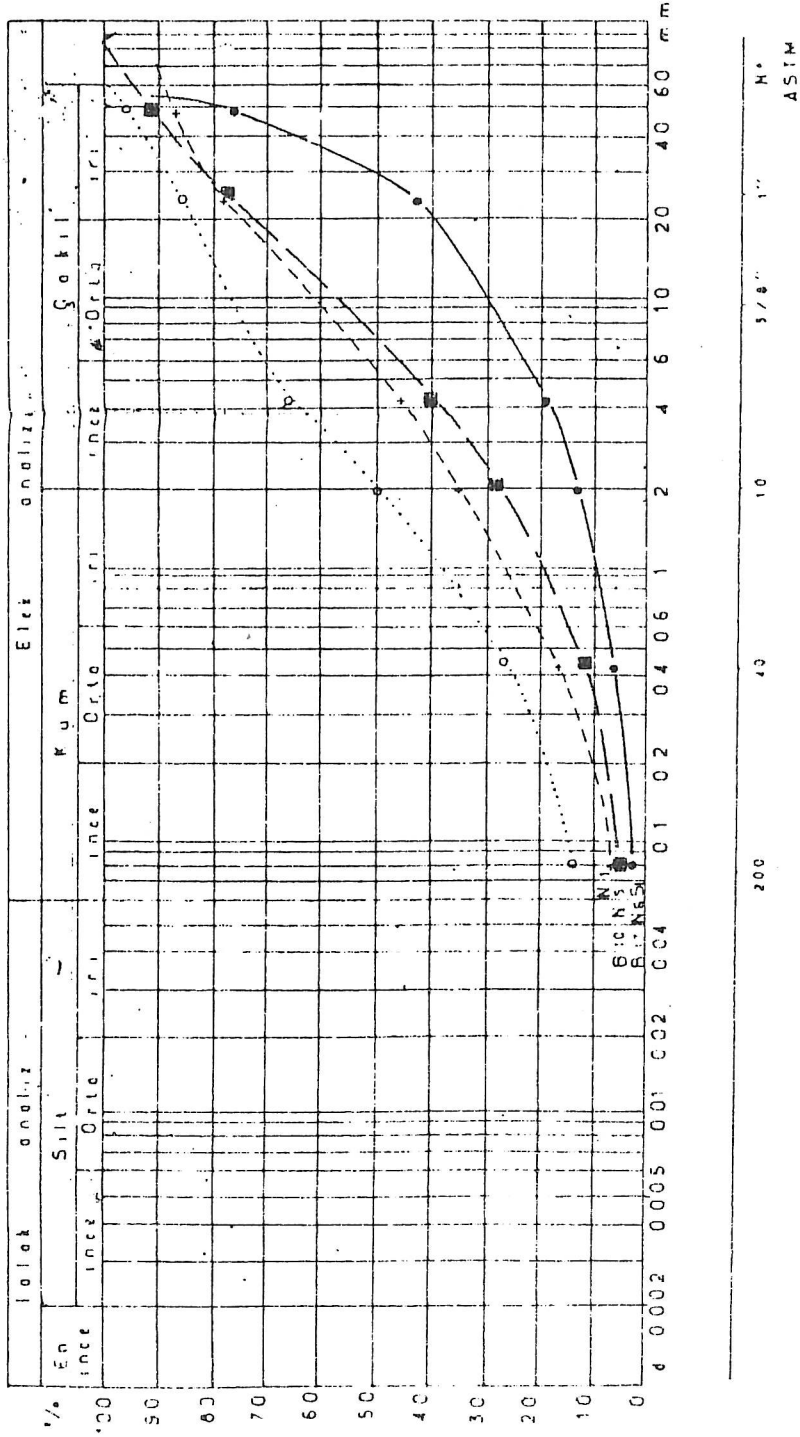
Şekil.20 .Yanık Ariyet Ocağı Jeoteknik Özellikleri.

8.5.3. Kurtköy Ariyet Ocağı: Bu ocak otoyolun 22+300 KM.sinde ve ortalama otoyola 1500 m. uzaklıkta bulunmaktadır.13 hektarlık bir alanı kapsayan bu ocak birikinti konisinden oluşmuştur.Bu ocağın büyük bir kısmı 8 m.kalınlığında kumlu çakıllardan oluşmuş olup,malzeme potansiyeli 700.000 m<sup>3</sup>dür (Şekil.21).Çakıllar üzerinde yapılan procktor deneyinin sonucuna göre max. kuru birim ağırlığı 2,24 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur.

Köseköy ocağından gelen malzemelerin yeterli kalitede olmaması halinde KM.10 ve 15 arasında kullanılacaktır.KM.0 ve 26 arasında da temel malzemesi olarak sarfedilecektir.

8.5.4. Mahmudiye Ariyet Ocağı: Bu ocak KM.24+200 'de otoyola ortalama 200 m. uzaklıkta bulunmakta olup,9 hektarlık birikinti konisi üzerinde yer almaktadır.Özellikle üzerinde bitkisel topraktan oluşan 0,50 m. kalınlığında bir örtü tabakası vardır.Sondajlarla 10 m.ye kadar olan kesimde bazen homojen nitelikte olan kumlu killi çakıllardan oluşan malzemenin potansiyeli 710.000 m<sup>3</sup>dür. Procktor deneyine göre max. kuru birim ağırlığı 2,21 gr/cm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur(Şekil.22).Buradan elde edilecek malzeme KM.21 ile 30 arasındaki kesimde kullanılacaktır.

8.5.5. Sapanca Ariyet Ocağı: Bu ocak KM.26+100 'de otoyola 700 m. uzaklıktadır.24 hektarlık bir alan üzerinde bulunan malzemelerin potansiyeli 1.000.000 m<sup>3</sup>dür.

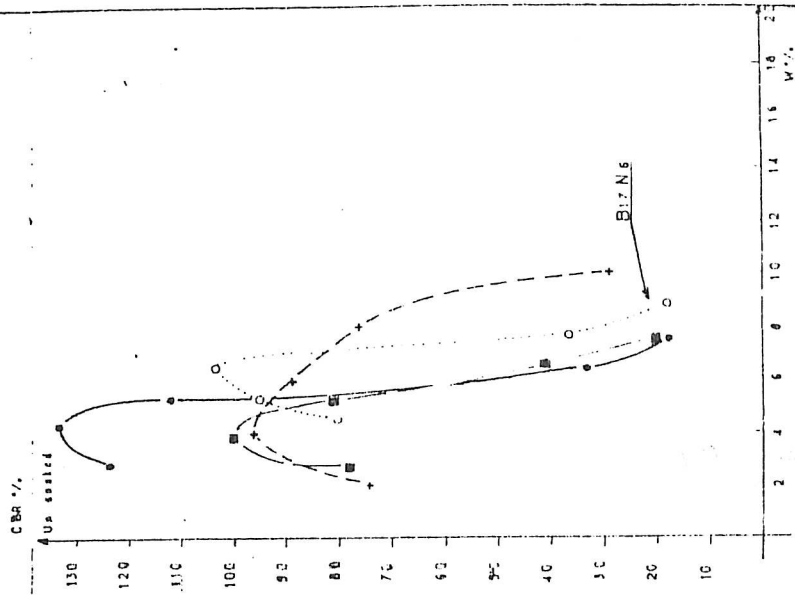


200 40 10 3/8" 1" N° ASTM

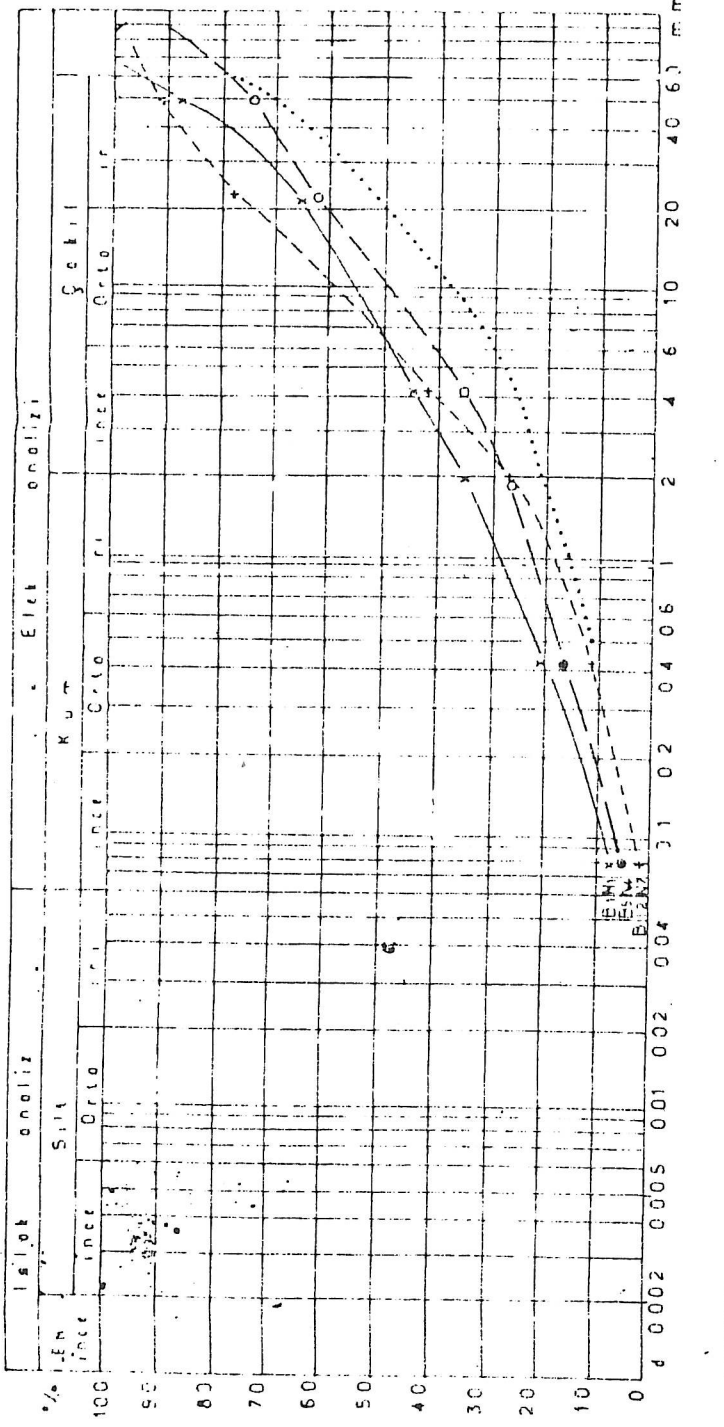
| N° | ATTERBERG'S Limits |    | Lc | S <sub>c</sub> | W in situ | 100% Kesefet     |     | 95% Kesefet      |      | Zemin einsi |
|----|--------------------|----|----|----------------|-----------|------------------|-----|------------------|------|-------------|
|    | WL                 | WP |    |                |           | Yd               | W%  | Yd               | W%   |             |
| S2 |                    |    |    |                |           | 2.24             | 5.4 | 2.13             | 6.3  | GW          |
| S5 |                    |    |    |                |           | 2.18             | 6.0 | 2.07             | 10.4 | GW          |
| S6 |                    |    |    |                |           | 2.20             | 5.0 | 2.11             | 6.0  | GW          |
|    |                    |    |    |                |           | 2.17             | 6.3 | 2.06             | 6.6  | GW          |
|    |                    |    |    |                |           | T/m <sup>3</sup> |     | T/m <sup>3</sup> |      |             |

| N°    | Soaked CBR % |             | Kaharma      |             |
|-------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|       | 100% Kesefet | 95% Kesefet | 100% Kesefet | 95% Kesefet |
| S152  | 100          | 89          | 0.2          | 0.11        |
| N1    | 97           | 61          | 0            | 0           |
| B10Ns | 124          | 62          | 0            | 0           |
| B17Ns | 96           | 59          | 0            | 0           |

Un soaked CBR %

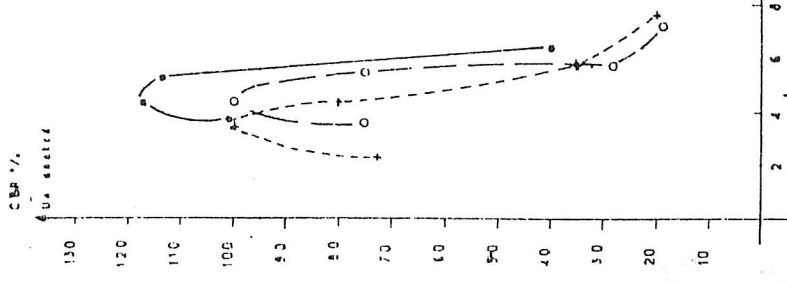


Şekil 21, Kurtköy Arıyet Ocağı Jeoteknik Özellikleri.



| N°   | Soaked CBR % |     | Kebirme % |     |
|------|--------------|-----|-----------|-----|
|      | 100%         | 95% | 100%      | 95% |
| B1N1 | 96           | 39  | 0         | C   |
| B2N4 | 97           | 62  | 0         | C   |
| B2N7 | 100          | 66  | 0         | C   |

Jn soaked CBR %



N°  
ASTM

| N°   | ATTERBERG'S Limits |    |    | % < 60µ<br>% < N°200 | SA | W<br>in situ | 100% Kesofet |     | 95% Kesofet |     | Zemin cins. |    |
|------|--------------------|----|----|----------------------|----|--------------|--------------|-----|-------------|-----|-------------|----|
|      | WL                 | WP | IP |                      |    |              | γd           | W%  | γd          | W%  | γd          | W% |
| B1N1 |                    |    |    | 6%                   |    |              | 2.21         | 4.1 | 2.10        | 6.5 |             | GM |
| B2N4 |                    |    |    | 7%                   |    |              | 2.21         | 5.0 | 2.10        | 6.3 |             | GM |
| B2N7 |                    |    |    | 4%                   |    |              | 2.25         | 4.6 | 2.14        | 6.0 |             | GW |
|      |                    |    |    |                      |    |              | T/m³         |     | T/m³        |     |             |    |

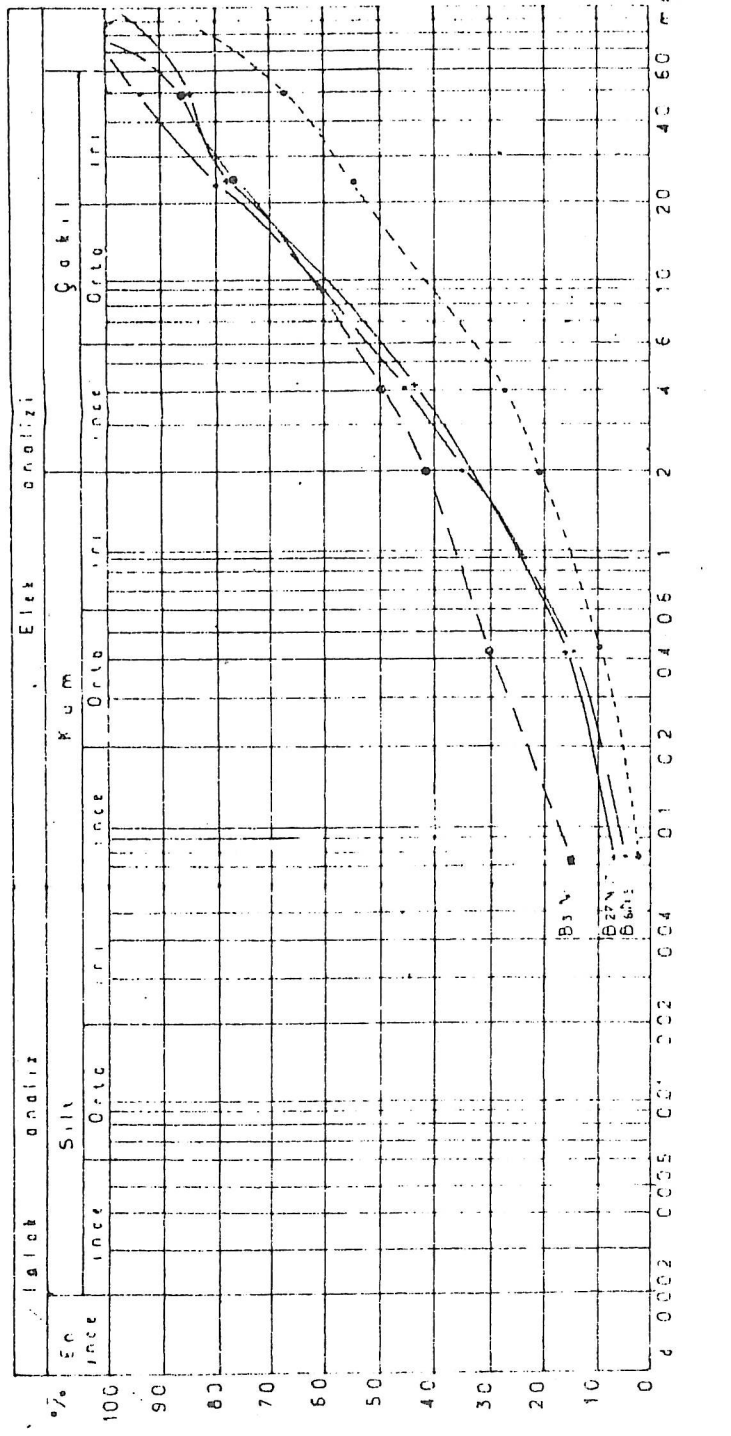
Şekil.22. Mahmutiye Ariyet Ocağı Jeoteknik Özellikleri.

KM.26 ve 47 arasında otoyol temeli ve üst yapı malzemesi olarak kullanılacak materyal az kumlu killi çakıllardan oluşmuştur. Bu malzemeyi Kuvaterner alüvyonları ile birikinti konisi oluşturmaktadır. Malzeme üzerine yapılan procktor deneyi sonuçlarına göre malzemenin max. kuru birim ağırlığı  $2,20 \text{ gr/cm}^3$  olarak tesbit edilmiştir (Şekil.23).

8.5.6. Mollaköy Ariyet Ocağı: Bu ocak KM.39+500 de otoyoldan 700 m. uzaklıkta bulunmaktadır. 90 hektarlık Kuvaterner alüvyonları üzerinde yer alan malzemenin potansiyeli  $1.900.000 \text{ m}^3$  dür. KM.37 ile 42 arasında kullanılacak Kuvaterner alüvyonlarından oluşmuş olan malzeme kumlu çakıl ile az killi çakıldan ibarettir. (Şekil.24). Procktor deneyi sonucuna göre malzemenin max. kuru birim ağırlığı  $2.10 \text{ gr/cm}^3$  olarak tesbit edilmiştir.

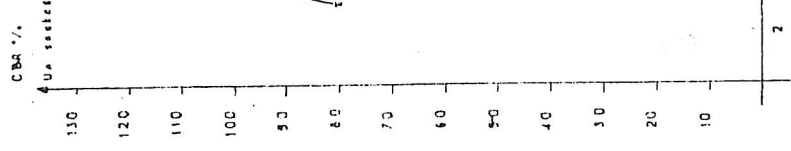
Otoyol için gerekli olan  $6.800.000 \text{ m}^3$  lük malzeme miktarı bu 6 ocaktan çıkacak  $7.760.000 \text{ m}^3$  lük malzeme ile karşılanacaktır.





| N°    | Scated CER % |             | Kobarmo %    |             |
|-------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|       | 100% Kcsafet | 95% Kcsafet | 100% Kcsafet | 95% Kcsafet |
| B3N   | 65           | 66          | 0            | 0           |
| B6N3  | 115          | 76          | 0            | 0           |
| B27N7 | 112          | 70          | 0            | 0           |

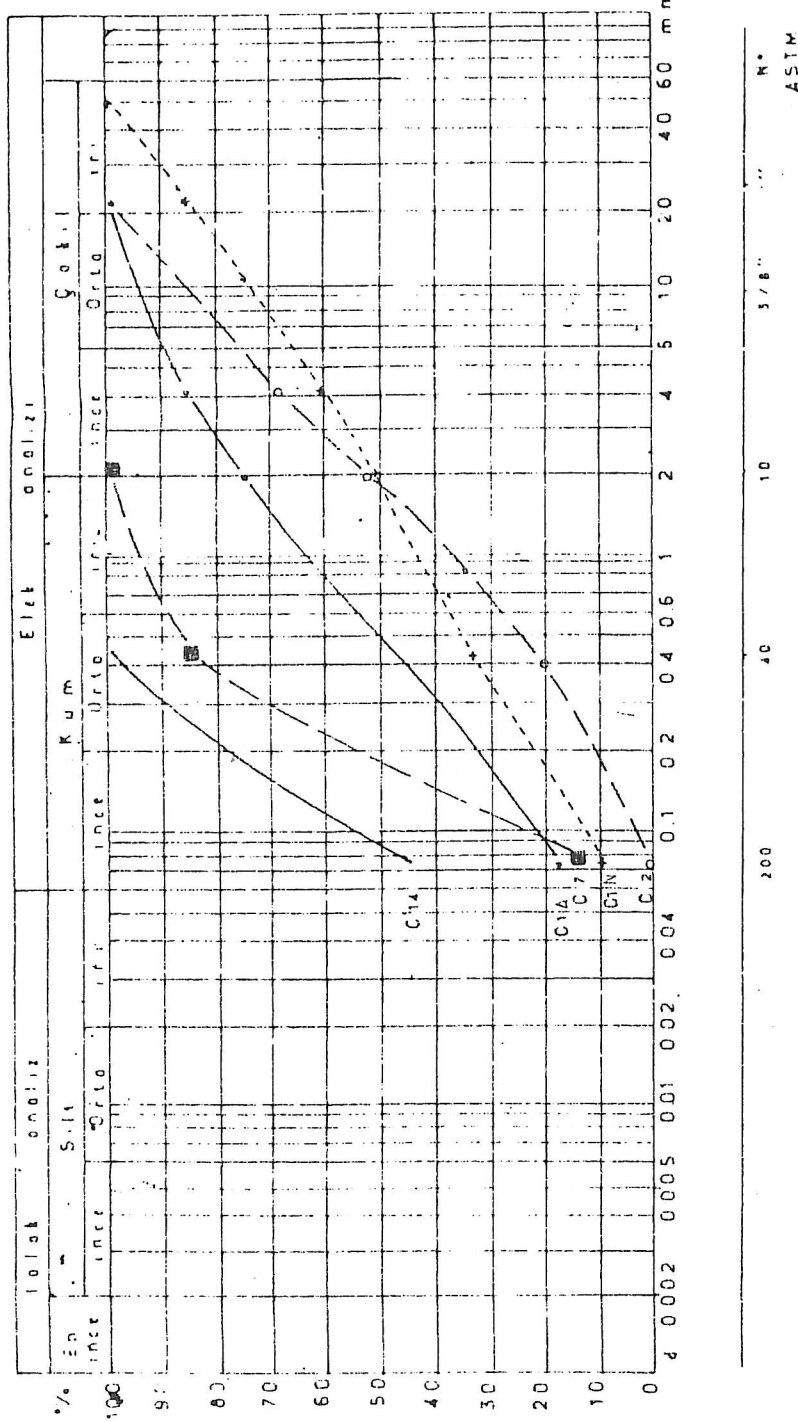
Un soaked CBR %



N°  
ASTM

| N°    | ATTERBERG 3 Limits |     |                | W <sub>L</sub>   | W <sub>P</sub> | S <sub>L</sub>   | 100% Kcsafet   |                       | Zemin einds |
|-------|--------------------|-----|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------------|-------------|
|       | IP                 | LC  | U <sub>d</sub> |                  |                |                  | W <sub>d</sub> | Identifcation of soil |             |
| B3N1  |                    | 15% | 2.20           | 5.5              | 2.05           | 0.1              | GW             | G/M                   |             |
| B6N3  |                    | 5%  | 2.21           | 6.2              | 2.10           | 0.4              | GW             |                       |             |
| B27N7 |                    | 6%  | 2.18           | 5.7              | 2.07           | 0.5              | GW             |                       |             |
|       |                    |     |                | T/m <sup>3</sup> |                | T/m <sup>3</sup> |                |                       |             |

Şekil:23.Sapanca Ariyet Ocağı Jeoteknik Özellikleri.

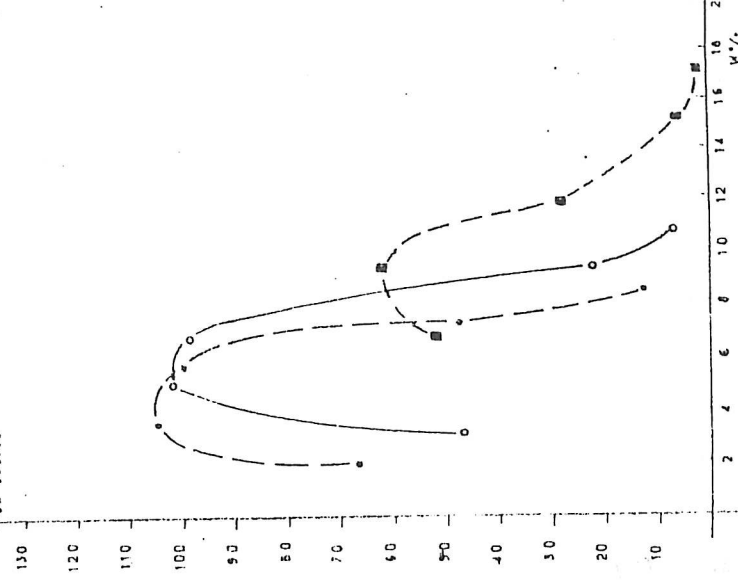


| N°     | Soaked CBR % |             | Koberm % | %    |
|--------|--------------|-------------|----------|------|
|        | 100% Kesefet | 95% Kesefet |          |      |
| C1A    | 71           | 53          | 0.11     | 3.07 |
| C1N C2 | 78           | 56          | 0.04     | 0.07 |
| C7     | 32           | 23          | 0.20     | 0.07 |

Un saturated CBR %

CBR %

40x soaked



200 40 10 3/8" N° ASTM

| N°     | AT ERBERG'S Limits |    |    | SA | W in situ | 100% Kesefet |      | 95% Kesefet |     | Zemin class Identification of soil |
|--------|--------------------|----|----|----|-----------|--------------|------|-------------|-----|------------------------------------|
|        | WL                 | WP | IP |    |           | W %          | Lc   | γd          | W % |                                    |
| C1A    |                    |    |    |    | 2.10      | 7.7          | 1.95 | 10.0        |     | SC                                 |
| C1N C2 |                    |    |    |    | 2.17      | 6.6          | 2.06 | 10.6        |     | SW                                 |
| C7     |                    |    |    |    | 1.92      | 11.0         | 1.83 | 15.4        |     | SM                                 |
|        |                    |    |    |    | T/m³      |              | T/m³ |             |     |                                    |

Şekil.24 .Mollaköy I Ariyet Ocağı Jëoteknik Özellikleri.

## 9.SONUÇLAR VE ÖNERİLER:

Bu bölümde, çalışma ile elde edilen sonuçlar ve zeminin problemlili kesimlerinin iyileştirilmesi ile ilgili öneriler kısaca sunulmuştur.

1.İnceleme alanında Paleozoyik yaşlı metamorfik şistler, amfibolitler ve kristalize kireçtaşları ile Üst Kretase yaşlı marnlı kalkerler, Neojen yaşlı karasal kökenli kumlu, killi, çakıllı kayalar ile Kuvaterner'e ait birikinti konisi, akarsu taraçaları ve alüvyonlar yüzeylemektedir.

2.İzmit - Sakarya otoyolu, Acısu - Arifiye kesiminde başlıca alüvyon, birikinti konisi ve Neojen yaşlı kaya birimleri üzerinden geçecektir. Yolun yakın çevresinde yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı kayalar yolun üzerinden geçeceği kaya birimlerine malzeme sağlar durumdadır.

3.Genel olarak yolun Sapanca gölü kıyılarını izleyerek alüvyon üzerinden geçeceği yerlerde zeminin sayıf karakterde olduğu ve yüzeye yakın bulunan yeraltısuyu nedeniyle de bu kesimlerde duraylılık problemleri çıkacağı saptanmıştır. Bu tür düzensiz ve sürekli oturmalar ile taşıma gücünün gerekenden azlığı gibidir.

4.Yolun birikinti konisi üzerinden geçeceği yerlerde, örneklerde elde edilen mühendislik parametreleriyle zeminin oldukça güvenilir karakterde olacağı saptanmıştır. Gerek dolgu ve gerekse yarmalarda önemli stabilite sorunu doğmayacaktır.

5.Yolun Neojen yaşlı çökeller üzerinden geçeceği yerlerde zemin genel olarak yumuşak ve orta karakterde olduğundan yer yer duraylılık sorunları beklenmelidir.

6.Yolun KM(27+500 - 33+000) kesiminde Sapanca gölü içerisinde geçirilmesi düşünülen varyant seçeneklerinde göl tabanının çok duraysız olduğu yerinde yapılan gözlem ve denemelerle saptanmıştır.

7.Yolun geçeceği güzergah boyunca gölenen jeomorfolojik durumu ve jeolojik yapılar dikkate alındığında doğal şevlerde, Sarıbayır ve Teknekelem tepeleri arasında heyelan tehlikesinin bulunduğu, diğer kesimlerde ise böyle bir tehlikenin söz konusu olmayacağı saptanmıştır.

8.Yörede dolgu malzemelerinin alınacağı alüvyon, birikinti konisi v.s. içerisinde bulunan ariyet ocaklarındaki malzemenin, örnekler üzerinde yapılan denemelerle projede istenilen niteliklerde buldukları saptanmıştır( $\rho_d=2,8 \text{ gr/cm}^3$ ).

9.Yarma yapılacak zeminlerde yapılan klas tayinlerine göre (% 50 yumuşak kükü, % 25 sert toprak, % 25 yumuşak toprak) bu kesimlerde kazı güçlüğü bulunmadığı ortaya konulmuştur.

Bu genel sonuçlara göre yolun çeşitli bölümlerinde ortaya çıkacak muhtemel stabilite problemleri ile alınması uygun olabilecek önlemler şunlardır.

1. 13+000 - 14+500 Km.ler arasında otoyol bataklık formasyonları üzerinden geçmektedir.Bu nedenle bataklık bölgesinde yapılacak dolgularda oturmalar meydana gelecektir.

Bu bataklık bölgesinde oluşacak oturmaların önlenmesi veya kısa sürede tamamlanması, otoyol güzergahının stabilitesi bakımından önemlidir.

Bataklık bölgesindeki oturmalar önlenip, stabilitesinin sağlanabilmesi için bu bölgedeki yumuşak kil tabakası kazılarak çıkarılmalıdır. Ayrıca dolgu yapmadan önce dolgunun servise açılmasından 1,5 yıl önce ve kuru mevsimlerde bir kere de yapılarak tamamlanmalıdır.

2. Teknekelem ve Sarıbayır tepelerini oluşturan formasyonlar incelenerek 3 grup altında toplanmışlardır. Bölgede bulunan kum ve az plastik killer Kfm.1 (Kalaycı formasyonu), plastik ve çok plastik killer Kfm.2, kum ve çakıl ardalanmasından oluşan formasyonlar ise Kfm.3 formasyonunu oluşturmuşlardır. Bu formasyonlar bölgede daha önce oluşan heyelanları takip ederek otoyol güzergahında yeni heyelanların oluşmasına neden olacaklardır.

Heyelanlı bölgeden geçmemek için 3 varyant güzergahı seçilmiştir.

a) 1.ci güzergahta göl doldurulup, otoyol bu dolgunun üzerinden geçirilmesi düşünülmektedir. Otoyol göl içinde yapılacak dolgu üzerinden geçirildiği zaman göl formasyonlarının siltli ve killi olması nedeniyle konsolidasyon olayı meydana gelecek ve yolda stabilite bozuklukları olacaktır.

b) 2.ci varyant, demiryolu boyunca geçecektir. Bu güzergahta herhangi bir stabilite problemi ile karşılaşılmayacaktır.

c) 3.cü varyant, demiryolunun göle ötelenmesi ve otoyolun demiryolu dolgusu üzerinde yer almasıyla oluşacaktır. Otoyol dolgusunda herhangi bir stabilite problemi olmayacaktır, ama demiryolu için gölde yapılacak dolgu stabil olmayacaktır.

3. Bölgeden geçecek otoyolun stabilitesini sağlamak amacıyla dolgu yapılmadan önce yeraltı su seviyesi yüzeyde olan kısımlara drenler yapılarak bölgedeki kabarmalar ve kaymalar önlenmiş olacaktır.

4. Dolgularda kullanılacak malzemelerin niteliklerine göre şevler genellikle 3/2 lik bir boyutlandırma ile stabil olacaktır.

10. DEĞİNİLEN BELGELER:

- Akartuna, M., (1968), Armutlu Yarımadasının Jeolojisi: İ.Ü. F.F. yayını. Sayı 20, İstanbul.
- Balkır, G., ve Balkır, T., (1975), Şevlerin stabilitesi: Karayolları Araş. Fen Heyeti Müd. yay. No:7, Ankara.
- Baykal, A.F., (1940), Adapazarı ve Kandıra Havalisinin Jeolojisi: M.T.A. raporu, No.1005, Ankara (Yayımlanmamış).
- (1955), Çamdağ ve civarı, Geyve - Akyazı dağları, Hendek - Akyazı ovası, Gebze Kuzeyindeki ovacık bölgelerinin Jeolojik etüdüleri: M.T.A. raporu No.2280, Ankara. (Yayımlanmamış)
- Bilgin, T., (1975), Adapazarı ovası ve Sapanca oluğunun Alüvyal morfolojisi ve Kuvaterner'deki Tekamülü: T.B.A.G. Proje no.128, İstanbul. (Yayımlanmamış).
- Canitez, N., (1969), Türkiye ve civarında deprem odak hareketleri ve gerilme dağılımları: İ.T.Ü. Mad. Fak. Jeofizik kürsüsü yayını, İstanbul.
- Canitez, N., Güçlü, U., Uz, Z., (1969), 22 Temmuz 1967 Adapazarı-Mudurnu suyu vadisi depremi üzerine incelemeler: İ.T.Ü. Mad. Fak. Arz Fiz. Ent. Yay. No.27, İstanbul.

- Erguvanlı, K., (1982), Mühendislik Jeolojisi: İ.T.Ü. Mad.  
Fak. Yay. No.1227, İstanbul.
- Erinç, S., (1967), Sapanca gölünün derinlik haritası ve  
morfolojisi: Türk. Coğ. Dergisi Sayı  
XI-XII, Ankara.
- Erol, O., (1983), Türkiye'nin genç Tektonik ve Jeomorfolo-  
jik gelişimi: Jeomorfoloji Dergisi,  
s.11, Ankara.
- Ertunç, A., (1979), Mühendislik Jeolojisi Ders notları: A.Ü.  
F.F. Yayını, Ankara.
- Inandık, H., (1952-53), Adapazarı ovası ve çevresinin Jeo-  
morfolojik etüdü: İ.Ü. Coğ. Enst.  
Derg. No.3-4, İstanbul.
- Ketin, İ., (1983), Türkiye Jeolojisine genel bir bakış: İ.  
T.Ü. Yay. Sayı.1259, İstanbul.
- Kumbasar, V., Kumbasar, F., Önalp, A., (1970), Yol Mühendisle-  
ri için Zemin Mekanığı: İ.T.Ü. Yay.  
Sayı.783, İstanbul.
- Lahn, E., (1948), Türkiye göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfo-  
lojisi hakkında bir etüd: M.T.A.  
Seri.B, No.2, Ankara.
- İlhan, E., (1976), Türkiye Jeolojisi: O.D.T.Ü. Müh. Fak. Yay.  
No.51, Ankara.
- Penck, W., (1918), Die Tektonischen Grundzüge Westkleina-  
siens: Stuttgart.



Pfannenstiel, M., (1944), Die diluvialen Entwicklungsstadien  
Und die Urgeschichte von  
Dardanellen, Marmarameer und  
Bosphorus. Diluvial Geologie und  
Klima. Geologische Rundschau, Band  
3/4, Heft 7/8 Stuttgart.

Pınar, N., Fouche, M., (1943), 20 Haziran 1943 Adapazarı de-  
preminin Jeolojik ve Meteorolojik  
incelenmesi: Fen Fak. Mec. cilt:  
VIII, No:1, İstanbul.

Risch, G., (1909), Der Sapanca see und seine Umgebung  
Peterm, Mitt, Erg. Hefte, Gotha.

Sarı, İ., Kurt, M., (1983), Adapazarı-Sapanca-Geyve-Akyazı  
çevresinin demir, manganez, ağır-  
lıklı metalik madenler prospek-  
siyon raporu: M.T.A. Ankara. (Ya-  
yımlanmamış).

Stchepinsky, V., (1941), Kocaeli-Bolu-Bilecik-Bursa-Eski-  
şehir mintikasının umumi Jeolo-  
jisi: M.T.A. raporu, Ankara. (Yayımlanmamış).

Tokay, M., (1973), Kuzey Anadolu Fay zonunun Gerede ile  
Ilgaz arasındaki kısmında Jeolo-  
jik Gözlemler: Kuzey Anadolu Fayı  
ve deprem kuşağı simpozyumu, 12-  
29, Ankara.

Ulusay, R., (1982), Şev stabilitesi analizlerinde kullanılan pratik yöntemler ve Jeoteknik çalışmaları: M.T.A. Yay. No.25, Ankara.

Yurttaş-Özdemir, Ü., (1971), Kocaeli yarımadası, Tepeköy Triyası makrofaunası ve biyostratigrafisi: M.T.A. Dergisi. Sayı.77, Ankara.

Yollar fenni şartnamesi, (1973), Bayındır Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara.

11.OTOYOL GÜZERGAHI TEMEL ARAŞTIRMALARINDA KULLANILAN  
YÖNTEMLER:

Otoyol güzergahı temel araştırmaları, sondaj çalışmaları ile yürütülmüştür (AREA, 1975). Sondajlar dolgu ve yarmaların yapılacağı kesimlerde ve ariyet ocaklarının tesbiti amacıyla yapılmıştır. Sondaj derinliği, dolgu yapılacak bölgelerde dolgu yüksekliğinin 1,5 veya iki katı olarak yapılmıştır. Yarmalarda ise sondaj derinliği otoyol seviyesinin 2-3 m. altına inilinceye kadar yapılmıştır. Sondaj çalışmaları, otoyol güzergahının Litolojisinin fiziksel özellikleri, yeraltı suyunun kontrolü ve aynı zamanda alüvyon kalınlığının ve özelliğinin tesbiti amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla bölgede 46 sondaj yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

Sondaj kuyularında Standart Penetrasyon deneyleri yapılarak zeminlerin taşıma güçleri tesbit edilmiştir.

Deney kilde ise Terzaghi tarafından hesaplanan taşıma gücü tablosundan yararlanılmıştır.

30 cm. çakmak için

| <u>Darbe Sayısı (N)</u> | <u>Kıvamlılık</u> | <u>Taşıma gücü Kg/cm<sup>2</sup></u> |
|-------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 2 den az                | Çok yumuşak       | 0,25 den az                          |
| 2-4                     | Yumuşak           | 0,25-0,50                            |
| 4-8                     | Orta              | 0,50-1.00                            |
| 8-15                    | Katı              | 1.00-2.00                            |
| 15-30                   | Çok katı          | 2.00-4.00                            |
| 30 dan fazla            | Sert              | 4.00 den fazla.                      |

Deney kunda yapıldığında görelı yoğunluk tesbit edilmiş ve değerlendirmeler řu şekilde yapılmıştır.

30 cm. akmak için

| <u>Darbe sayısı (N)</u> | <u>Görelı Yoğunluk</u> |
|-------------------------|------------------------|
| 0-4                     | ok Gevşek             |
| 4-10                    | Gevşek                 |
| 10-30                   | Orta                   |
| 30-50                   | Sıkı                   |
| 50 den fazla            | ok Sıkı.              |

Sondajlardan alınan karot numuneleri üzerinde zeminin cinsinin tayini için su muntevası,elek analizi ve Atteberg limitleri tayin edilmiş,bu deneylerden elde edilen veriler Casagrande Birleştirilmiş Toprak sınıflaması tablosundan yararlanılarak değerlendirilmiştir(Tablo.1).

Yapılacak dolguların en iyi durumda olabilmesi için procktor denemesi yapılarak zeminin sıkışabilme özelliği ve bu arada max. sıkışmaya tekabül eden max.kuru birim ağırlığı ile o andaki optimum su içeriği saptanmıştır.Procktor denemesi sonucunda elde edilen max. kuru birim ağırlığına göre zeminlerin dolgu olarak kullanılabilmeleri řu şekilde gösterilmiştir.

| ANA GRUPLAR  |   | Tipik İsimler                   |  |
|--|---|---------------------------------|--|
| (7,5 cm. den iri malzeme hariç tutulmuştur).                 | İri malzemenin % 50'nden fazlası 200 No.lu elekten büyükür. | İnce malzeme (ince az veya yok) | İyi derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımları (ince daneleri az veya hiç olmayan)  |
|  |   |                                 | Fena derecelenmiş çakıl, çakıl-kum karışımları (ince daneleri az veya hiç olmayan)   |
| İri malzemenin % 50'nden fazlası 200 No.lu elekten büyükür.  | İnce malzeme (ince az veya yok)                             | Çakıl                           | Siltli çakıllar, fena derecelenmiş çakıl-kum-silt karışımları.   |
|  |   |                                 | Kıllı çakıllar, fena derecelenmiş çakıl-kum-kil karışımları.   |
| İri malzemenin % 50'nden fazlası 200 No.lu elekten büyükür.  | Temiz Kum   | Temiz Kum                       | İyi derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar (ince daneleri az veya hiç olmayan)  |
|  |   |                                 | Fena derecelenmiş kumlar ve çakıllı kumlar (ince daneleri az veya hiç olmayan)   |
| İri malzemenin % 50'nden fazlası 200 No.lu elekten büyükür.  | Kum   | Kum                             | Siltli kumlar, fena derecelenmiş kum-silt karışımları.   |
|  |   |                                 | Kıllı kumlar, fena derecelenmiş kum-kil karışımları.   |
| İnce malzemenin % 50'nden fazlası 200 No.lu elekten büyükür. | Siltler ve Killler  | Siltler ve Killler              | İnorganik silt ve çok ince kumlar, kaya tozu çok az plastik siltli veya kıllı ince kumlar  |
|  |   |                                 | İnorganik killler (düşük ilâ orta plastisitede) çakıllı killler, kumlu killler, siltli killler, yağsız killler                     |
| İnce malzemenin % 50'nden fazlası 200 No.lu elekten büyükür. | Siltler ve Killler  | Siltler ve Killler              | Organik siltler ve düşük plastisiteli organik silt-kil karışımları   |
|  |   |                                 | İnorganik siltler, diatomeli veya mikali inorganik siltli zemiller, elastik siltler ve kumlu veya siltli zemiller, elastik siltler |
| Fazla organik zemiller                                       | Siltler ve Killler  | Siltler ve Killler              | Yüksek plastisiteli inorganik killler, yağlı killler.  |
|  |   |                                 | Ortadan yüseğe plastisiteli organik killler.   |
| Fazla organik zemiller                                       |   | Pi                              | Turba ve diğer fazla organik zemiller.   |

1-İnce malzeme: 200 nolu elekten geçen (Tane büyüklüğü 0,074 mm den küçük malzeme)

2-Plastisite indisi, likit limit, plastik limit farkıdır ( $I_p, W_L, W_p$ )

Laboratuvar sınıflandırma kriterleri

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1 \sim 3$$

CW nin granulometri şartlarını karşılamayanlar.

Atterberg limitleri A hattının üstünde ve  $I_p = 4 \sim 7$  ise sınırdadır. Her iki sembol beraber kullanılır.

Atterberg limitleri A hattının üstünde ve  $I_p > 7$

$$C_u = \frac{D_{30}}{D_{10}} > 6; \quad C_c = \frac{(D_{50})^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1 \sim 3$$

SW nin bütün granulometri şartlarını karşılamayanlar.

Atterberg limitleri A hattının üstünde ve  $I_p = 4 \sim 7$  ise sınırdadır. Her iki sembol beraber kullanılır.

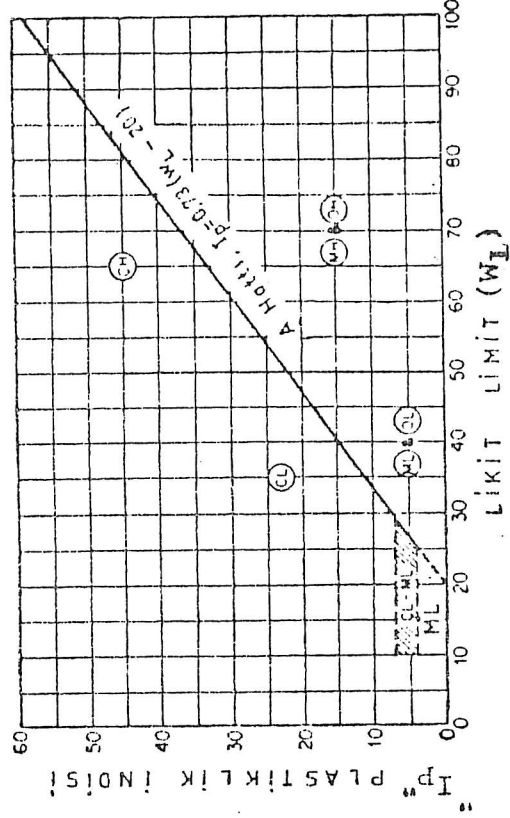
Atterberg limitleri A hattının üstünde ve  $I_p > 7$

Granulometri eğrisinden çakıl ve kum yüzdesi bulunur. 200 No'dan geçen ince malzeme nisbetine göre iri taneli zeminler şöylece sınıflandırılır.

% 5 den az GW, GP, SW, SP

% 12 den fazla GM, GC, SM, SC

% 5-12 arası halidir. İki sembol birden kullanılır.



PLASTİSİTE KARTI

| Maksimum kuru birim<br>ağırlığı ( $\gamma_{\max}$ ) | Dolgu olarak zeminin<br>kullanılma özelliği                      |
|---|--|
| 2,08gr/cm <sup>3</sup> veya t/m <sup>3</sup>        | Dolgu için çok iyi.  |
| 2.08-1.92 gr/cm <sup>3</sup>                        | Dolgu için iyi.  |
| 1.92-1.70 "   | Dolgu için orta.   |
| 1.70-1.60 "   | Dolgu için zayıf.  |
| 1.60-1.12 "   | Dolgu için pek zayıf,<br>zorunluluk olmadıkça<br>kullanılmamalı. |

$\gamma_{\max}=1.43 \text{ gr/cm}^3$  ten küçük olduğunda dolgu toprağı olarak kesinlikle kullanılamaz.

Sıkışma oranları ile ilgili limitlerde Tablo.2'deki veriler gözönünde bulundurularak yapılmıştır.

| Maksimum kuru yoğunluk<br>(Standart Procktor yoğunluğu) |                              | Minimum sıkış-<br>ma oranı |
|---|------------------------------|----------------------------|
| Kg/m <sup>3</sup>                                       | Lb/ft <sup>3</sup> (~olarak) | %                          |
| 1450-1700   | 90-105                       | 100                        |
| 1700.den yukarı   | 105.den yukarı               | 95                         |

Tablo-2.Sıkışma Oranları.

Otoyolun şev boyutlandırılmaları,yarma ve dolguları oluşturacak malzemelerin litolojileri gözönünde bulundurularak yapılmıştır.

Dolguda yapılacak şev boyutlandırılmaları,dolgu malzemesinin litolojisine göre bir içsel sürtünme açısına sahip olduğu öngörülmüştür(Ulusay,1982).

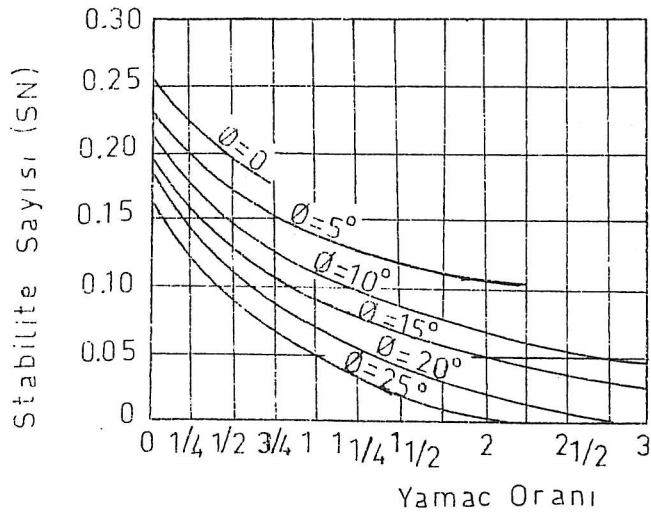
Çizelge 1 - Kayaç ve zeminlerin bazı jeoteknik parametreleri (Paşamehmetoğlu, 1977)

KAYAÇ VE ZEMİN ÖZELLİKLERİ

| Tip                   | Formasyon cinsi   | Yoğunluk ( $\gamma$ )           |                    | İşsel sürtünme açısı ( $\phi$ ) |  |                                   | Kohezyon ( $c$ )            |                    |       |
|-----------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------|
|                       |                   | kg/m <sup>3</sup>               | lb/ft <sup>3</sup> | Malzeme                         | Derece   | Formasyon cinsi                   | kg/m <sup>2</sup>           | lb/ft <sup>2</sup> |       |
| K O H E Z Y O N S U Z | Kum               | Kuru, iri taneli kum            | 1 440              | 90                              | Kompakt, üniform                                   | 40-50                             |                             |                    |       |
|                       |                   | Kuru, ince taneli kum           | 1 600              | 100                             | Taneli, üniform                                    |                                   |                             |                    |       |
|                       |                   | Sulu kum                        | 1 840              | 115                             | Üniform, iri-orta in-<br>celikte veya milli<br>kum | 35-40                             |                             |                    |       |
|                       |                   | Çok sulu kum                    | 1 920              | 120                             | Gevşek, üniform ta-<br>neli kum<br>İnce susuz kum  | 35-40<br>30-35                    |                             |                    |       |
|                       | Çakıl             | Karışık                         | 1 760              | 110                             | Karışık  | 35-40                             |                             |                    |       |
|                       |                   | Nehir çakılı                    | 2 240              | 140                             | Ufak, yuvarlak taneli<br>çakıl                     | 40                                |                             |                    |       |
|                       |                   | Gevşek yuvarlak<br>taneli çakıl | 1 840              | 115                             | Kumlu kompakt                                      | 40-45                             |                             |                    |       |
|                       |                   | Kumlu çakıl                     | 1 920              | 120                             | Kumlu gevşek                                       | 35-40                             |                             |                    |       |
|                       | Araç İzi (Bulmuş) | Granit                          | 1 600-<br>1 700    | 100-<br>125                     | Kırılmış kaya                                      | 35-40                             |                             |                    |       |
|                       |                   | Bazalt ve dolerit               | 1 760-<br>2 240    | 110-<br>140                     | Kırılmış tebeşir                                   | 35-45                             |                             |                    |       |
|                       |                   | Kireçtaşı ve<br>kumtaşı         | 1 280-<br>1 920    | 80-<br>120                      | Kırılmış şeyl                                      | 35-45                             |                             |                    |       |
|                       |                   | Tebeşir                         | 1 000-<br>1 280    | 62-<br>80                       |  |                                   |                             |                    |       |
| Şeyl                  |                   | 1 600-<br>2 000                 | 100-<br>125        |                                 |  |                                   |                             |                    |       |
| KİL                   |                   | Kuru kil                        | 1 760              | 110                             | Kuru, iri taneli kil                               | 30                                | Çok sert, iri<br>taneli kil | 17 600             | 3 600 |
|                       |                   | Drene edilmiş kil               | 1 840              | 115                             | Drene edilmiş, iri<br>taneli kil                   | 40                                | Sert şeyilli kil            | 14 600             | 3 000 |
|                       | Sulu kil          | 1 920                           | 120                | Sert kil                        | 10-20  | Sert kil                          | 9 800                       | 2 000              |       |
|                       | Kumlu sulu kil    | 1 600                           | 100                | Yumuşak kil                     | 5-7  |                                   |                             |                    |       |
|                       | Marn              | 1 760                           | 110                | Dolgu kili                      | 10-20  | Sağlam kil                        | 4 900                       | 1 000              |       |
|                       | Çakıllı kil       | 2 000                           | 125                | Makaslama bölgesi<br>malzemesi  | 20-27  | Yumuşak kil                       | 2 400                       | 500                |       |
|                       |                   |                                 |                    | Fay, şeyl malzemesi             | 14-22  |                                   |                             |                    |       |
| Örtü tabakası         | Yüzey toprağı     | 1 360                           | 85                 |                                 |  |                                   |                             |                    |       |
|                       | Kuru toprak       | 1 440                           | 90                 | Örtü toprağı                    | 30-35  | Örtü toprağı                      | 2 490-<br>4 900             | 100-<br>1 000      |       |
|                       | Nemli toprak      | 1 600                           | 100                |                                 |  |                                   |                             |                    |       |
|                       | Sulu toprak       | 1 680                           | 105                |                                 |  |                                   |                             |                    |       |
| Kaya katmanı          | Granit            | 2 614                           | 164                | Granit                          | 30-50  | Sert kaya (granit<br>porfiri vb.) | 9 800-<br>30 000            | 2 000-<br>6 400    |       |
|                       | Kuvarsit          | 2 614                           | 164                | Kuvarsit                        | 35-45  | Kumtaşı veya ki-<br>reçtaşı       | 4 900-<br>14 600            | 1 000-<br>3 000    |       |
|                       | Kumtaşı           | 1 950                           | 122                | Kumtaşı                         | 30-45  | Şeyl veya yumu-<br>şak kaya       | 2 400-<br>9 800             | 500-<br>2 000      |       |
|                       | Kireçtaşı         | 3 169                           | 180                | Kireçtaşı                       | 30-50  |                                   |                             |                    |       |
|                       | Porfiri           | 2 580                           | 160                | Porfiri                         | 30-40  |                                   |                             |                    |       |
|                       | Şeyl              | 2 400                           | 150                | Şeyl                            | 27-45  |                                   |                             |                    |       |
|                       | Tebeşir           | 1 760                           | 110                | Tebeşir                         | 30-40  |                                   |                             |                    |       |

Dolgu malzemesi kohezyonsuz olarak kabul edildiğinde içsel sürtünme açıları Çizelge-1.den bakılarak bulunmuş ve  $F=1$  güvenlik sayısına göre  $F=tg\phi/tg\beta$  formülünden (Balkır,1975)  $tg\phi=tg\beta$  olarak hesaplanmıştır.  $\beta$  şev açısına sahip,  $H$  yüksekliğindeki şevin  $x/y$  gibi bir boyutlandırılması yapıldığında denge durumunda olduğu tesbit edilmiştir.

Yarmalarda ise sondaj karotları üzerinde yapılan deneyler sonucu elde edilen  $\phi, C, \gamma$  değerleri ile  $H_{yarma}$  yüksekliği gözönünde bulundurularak  $F=1.5$  güvenlik sayısına karşılık gelen kritik yükseklik  $H_{yarma} = H_{cr}/F$  formülünden hesaplanmıştır. Buradan  $H_{cr} = \frac{1}{SN} \cdot \frac{C}{\gamma}$  formülünden yararlanarak şev stabilite sayısı  $SN$  bulunmuştur.  $SN$ , stabilite sayısı için  $\phi$  içsel sürtünme açısına göre Tablo-3.den  $x/y$  lik bir şev boyutlandırması bulunmuştur.



Tablo-3. Yamaç Eğiminin Saptanması (Erguvanlı,1982).



Her iki yöntemde cevap alınmadığında zeminlerin cinslerine göre genelleştirilmiş şev boyutlandırmaları kullanılmıştır(Kumbasar,1970).

| <u>Arazi Cinsi</u>                       | <u>Kazıda tipik Emniyetli Şev Eğimi</u>          |
|--|--|
| Sağlam Magmatik kayalar                  | Düşeye Yakın                                     |
| Arduvaz, şist, şeyl ve sert tebeşir.     | 1/2 : 1  |
| İnce tabakalı kalker, kumtaşı.çamurtaşı. | 3/4 : 1  |
| Kil şeyli,zayıf kumtaşı.                 | 1 1/2 : 1  |
| Kum ve çakıl                             | 2 : 1  |
| İnce kum                                 | 2 1/2 : 1  |
| Kil ve silt                              | Malzeme mukavemetine ve yarma derinliğine bağlı. |

Tablo-4.Yarmalarda Tipik Şev Eğimleri(Kumbasar,1970).