



**T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSTANBUL-BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTOYOLU (BATI KESİMİ) BURSA
ÇEVRE YOLU KM 100+00 İLE KM 107+600 ARASINDA KALAN KESİMİN
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

ŞEYHMUS KILIÇASLAN

Ağustos 2008

T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İSTANBUL-BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTOYOLU (BATI KESİMİ) BURSA
ÇEVRE YOLU KM 100+00 İLE KM 107+600 ARASINDA KALAN KESİMİN
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Danışman

Yrd. Doç. Dr Mustafa KORKANÇ

AĞUSTOS 2008

Yrd. Doç. Dr Mustafa KORKANÇ danışmanlığında **Şeyhmus KILIÇASLAN** tarafından hazırlanan “**İstanbul-Bursa-Balıkesir-İzmir Otoyolu (Batı Kesimi) Bursa Çevre yolu Km 100+00 ile Km 107+600 Arasında Kalan Kesimin Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği** Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Mehmet ŞENER (Niğde Üniversitesi)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ (Niğde Üniversitesi)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ümit ATICI (Niğde Üniversitesi)

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../200..

Prof. Dr. Meysun İBRAHİM

Enstitü Müdürü

ÖZET

İSTANBUL-BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTOYOLU (BATI KESİMİ) BURSA ÇEVRE YOLU KM 100+00 İLE KM 107+600 ARASINDA KALAN KESİMİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

KILIÇASLAN, Şeyhmus

Niğde Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ

Ağustos 2008, 73 sayfa

Bu çalışma da İstanbul-Bursa-Balıkesir-İzmir Otoyolu (Batı kesimi) Bursa çevre yolu Km:100+00 ile 107+600 arasında kalan kesimin mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bu kesimde kalan yol güzergahı boyunca arazi ve laboratuvar deneyleri yapılmış, yarmalardan çıkan malzemenin dolguda kullanılabilirliği araştırılmış, sondajlar ve araştırma çukurları hakkında bilgiler verilmiştir.

Otoyol üst yapısı hakkında detaylı araştırılma yapılmıştır. Mekanik stabilizasyon ve bitümlü sıcak karışım laboratuvar deneyleri yapılarak asfalt tabakaları hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Yolun gerek dolgu gerekse üst yapı aşamasında her tabakasından örnekler alınmış ve standartlara uygun alınan bu örnekler üzerinde yine standartlara uygun şekilde deneyler yapılarak yarma malzemelerinin dolguda kullanılabilirliği araştırılmıştır ve km 104+360 ile 107+060 arasında kalan yarma malzemesinin kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Otoyol, Mühendislik Jeolojisi, Asfalt, Bursa, Dolgu

SUMMARY

İSTANBUL-BURSA-BALIKESİR-İZMİR MOTORWAY BURSA RING ROAD SECTION
APPRECIATING THE SECTION BETWEEN THE KM : 107+600 KM: 100+00 FOR THE
ENGINEERING GEOLOGY

KILIÇASLAN, Şeyhmus

Nigde University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

August-2008, 73 pages

This study appreciates the İstanbul- Bursa-Balıkesir-İzmir motorway Bursa ring road section for the engineering geology between km: 107+600- km: 100+00

About this study, the laboratory and field experiments have been made the materials which obtained from the cutting workings, have searched whether can be used in filling workings or not and the workings about drilling and researching holes have been informed

The detailed researches about the upper layer of the motorway, especially the plentmix stabilization and bitumen laboratory experiments have been done, hereby the information, about all the pavement layers have been gathered. The patterns have taken from the filling workings and upper layer of the road at every step. After that the experiments have made suitable to the spesifications, whether the cutting soils can be used in filling working or not. Finally , the cutting soils between km: 104+360- km: 107+060 have been searched for congruity.

Keywords: Motorway, Engineering geology, Asphalt, Bursa, Filling

TEŞEKKÜR

Çalışmamın başlangıç aşamasından bitimine kadar, bütün aşamalarında çok büyük katkıları nedeniyle Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa KORKANÇ' a,

Değerli görüş ve eleştirilerinden dolayı, Doç. Dr. Mehmet ŞENER ve Yrd. Doç. Dr. Ümit ATICI'ya,

GÜLSAN A.Ő (İnşaat Bursa İzmir çevre yolu Őantiyesi) Kalite kontrol kısım Şefi Zeynel Abidin GÜL'e,

GÜLSAN A.Ő (Maraş Değirmen Üştü H.E.S inşaatı Őantiyesi) Őantiye Şefi Alihan ÇİFTÇİ'ye,

Bugüne kadar her türlü maddi ve manevi yönden desteklerini eksik etmeyen Aileme sonsuz Őükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
SUMMARY	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....	xii
1.GİRİŞ.....	1
1.1 İnceleme Alanının Tanıtılması.....	2
1.1.1 Konum.....	2
1.1.2 Morfoloji ve bitki örtüsü	2
1.1.3 İklim ve meteoroloji.....	2
1.2 Çalışmanın Amacı.....	3
1.3 Önceki Çalışmalar.....	3
2.MATERYAL METOT.....	8
2.1 Büro Çalışmaları.....	8
2.2 Arazi Çalışmaları.....	8
2.2.1 Temel zeminin incelenmesi	8
2.2.2 Yarma şevi ve temelinin incelenmesi.....	12
2.2.2.1 Yarma şevi	12
2.2.2.2 Yarma tabanı.....	13
2.2.3 Dolgu şevi ve temelinin incelenmesi.....	13
2.2.3.1 Dolgu şevi.....	13

2.2.3.2 Dolgu temelinin incelenmesi.....	14
2.2.3.3 Dolguda kullanılacak malzemenin özellikleri.....	16
2.2.4 Üst yapının incelenmesi.....	17
2.2.4.1 Mekanik yapı.....	18
2.2.4.2 Asfalt tabakası.....	19
2.2.4.2.1 Bitümlü temel.....	20
2.2.4.2.2 Binder tabakası.....	21
2.2.4.2.3 Aşınma tabakası	21
2.2.4.2.4 Sıcak bitümlü karışım üretimi.....	22
2.2.4.2.5 Karışımın yola serilmesi.....	22
2.2.4.2.6 Karışımın sıkıştırılması.....	23
2.3 Laboratuvar Çalışmaları.....	23
2.3.1 Toprak deneyleri.....	24
2.3.1.1 Su muhtevasının belirlenmesi.....	24
2.3.1.1.1 Deneyin yapılışı.....	24
2.3.1.1.2 Hesaplama.....	25
2.3.1.1.3 Değerlendirme.....	25
2.3.1.2 Likit limit.....	25
2.3.1.2.1 Deneyin yapılışı	26
2.3.1.2.2 Hesaplama.....	27
2.3.1.2.3 Değerlendirme	27
2.3.1.3 Plastik limit	27
2.3.1.3.1 Deneyin yapılışı	28
2.3.1.3.2 Değerlendirme	28

2.3.1.4 Proktor deneyi.....	29
2.3.1.4.1 Deneyin yapılışı.....	29
2.3.1.4.2 Hesaplamalar	30
2.3.1.4.3 Değerlendirme	31
2.3.2 Asfalt deneyleri.....	31
2.3.2.1 Santrifüj yardımı ile bitüm yüzdesi tayini	31
2.3.2.2 Marshall deneyi.....	32
2.3.2.3 Penetrasyon deneyi.....	32
2.3.2.4 Düktilite deneyi.....	33
2.3.2.5 Yumuşama noktası deneyi.....	34
3.BULGULAR.....	35
3.1 Bölgesel Jeoloji.....	35
3.2 Stratigrafi.....	37
3.2.1 İnatlar kireçtaşı.....	39
3.2.3 Mudamköy volkanitleri.....	39
3.2.3 Hamamlı formasyonu.....	39
3.2.4 Alüvyon.....	40
3.2.5 Depremsellik.....	40
3.2.6 İnceleme alanının depremselliği.....	40
3.3 Yapısal jeoloji.....	41
3.3.1 Tabakalar.....	41
3.3.2 Kıvrımlar.....	41
3.3.3 Faylar.....	41
3.3.4 Jeolojik evrim.....	41

3.4 Mühendislik Jeolojisi	42
3.4.1 Yüzey jeolojisi.....	42
3.4.2 Killerin yapısal özellikleri ve sınıflandırılması.....	42
3.4.2.1 Daneli malzemeler.....	43
3.4.2.2 Siltli-Killi malzemeler.....	44
3.4.3 Hidrojeoloji.....	47
4.SONUÇLAR	48
KAYNAKLAR	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 :	Çalışma alanının jeoloji haritası.....	36
Şekil 3.2 :	İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	38
Şekil 3.3 :	A-4 den A-7 ye kadar olan gruplardaki zeminlerin sınıflaması için gerekli diyagramlar.....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Çalışma alanında açılan sondajlara ait jeoteknik veriler.....	10
Çizelge 2.2 Çalışma alanında açılan araştırma çukurlarına ait jeoteknik veriler	11
Çizelge 2.3 Dolguda kullanılacak malzemenin özellikleri	17
Çizelge 2.4 Temel ve alt temel de kullanılan malzemenin gradasyon limitleri.....	18
Çizelge 3.1 Sondajlarda ölçülmüş yeraltı su seviyeleri.....	47

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 2.1 Km 104+360 yarma şevinden bir görünüş.....	13
Fotoğraf 2.2 Km 103+065 yapılan dolgu çalışmasından bir görünüm.....	17
Fotoğraf 2.3 Km 106+00 Mekanik tabakanın serilme aşamasından bir görünüm.....	19
Fotoğraf 2.4 Km 105+070 kesiminde bitümlü temel tabakasının serilmesi ve sıkıştırılması işlemlerinin görünümü.....	20
Fotoğraf 2.5 Km 106+00 kesiminde binder tabakasının serilmesi ve sıkıştırılması	21
Fotoğraf 2.6 Km 104+050 kesiminde aşınma tabakasının yapımı	22
Fotoğraf 2.7 Penetrasyon deneyinin yapılışından görünüm.....	32
Fotoğraf 2.8 Düktilite deneyinin yapılışından bir görünüm.....	33
Fotoğraf 2.9 Yumuşama noktası deneyinin yapılışından bir görünüm.....	34
Fotoğraf 3.1 İnceleme alanından bir görünüm.....	37

BÖLÜM 1

1 GİRİŞ

Bu çalışmada “İstanbul-Bursa-Balıkesir-İzmir Otoyolu km 100+00 ile km 107+600 arasında kalan kesimin mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, Bursa İli'nin batısında, 1/25.000 ölçekli Bursa H21-b4 ve H21-c1 paftaları içinde yer alan, yaklaşık 7 km²'lik alanda gerçekleştirilmiştir. Güzergah boyunca “GÜLSAN A.Ş.” olanakları ile numuneler alınmış, bu örnekler üzerinde likit limit (TS 1900, AASHTO T-89), Plastisite indeksi (TS 1900, AASHTO T-90) maksimum kuru birim ağırlık (standart – Proktor) (TS 1900, AASHTO T-99) deneyleri yapılmıştır. Elde edilen verilerle km 102+00 ile km 107+060 arasında kalan ve yarmalardan çıkan malzemenin dolguda kullanılabilirliği durumu Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Fenni Şartnamesi, 14. Kısım dolgu malzemesi kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

“Giriş” bölümünde ; tez konusu ve amacı ile inceleme alanının yeri kısaca tanıtılarak; coğrafi konum, ulaşım durumu, çalışma alanı içinde yer alan yerleşim birimleri ve çalışma alanında daha önce yapılmış olan referans niteliğindeki çalışmalar tanıtılmıştır.

Materyal Metot bölümünde; büro çalışmaları, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları anlatılmıştır.

Bulgular bölümünde; bölgenin jeolojisi hakkında bilgi verilmiş, “Yapısal Jeoloji” başlığı altında birimlerin yapısal durumları (tabakalanma, kıvrımlar ve faylar) hakkında bilgiler verilmiş ve mühendislik jeolojisi başlığı altında killerin sınıflanma kriterleri hakkında bilgi verilmiş, inceleme alanındaki birimlerin hidrojeolojisi hakkında veriler sunulmuştur. Bölgenin deprenselliği hakkında bilgiler verilmiştir.

Sonuç bölümünde; elde edilen deney verileriyle İstanbul-Bursa-Balıkesir-İzmir Otoyolu km 100+00 ile km 107+600 arasında kalan kesiminde bulunan yarmalardan çıkan malzemenin dolguda kullanılabilirliği hakkında değerlendirmeler yer almaktadır.

1.1 İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı; Marmara Bölgesi'nin güneyinde, Bursa ile Ulubat Gölü arasında, Bursa-Balıkesir Karayolunun 25. km'sinde yer almaktadır.

1.1.1 Konum

İnceleme alanı; Bursa İlinin batısında, kuzeyde Nilüfer Çayı, Güneyde Bursa –Balıkesir karayolu, batıda Kaldırımcık deresi ve doğuda Görükle İlçesi arasında yer alır. Bursa'ya yaklaşık 25 km uzaklıktadır ve 1/25.000 ölçekli BURSA H21 –b4 ve H21-c1 paftaları içinde yer alır. Bursa-Balıkesir karayolu inceleme alanının içinden geçmektedir. İnceleme alanının yüzölçümü yaklaşık 7 km²'dir. İnceleme alanında her mevsim ulaşım mümkündür.

1.1.2 Morfoloji ve bitki örtüsü

Yumuşak bir topoğrafyaya sahip olan inceleme alanının yüksekliği 50 m ile 175 m arasında değişmektedir. İnceleme alanı içerisindeki en önemli akarsu doğu-batı uzanımlı Nilüfer Çayı'dır. Ayrıca Nilüfer Çayı'na mevsimsel su taşıyarak besleyen güney – kuzey yönelimli Kaldırımcık Deresi ve Hasanağa Deresi bulunmaktadır. Bölgedeki en belirgin yükselti ise 175 m yüksekliğe sahip Meşe Tepe'dir.

İnceleme alanı ve yakınında genellikle tarım alanları bulunmaktadır. Tarım alanları dışında kalan bölümlerde ise çam ağaçları ve yer yer meşe ağaçlarından oluşan tipik bir orman örtüsü bulunmaktadır.

1.1.3 İklim ve meteoroloji

Bölgede Marmara iklim tipi hakimdir. Özellikle yaz aylarının sıcak ve az yağışlı geçmesi, yüksek yağışlarla soğuk kış aylarında karşılaşılmasına ve bahar aylarındaki yağışın daha çok depresyonik, yaz aylarındakilerin ise daha çok konvektif yağışlar türünden gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, bahar aylarında her iki yağış türü de görülmektedir.

Bursa, Doğancık Barajı ve Kozbudaklar meteoroloji gözlemlerinde ölçülen değerlerden hareketle hesaplanan bölgesel yağışın ortalama yüksekliği 703,3 mm/yıl'dır. En fazla yağış düşen ay Aralık (100,7 mm), en az yağışlı ay ise Ağustos (16,5 mm)'dir. Genel olarak Ekim ayında başlayan yağışlı dönem Nisan ayında da devam etmekte ve Mayıs ayından itibaren giderek azalan yağışlar Eylül ayı sonuna kadar uzanan bir dönem oluşturmaktadır. Buna göre yıllık yağışın %46'sı yağış döneminde (Aralık-Mart), %30'u geçiş döneminde (Ekim-Kasım-Nisan) ve %24'ü kurak dönemde (Mayıs-Eylül) düşmektedir [1].

1.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada İstanbul-Bursa-Balıkesir-İzmir çevre yolu batı kesimi Km 100+00 - 107+600 arasında kalan kesimin mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Otoyol projelerinin önemi ülkemizde son yıllarda oldukça artmış ve bu projelerin yapımında jeolojik verilerin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar giderek yaygınlaşmaya başlanmıştır. Bu çalışmada yolun her aşamasında jeolojik verilere ihtiyaç olduğu ve bu veriler kullanılarak otoyolun nasıl şekillendiği, jeolojik problemlerin nasıl aşılacağı, malzemenin mühendislik özelliklerine yönelik değerlendirmeler yer almıştır.

Sondaj, araştırma çukurları ve yarmalar incelenmiş, yapılan arazi ve laboratuvar uygulamaları standartlar halinde sunulmuş ve yarmalardan çıkan malzemenin dolguda kullanılabilirliğine yönelik değerlendirmelere ayrıntılı olarak değinilmiştir.

1.3 Önceki Çalışmalar

[2] Orhaneli ve kuzeyini içeren çalışmasında altta bulunan metamorfik birimleri kendi içinde alt ve üst metamorfik birimler olarak ayırmıştır. Bu birimin üzerinde Jura-Alt Kretase yaşlı kalkerler yer alır, üzerinde ise Kretase yaşlı ultrabazik masifler bulunduğunu belirtmiştir. Yazar ultrabazik masifin önemli bölümünün dünit ve piroksenli peridotitlerden oluştuğunu, az oranda da piroksenli gabro ve doleritlerin bulunduğunu belirtmiş, doleritlerin kökenini ise ultrabaziklere bağlamıştır. Post-Hersiniyen yaşlı kabul edilerek Göynükbelen Granodiyoriti'nin ultrabazik ve

metamorfik kayaçları kestiği ve ultrabazik kayaçlarla olan kontaklarında yer yer saçılmış şekilde sülfür minerali zonlarının bulunduğu belirtilmiştir.

[3] “Bilecik Jurasıği” adlı çalışmasında Orta Sakarya Bölgesi’nin Jura birimlerini tanıtmıştır. Bilecik Jurasıği’ni altta kırıntılılar, üstte karbonatlılar oluşturmaktadır. Taban kırıntılılarını, Gölpazarı-Söğüt çizgisinin batısında “Bakırköy formasyonu”, doğusunda ise “Kapıkaya formasyonu” olarak adlandırmıştır. Bakırköy formasyonu Liyas (Pliyensbahiye) yaşlı olup, genellikle kumtaşından oluşmakta yer yer kumtaşı, marn ve boz renkli kireçtaşı mercekleri içermektedir. Kapıkaya formasyonu ise tabanda kırıntılı, üste doğru karbonat mercekleri içeren ve fliş’i andıran bir çökel topluluğudur.

[4] Triyas yaşlı verilen ve Karakaya formasyonu olarak adlandırılan birimin bir rifte oluştuğunu ileri sürerek, doğu-batı uzanımlı çanağın Paleotetis’in dalma-batma zonu üzerinde açılıp kapanan bir kenar denizi olduğunu savunmuştur.

[5] Kazdağ, Uludağ ve Menderes Masiflerinin Permo Karbonifer de az derin deniz altında kaldığını, masiflerin Üst Permiyen Alt Triyasta birbirlerinden uzaklaştığını ve bu sırada gelişen tansiyon kuvvetleri sonucu Menderes Masifi ile Kazdağ arasında Karakaya formasyonunun oluştuğunu ileri sürmüştür. Daha sonraları ise Permiyen’den itibaren devam eden alta dalmanın, Alt Triyas sonunda Erzincan batısına kadar yer alan bölgede kıtasal çarpışma aşamasına ulaştığını ifade etmektedir.

[6] Temel üzerinde kıta kenarında,transgressif olarak yer alan bloklu serinin giderek derinleşen deniz fasiyesi özellikleri kazandığını, Triyas yaşlı bu değişik litoloji özellikteki kayaçların tektonik ilişkiler göstermelerini Triyas sonunda kuzeye dalan ve kapanan bir okyanuslaşma sürecine karşılık geldiğini ileri sürerek Liyas’ın, Triyas yaşlı birimler üzerinde diskordan olarak yer aldığını ifade etmektedir.

[7] Kuzeybatı Anadolu’da Karakaya Kompleksi, Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu olmak üzere üç büyük metamorfik kuşak ayırt etmiştir. Orhaneli ve kuzeyindeki birimleri de içine alan Tavşanlı Zonu’nu oluşturan kayaçları, Ovacık Birliği ve Orhaneli Birliği olmak üzere ikiye ayırmıştır. Orhaneli Birliği’nin düzenli bir stratigrafi ve belirgin bir mavi şist bölgesel metamorfizması gösterdiğini ifade ederek çökelme yaşının muhtemelen Paleozoyik ve Mesozoyik’in büyük bir aralığını kapsadığını, yüksek

basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasının da Turoniyen – Alt Senoniyen zaman aralığında geliştiğini savunmuştur. Tetis Okyanusu'nun kalıntıları olarak nitelediği büyük ofiyolit kütlelerinin bölgede çok geniş alanlar kapladığını ve bunların büyük bir kısmının “>%90 harzburjit ve dünit” tipi peridotitlerden oluştuğunu; yasal devamlılığı olmayan seyrek mikrogabro dayklarının peridotitleri kestiğini ifade etmiştir.

[8] Uludağ ve İznik Gölü arasının jeolojisi içeren, bölgesel temelde Permiyen öncesi yaşlı bir metamorfik topluluğun varlığından söz etmektedir. Dereyörük grubu olarak adlandırılan bu metamorfik topluluk; bazik metamorfik kayalar, metaultrabazikler, glokofanlı şistler, mermer kalkşist ve metasedimentlerden oluşmakta ve üstte Permiyen yaşlı, detritik seri ile örtülmektedir. Permiyen kırıntılıları üstte doğru karbonatlara geçmektedir. Yazar bölgede farklı Triyas birimlerinin bulunduğunu ve bunların sırasıyla Avdancık formasyonu (Alt- Orta Triyas). Abadiye formasyonu (Alt – Orta Triyas). Abadiye formasyonu içinde Asarlık kireçtaşı üyesi (Alt –Orta Triyas) ve Iğdır formasyonu (Üst Triyas) ile temsil edildiklerini belirtmiş, bu birimleri Karakaya grubu olarak değerlendirmiş ve tümünün bir rift ortamında gelişmiş olduğu görüşünü benimsemiştir.

[9] Karakaya Kompleksinin genel özelliği olan bandlı mermer ve kalkşist-metabazik aralanmasından oluştuğunu belirtmiştir. Yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olan metabazitler, klorit + albit + aktinolit + barroisit + epidot + sphene + relik agat mineralleri içermektedir. Nilüfer vadisi boyunca kırılma tipte bir deformeşyondan bahsedilmekte, Karakaya Karmaşığı içindeki kireçtaşı bloklarının büyük bir kısmı mi yoksa olistolit mi olduğuna karar vermenin çoğu zaman güç olduğuna değinilmektedir. Karakaya Kompleksinin metabazitleri üzerine Üst Jura- Alt Kretase kireçtaşları uyumsuz olarak gelmektedir. Sınırı çok iyi görülmemekle birlikte Alt Jura'nın kumtaşları ve konglomeraları; metamorfik ve granitik kayalar parçaları, sipilit ve Permiyen kireçtaşları içerirler. Mesozoyik yaşlı neritik kireçtaşlarında kırmızı alg, mollusk, ekinid, milliolidea ve textularia'lara rastlanıldığından söz edilmektedir.

[10] Kuzeybatı Anadolu'nun Kuzey Anadolu Fay Zonu güneyinde Edremit-Bursa-Bilecik – Muduru – Nallıhan –Beypazarı –Gerede –Çerkeş hattı boyunca yüzeyleyen ve Rosso Ammonitiko'lu düzeyler içeren Jura – Erken Kretase yaşlı birimleri revizyona tabi tutarak 4 stratigrafik istif altında toplamışlardır. Araştırmacılar Liyas yaşlı Bayırköy

formasyonu içinde Söğüt ve Trafo üyelerini ayırt etmişler, Bilecik kireçtaşını grup aşamasına yükselterek içinde alttan üste doğru Taşçıbayırı formasyonu ve Güngören kireçtaşını ayırmışlardır. Ayrıca, Taşçıbayırı formasyonu içinde Taşçidere, Çaldağ ve Dümenkırı üyeleri tanımlanmıştır. Yazarlar Bayırköy formasyonu ile Bilecik grubunun arasında uyumsuz bir dokanak ilişkisi olduğunu ve Bilecik grubunun yaşının Kalloviyen'den başlayarak Aspiyen'e kadar devam ettiğini de ayrıntılı fosil deskripsiyonları ile ortaya koymuşlardır.

[11] Gelibolu ve Biga Yarımadası'ndan Bandırma –Manyas hattına kadar olan alanın jeolojik özelliklerini inceleyerek Tersiyer öncesi 4 tektonik zon ayırt etmişlerdir. Bu zonları oluşturan Gelibolu, Ezine, Ayvacık-Karabiga ve Sakarya zonlarından Gelibolu Zonu, Geç Kretase –Paleosen yaşlı bir ofiyolitli yığışım prizması özelliğindedir. Ezine Zonu ise kıtasal kökenli kayalardan oluşmakta, Tabanda Permo-Karbonifer yaşlı ve yeşilşist fasiyesinde bir metamorfik istif ile üstte bu birimi üzerlemiş konumdaki ofiyolitlerle temsil edilmektedir. Ayvacık-Karabiga Zonu bir ofiyolitik melanj karakterindedir. Bu zon; başlıca Kazdağ grubu, bunu tektonik olarak üzerleyen Karakaya Kompleksi birimleri ve Triyas sonrası çökellerden oluşmaktadır. Yazarlar Karakaya Kompleksini, benzer yaşta olan fakat değişik tektonik ortamları yansıtan 4 tektonostratigrafik birime ayırmışlardır. Bunlar; Nilüfer birimi, Hodul birimi, Orhanlar grovağı ve Çal birimidir. Nilüfer birimi, yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş metatüflerden ve bunlarla aralanmalı mermer ve fillatlardan oluşmaktadır. Karakaya Kompleksinin en alt tektonik birimini oluşturan Nilüfer birimi, magmatik yay ve yay içi – yay önü niteliğindedir. Bu birimde yapılan çalışmalarda fosile rastlanmamakla birlikte rejyonel tektonik yorumlar sonucu “Triyas” yaşı uygun bulunmuştur.

[12] İznik – İnegöl (Bursa) arasındaki tektonik birliklerin jeolojik ve petrolojik incelemesi konulu çalışmada; bölgede Liyas öncesi yaşlı temel kayaların, yapısal olarak üst üste duran iki tektonik dilimden oluştuğunu belirtmiştir. Altta bulunan Yenişehir Metamorfik Topluluğu (Nilüfer birimi); Triyas yaşlı, çok evreli metamorfizmaya uğramış bazik lav, tüf, derin denizel çökelleri ve bunların içinde yer alan metamorfik bir ofiyolit dilimi ile temsil edilmektedir. Üstte metamorfik dilim (Yazılı Metamorfiti), Paleozoyik yaşlı sleyt – fillat, şist topluluğu ve bunları kesen Karbonifer yaşlı post tektonik granitlerden oluşmaktadır. Yazılı Metamorfiti üzerine, Permian'de sığ denizel kireçtaşlarının egemen olduğu bir istif gelişmiştir. Kısa ömürlü

olan bu havzanın taban ve tavan kesimlerinde kireçtaşı bloklular egemen olmuştur. Yakın istifsel benzerliği nedeniyle Yenişehir Metamorfik Topluluğu (Nilüfer birimi) bu havzanın metamorfizmaya uğramış bir kesimi olarak değerlendirilmiş ve petrolojik özellikleri ile kayaç analizleri bu birimin okyanusal toleyit ve okyanus adaşı ürünü olarak geliştiğini göstermiştir. Bu tektonik mozayığın üzerine, Liyas'da (Bayırköy formasyonu) kırıntılı çökelimi, Orta Jura- Alt Kretase'de ise platform karbonatları ve Alt Kretase yaşlı paleojik karbonatlar gelmektedir. Yazar, bu verilerden hareketle bölgede pasif bir kıta oluşumundan ve Alt Eosen'in sonuna kadar kesintili olarak devam eden bir çökel istif gelişiminden bahsetmektedir.

BÖLÜM 2

2 MATERYAL METOT

2005-2006 yılları arasında Bursa ili sınırları içerisinde yer alan İstanbul- Bursa-Balıkesir-İzmir otoyolu km 100+00 ile 107+600 arasında kalan kesim üzerinde sürdürülen bu çalışma; büro çalışmaları, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür.

2.1 Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarına 2005 yılı başından itibaren araştırma konusu ile ilgili literatür derlemeleriyle başlanmıştır. Yapılan gözlem ve deneylerden elde edilen tüm veriler, bilgisayar ortamına aktarılarak, çalışma konusu hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

2.2 Arazi Çalışmaları

2005 ve 2006 yıllarında sürdürülen arazi çalışmaları; temel zeminin incelenmesi, yarma ve dolguların şev ve temellerinin incelenmesi, üst yapının incelenmesi gibi başlıklar halinde sürdürülmüştür.

2.2.1 Temel zeminin incelenmesi

Otoyollarda yol güzergahı boyunca ilk önce araştırma çukurları ve sondajlar yapılır. Bu araştırma çukurları ve sondajların verileri kullanılarak jeoteknik raporlar hazırlanır ve bu rapora göre zeminde yapılacak uygulamalar ve iyileştirmeler belirlenir [13].

Temel zeminin incelenmesi yolun ömrü açısından oldukça önemlidir, ileride yolda herhangi bir çökme veya oturma oluşmaması için temel zeminin incelenip ona göre bir değerlendirme yapılması gerekmektedir, uygun olmayan zeminlerde bu örtü malzeme kaldırılarak yerine taş dolgu veya ariyet malzemesi ile iyileştirme yapılır [13].

İncelenen otoyol güzergahında bölgenin ayrıntılı temel jeolojisinin belirlenmesi için sondajlar (S1, S2, S3, S4) ve Araştırma çukurları (AÇ1, AÇ2, AÇ3, AÇ4, AÇ5)

açılmıştır. Bunlardan elde edilen verilerden önemli bir veri tabanı oluşturulmuştur. Sondaj verileri (Çizelge 2.1), araştırma çukuru verileri (Çizelge 2.2) de verilmiştir.

İnceleme alanı içerisinde Y1, Y2 ve Y3 yarmalarının her birinden beşer numune (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, N14, N15) alınmıştır. Bu örnekler üzerinde T.S 1900'e uyularak gerekli deneyler likit limit (TS 1900, AASHTO T-89), plastisite indeksi (TS 1900, AASHTO T-90), maksimum kuru birim ağırlık (Standart proktor TS 1900, AASHTO T-99) yapılmış ve deney sonuçlarından elde edilen bilgiler, Türkiye Cumhuriyeti Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Fenni Şartnamesi, 14. kısım dolgu malzemesi kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.1 Çalışma alanında açılan sondajlara ait jeoteknik veriler

Sondaj No	X (Yatay)	Y (Düşey)	YüzeY Kotu (m)	Litoloji	Tanım (m)
S1	396.318	4446417	123,4	Rezidüel Zemin	Açık bej, orta katı-katı, az-orta pla
S1	397.318	445 6417	123,4	Kiltaşı-Silttaşı	Kırmızımsı kahve kumlu yer yer z dönüşmüş zayıf çimentolu, düzlem sıvalı eklem yüzü
S1	398.318	446 6417	123,4	Marn	Açık bej, az ayrılmış, orta dirençli düzgün pürüzlü
S2	445 7087	396 466	143,5	Bitkisel Toprak	
S2	446 7087	397 466	143,5	Kil	Yeşil, yüksek-orta plastisiteli, sert
S2	447 7087	398 466	143,5	Kiltaşı-Silttaşı- Marn ardalanması	Üst seviyelerde yeşil, açık bej, ince değişik litolojiler 3-60 cm. kalstıklı çimentolu, yer yer zemin kaya öze
S3	445 7336	395 744	152,3	Marn	Açık bej, ince tabakalı, silttaşı, kilt (5-10 cm kalınlıkta), az kil sıvalı e düzlemsel yüzü
S3	446 7336	396 744	152,3	Marn	Açık bej, ince tabakalı, dağılgan ö
S4	445 8153	397 238	133,35	Bitkisel Toprak	
S4	446 8153	398 238	133,35	Kiltaşı,Kumtaşı- Silttaşı Ardalanması	Koyu gri renkli, orta taneli, kumta zayıf çimentolu, yer yer yüksek ay dirençli, düzlemsel eklem yüzü
S4	447 8153	399 238	133,35	Marn	Bej renkli, ince-orta az belirgin tab düzlemsel
S4	448 8153	400 238	133,35	Kumtaşı	Koyu gri renkli, zayıf çimentolu, o pürüzlü düzlemsel
S4	449 8153	401 238	133,35	Kiltaşı-Silttaşı ardalanması	Koyu gri renkli, düzgün düzlemsel kumlu marn ardanmalı, orta direnç zayıf çimentolu

Çizelge 2.2 Çalışma alanında açılan araştırma çukurlarına ait jeoteknik veriler

Çukur No	X (Yatay)	Y (Düşey)	Çukur Derinliği (m)	Litoloji	Tanım
AÇ1	396 477	448 7138	2,0	Bitkisel Toprak	
AÇ 1	396 477	445 7138	2,0	Siltli Kil	Açık kahve, yüksek pla
AÇ 2	396 700	445 7249	2,9	Bitkisel Toprak	
AÇ 2	396 700	445 7249	2,9	Siltli Kil	Koyu kahve, yüksek p
AÇ 3	397 148	445 7895	2,1	Bitkisel Toprak	
AÇ 3	397 148	445 7895	2,1	Siltli Kumlu Kil	Açık kahve- bej, düşük p nemli-k
AÇ 4	397 112	445 8033	2,0	Bitkisel Toprak	

AÇ 4	397 112	445 8033	2,0	Siltli Kumlu Kil	Kahve- bej, düşük pla nemli- l
AÇ 5	397 454	445 8170	2.3	Bitkisel Toprak	
AÇ 5	397 454	445 8170	2,3	Kumlu Kil	Açık kahve, orta plast

2.2.2 Yarma Şevi ve temelinin incelenmesi

2.2.2.1 Yarma şevi

Otoyollarda yarma aşaması topografik yapı nedeniyle çok sık rastlanılan bir durumdur. Yarmanın yapımı sırasında büyük özen gösterilmelidir. Çoğu zaman litolojiye bağlı olmakla birlikte, 8-10 m yüksekliğindeki yarmalarda üç yatay iki düşey şev önerilir. Bu şevler zeminin durumuna göre yatırılabılır veya dikleştirilebilir. 10 m'den fazla olan yarmalarda stabilite analizi yapılmalıdır. Bu amaçla sondajlar ve laboratuvar deneyleri yapılır. Bunların sonucuna göre uygun şev eğimi verilir (Fotoğraf 2.1). Şev stabilitesini etkileyen en önemli faktör su durumudur. Bu nedenle, yüzey ve yeraltı suyu araştırması ayrıntılı olarak yapılmalı ve gereken alanlarda drenaj önlemleri alınmalıdır [14].

Şev stabilitesini arttırmak için başlıca iki yöntem vardır [14]. Bunlar;

- a) Zemindeki kayma gerilmelerinin azaltılması :
 - Şev yatırılır,
 - Eğer stabiliteyi arttıran kütle miktarı küçük ise şev, istinat duvarı veya diğer tutucu yapı ile desteklenir.
 - Yüzey suyunun çatlaklardan zemin içerisine girmesini ve basınç artışına neden olarak stabiliteyi azaltmasını önlemek için kafa hendekleri ve yüzeysel drenaj yapılır.
- b) Zeminin kayma mukavemetinin arttırılması :
 - Yeraltı suyu drenajı uygulanır.
 - Zemin ıslah yöntemleri uygulanır.



Fotoğraf 2.1 Km 104+360 yarma şevinden bir görünüş

2.2.2.2 Yarma tabanı

Otoyollarda yolun geçeceği güzergahın üzerinde bulunan yarmalar çeşitli yöntemlerle yol koduna kadar indirilir. Daha sonra tabandaki malzemenin cinsine göre yol kodundan da aşağıya inilerek bu kazılan kısma seçilmiş malzeme konularak sıkıştırması yapılır. Bu sayede yol üst yapısı da yapıldıktan sonra burada oluşabilecek oturmalar önlenmiş olur [14].

Otoyol güzergahının bazı kesimlerinde 30 cm yol kodundan aşağı kazılarak buraya seçilmiş iyi malzeme konulmuştur.

2.2.3 Dolgu sevi ve temelinin incelenmesi

2.2.3.1 Dolgu Şevi

Doğru dizayn edilen ve şartnameye uygun malzeme kullanılarak yapılan yol dolguları uygun şevlerle olmalı ve fazla miktarda oturma göstermemelidir. Dolgu yüksekliği 10-12 m'den az olursa stabilite analizi yapmaya gerek yoktur. Dolgu şevleri, deneyimlerden de hareketle çoğu zaman 3Y:2D ve nadiren de 2Y:1D olacak şekilde tasarlanır [14].

Eğer dolgu yüksekliği 10-12 m'den fazla olması durumunda yada dolgu su altında kalması durumunda, dolgunun stabilite analizi yapılmalı ve yapımında dikkatli olunmalıdır. Böyle dolgularda şevler şöyledir [15];

- a) Malzemenin kohezyonlu olduğu dolgulardaki şevler;
 - $10\text{ m} < H < 12\text{ m}$ ise, 2 yatay 1 düşey
 - $20\text{ m} < H < 30\text{ m}$ ise 3 yatay 1 düşey, ayrıca bu dolgularda modifiye proktor yoğunluğunun %95 olması gerekir.
 - 30 m den büyük dolgularda ise palyelendirme yapılmalıdır.
- b) Malzemenin granüler olduğu dolgularda şevler;
 - $H < 20\text{ m}$ ise, 3 yatay 2 düşey
 - $20\text{ m} < H < 30\text{ m}$ ise, 3.5 yatay 2 düşey,
 - $H < 30\text{ m}$ ise, 3 yatay 1 düşey şev kullanılabilir. Ancak temel zemin problemleri için stabilite analizleri gereklidir. Su altı dolgular için şevler, 4 yatay 1 düşeye kadar düşürülebilir.
 -

2.2.3.2 Dolgu temelinin incelenmesi

Diğer yapılarda olduğu gibi dolgularda da sağlam temele ihtiyaç vardır. Dolgularda da yarmalarda olduğu gibi yapım aşamasında ve sonrasında bazı problemler oluşabilir [16]. Bunlar;

1) Dolgunun taşıma gücü zayıf bir zemine oturması durumunda:

Temel zeminin organik madde veya yumuşak kilden oluşması durumunda, dolgunun ağırlığıyla temel zeminde konsolidasyona bağlı olarak oturma meydana gelir ya da ağırlık altında toptan göçme olur. Bunun sonucu olarak zeminde ani oturma olur ve dolgu eteği ötesinde kabarma meydana gelebilir.

Eğer zayıf tabaka kalınlığı dolgu yüksekliğinin yarısından fazla ise ($H > B/2$), taşıma gücü kapasitesi belirlenebilir. Aksi durumda stabilite analizi yapmak gerekir. Eğer temel zemini dolgu yükünü taşıyamaz ise aşağıdaki önlemlerin alınması gerekebilir. Bu önlemler başlıca [15] ;

- a) Hafif bir dolgu malzemesi kullanmak
- b) Dolgu yüksekliğini azaltmak
- c) Şev eteği dibinde kum ve çakıldan destek yapmak
- d) Normal konsolide killerde yavaş inşaat yaparak zemini konsolidasyona bırakmak ve dolayısıyla zemin sıkılaşmasını sağlamak
- e) Düşey kum drenleri uygulamak
- f) Tabana 0.50-1.00 m kalınlığında granüler malzeme sererek, dolgu yükünü zemine üniform olarak yaymak olarak düşünülebilir.

Eğer temel zemininin kalınlığı, dolgu yüksekliğine göre büyük değilse aşağıdaki önlemler alınmalıdır. Bunlar ise [15] ;

- a) Eğer zayıf zemin kalınlığı 1.50-3.00 m ise bu tabaka tamamen sıyrılır,
- b) Eğer zayıf zemin kalınlığı 3.00-6.00 m arasında ise, dolgu ağırlığının etkisi ile bu zemin yanlara doğru ötelenir. Bu amaç için dolgunun üstüne fazladan dolgu yapılarak (sürşarj) temel zemindeki oturmaların hızlanması sağlanır. İstenilen oturmalara ulaşıldıktan sonra ilave dolgu geri alınır.

2) Dolgunun yamaca oturması durumu

Eğimli arazilerde oluşan en büyük problem, dolgunun eğimli arazinin zemini ile beraber aşağı doğru kaymasıdır. Yamaçtaki zayıf ve gevşek zemin ve yamacın üstünden gelen su kaymaya neden olur. Bunlar için alınacak önlemler şunlardır:

- a) Eğer sağlam zeminin derinliği 4-5 m'yi geçmiyorsa, yamacın üstünden gelen yeraltı suları drenaj hendekleri ile durdurulmalı ve drene edilmelidir. Böylece zeminin kayma mukavemeti artırılır ve sağlam zeminin üst yüzeyinin kaygan hale gelmesi engellenir.
- b) Yamaçtaki bitkisel toprak kazılarak atılır.
- c) Eğimli arazinin zeminine ait özellikler, deneylerle belirlenir. Stabilitate analizleri yapılır.
- d) Eğer sağlam ve geçirimsiz tabaka derinliği her tarafta fazla ise ve hendek dren uygulaması ekonomik değilse, stabilizasyon hendeği yapılır.
- e) Eğer sağlam zemin tabakası çok derinlere ulaşıyor ve hendek dren uygulaması ekonomik olmuyorsa, eğimli arazinin üst kısımları araştırılır ve yüzey suyu burada durdurulur.

2.2.3.3 Dolguda kullanılacak malzemenin özellikleri

Uygun şartlarda planlanmış ve inşa edilmiş bir yol dolgusu büyük ölçüde oturma yapmamalı ve şevleri stabil olmalıdır (Fotoğraf 2.2). Bu özellikleri sağlamak için en önemli unsur dolgu malzemesinin seçimi ile dolgunun yoğun ve stabil bir kitle haline gelinceye kadar olan kompaksiyondur.

Ülkemizde yapılmakta olan yolların standartlarını ve kalite kriterlerini belirleyen kuruluş olan Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından bu kriterler açıklanmıştır. Projenin konusu olan yarmalardan elde edilen malzemenin dolguda kullanılabilirliğinin incelenmesinde de, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Fenni Şartnamesi 14. Kısım dolgu malzemesi kriterleri referans alınarak değerlendirilmiştir.

Bu kriterlere göre, dolgu yapımında kullanılacak malzeme içerisinde [15];

- a) Bitkisel toprak,
- b) Ağaç, çalı, kök ve benzeri organik maddeler,
- c) Kömür, kömür tozu dahil içten yanması söz konusu olan malzeme,
- d) Bataklık veya suyla doymuş hale gelmiş killi marnlı zeminler,
- e) Süprüntü, enkaz gibi atık maddeler,
- f) Suyla kolayca ufalanarak oturmaları neden olacak malzeme,

- g) Karlı, buzlu ve donmuş topraklar,
- h) Ağırlıkça %20' den fazla jips bulunmaması gerekmektedir. Bunun yanında dolguda kullanılacak malzemenin yeterliliği bunlarla sınırlı değildir, Aynı zamanda dolgu malzemesi “Çizelge 2.3” te verilen koşulları tam olarak sağlanması gerekmektedir.

Çizelge 2.3 Dolguda kullanılacak malzemenin özellikleri

DENEY ADI	LİMİT DEĞER	STANDART NO
Likit limit (LL)	< 70	TS 1900, AASHTO T-89
Plastisite indeksi (PI)	< 40	TS 1800, AASHTO T-90
Maks. kuru birim ağırlık (Standart Proktor)	> 1,450 t/m ³	TS 1900, AASHTO T-99



Fotoğraf 2.2 Km 103+065 yapılan dolgu çalışmasından bir görünüm

2.2.4 Üst yapının incelenmesi

Trafik yüklerini altyapının taşıyabileceği değere indirmek, altyapıyı korumak ve düzgün bir yuvarlanma yüzeyi sağlamak amacıyla altyapı üzerine yerleştirilen alt temel, temel kaplamasından oluşan, tabakalı yol yapısıdır. İyi oturtulmuş bir zeminin üzerine üst yapının çok sağlam ve titizlikle inşa edilmesi gerekir. Otoyollarda üst yapıyı 2 ana başlıkta ele alabiliriz, bunlar mekanik temel (plentmiks temel ve plentmiks alt temel) ve asfalttır [15].

2.2.4.1 Mekanik yapı

Mekanik malzeme olarak tanımlanan plentmiks temel ve alt temel asfalttan önceki son tabakadır. Dolgunun en son tabakasinda serilen seçilmiş malzemenin yani ariyet malzemesinin üzerine gelir [16].

Temel ve alt temelde kullanılan malzemenin gradasyon limitleri içerisinde sürekli gradasyon verecek şekilde hazırlanan malzemenin su ile karıştırılarak, ince tesviyesi tamamlanmış dolgu veya yarmadan oluşan taban üzerine bir veya birden fazla tabakalar halinde, projesinde belirtilen plan, profil ve en kesitlere uygun olarak serilip sıkıştırılması ile oluşturulan tabakadır [16] (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 Temel ve alt temelde kullanılan malzemenin gradasyon limitleri

ELEK AÇIKLIĞI		% GEÇEN
mm	inç	
75	3	100
37,5	1 ½	85-100
9,5	3/8	45-100
4,75	No.4	25-85
0,425	No.40	7-40
0,075	No.200	0-12

Alt temel için tabaka kalınlığı 20 cm yi geçmemelidir. Ancak sıkıştırma makinelerinin kapasitelerinin yüksek olması durumunda, tabaka kalınlığı deneylere dayanarak ve

kontrol mühendisinin onayı ile 30 cm ye kadar arttırılabilir. Kalınlık fazlalığı nedeniyle alt temel birden fazla tabaka halinde serilirse tabaka kalınlıkları birbirine eşit olacaktır. Plentmiks temelde de tabaka kalınlığı 20 cm'dir. Genelde mekanik malzeme 22 cm'lik iki tabaka halinde serilmektedir (Fotoğraf 2.3).



Fotoğraf 2.3 Km 106+00 Mekanik tabakanın serilme aşamasından bir görünüm

2.2.4.2 Asfalt tabakası

Asfalt, koyu kahverengiden siyaha kadar değişen, kuvvetli bağlayıcı özelliği olan, kıvamlılık bakımından katı, yarı katı ve sıvı halde olabilen, doğal halde bulunan yada ham petrolün arıtılmasından elde edilen ve başlıca hidrokarbonlardan oluşan bir maddedir [16].

Asfalt kökenlerine göre doğal asfaltlar ve yapay asfaltlar olarak ikiye ayrılır.

a) Doğal asfaltlar : Doğada genellikle mineral maddelerle karışmış halde bulunurlar. Kullanılabilir hale getirmek için bir takım işlemlerden geçirmek gerekir. Göl asfaltı, kaya asfaltı bu sınıfa girer.

b) Yapay asfaltlar : Ham petrolün arıtılmasından elde edilirler.

Otoyollar ve çevre yolları yapılırken genellikle asfalt üç tabakada serilir [17].

- Bitümlü temel

- Binder
- Aşınma (Normal aşınma-Modifiye aşınma)'dır.

2.2.4.2.1 Bitümlü temel

Bitümlü temel tabakası plentmiks temelin üstüne gelen asfaltın ilk tabakasıdır.Bu tabaka binder ve aşınmaya göre daha kalın agrega içerir. Eğer dökülen bitümlü temel kalın isteniyorsa iki tabaka halinde dökülmektedir (Fotoğraf 2.4) [16].

Bu tabakada kullanılan agregalar şunlardır;

1 ½"-3/4"

1"-3/4"

¾"-No 4

No4-0'dır.



Fotoğraf 2.4 Km 105+070 kesiminde bitümlü temel tabakasının serilmesi ve sıkıştırması işlemlerinin görünümü

2.2.4.2.2 Binder tabakası

Binder tabakası bitümlü temel tabakasının üstüne serilen tabakadır. Bitümlü temel tabakasına göre gradasyon olarak daha ince agregalardan oluşan bir tabakadır. Tek tabaka halinde serilir [16] (Fotoğraf 2.5).

Kullanılan agregalar şunlardır ;

1"-3/4"

3/4"-No 4

No 4 – 0'dır.



Fotoğraf 2.5 Km 106+00 kesiminde binder tabakasının serilmesi ve sıkıştırılması

2.2.4.2.3 Aşınma tabakası

Aşınma tabakası, yolun en son yani en üst tabakasıdır. Otoyollarda genellikle modifiye aşınma kullanılmaktadır. Tabaka kalınlığı, diğer tabakalara göre daha incedir ve gradasyonu da oldukça incedir. Yolun son tabakası olduğu için daha pürüzsüz olmalıdır [16] (Fotoğraf 2.6).

Aşınma tabakasında kullanılan agrega boyutları ise ;

3/4''-3/8''

3/8''-No 4

No 4- 0'dır.



Fotoğraf 2.6 Km 104+050 kesiminde aşınma tabakasının yapımı

2.2.4.2.4 Sıcak bitümlü karışımların üretimi

Karışım oranlarının saptanmasından sonra sıcak bitümlü karışımlar asfalt plantlerinde üretilir. Asfalt plantleri çok karmaşık bir yapıya sahiptir. 3 tip asfalt planti vardır [18].

- Harman Karışım (Batch-Mix),
- Sürekli Karışım (Continues-Mix),
- Kazan Karışım (Durum-Mix),

olup en iyi sonuç, harman karışım plantlerinde alınmaktadır.

2.2.4.2.5 Karışımın yola serilmesi

Plentte hazırlanan sıcak karışım yola serilmeden önce aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

- İnce reglaj,
- Süpürme,
- Astar ve yapıştırma tabakası

Yola serim esnasında kamyonlarla finişere taşınan bitümlü sıcak karışımın sıcaklığının, 110 °C nin altına düşmemesi gerekir. Aksi takdirde sıkıştırmada sorunlar çıkarabilir. Asfalt serim aleti olan finişerler de kalınlık ve eğim duyargaları bulunmaktadır. Yol boyunca çelik halatlar gerilir ve topograflar tarafından kotlandırılır. Duyarganın ayağı gerilen çelik şerit üzerinde yürütülür, böylece istenen kotta asfalt dökülmüş olmaktadır [18].

2.2.4.2.6 Karışımın sıkıştırılması

Yol inşaatında üst yapı ve dolgu işlerinin her aşamasına sıkıştırma işlemi en önemli unsur olarak yer almaktadır. Bu nedenle, sıkıştırma işleminde gereken önem gösterilmelidir [17].

Asfalt karışımlarında sıkıştırmaya etki eden hususlar şunlardır [17];

- * Asfalt çimentosunun viskozitesi,
- * Karışımın ısısı,
- * Finişerlerin arkasında serilen karışımın soğuma hızı,
- * Sıkıştırma ekipman tipi, hızı ve sayısı,
- * Sıkıştırılan tabakanın kalınlığı,
- * Agreganın cinsi, gradasyonu ve filler miktarı
- * Karışım asfalt yüzdesi'dir,

Görüldüğü gibi sıkıştırma çok karmaşık bir işlemdir. Bu nedenle sıkıştırma işlemine başlamadan önce kesinlikle bir deneme kesiminden başlanmalı, karışımın, sıkıştırma ekipmanı ile geçiş sayısı-yoğunluk ilişkisi saptanmalıdır.

2.3 Laboratuvar Çalışmaları

Deneyisel çalışmalar, araziden standartlara uygun alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilmiş ve bu örnekler üzerinde yapılan inceleme ve analiz sonuçları uygun sınıflama ve standartlar kullanılarak yorumlanmıştır.

Bu çalışmada yapılan laboratuvar deneyleri; toprak deneyleri ve asfalt deneyleri olmak üzere iki ayrı başlık altında incelenmiştir.

2.3.1 Toprak deneyleri

Toprak deneyleri malzemenin cinsini belirlemek ve yarmadan çıkan malzemenin dolguda kullanılabilirliğini tespit etmek için yapılmaktadır.

Zeminler, deney amaçlarına göre aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır,

İnce Daneli : İçindeki danelerin en az % 90'ı 2 mm'lik elekten geçen zeminler,

Orta Daneli : İçindeki danelerin en az % 90'ı 20 mm'lik elekten geçen zeminler,

İri Daneli : İçindeki danelerin en az %90'ı 40 mm'lik elekten geçen zeminlerdir.

Yukarıdaki tanımlar göz önünde tutularak yapılacak bir gruplandırmada herhangi bir zemin özelliklerini sağladığı en ince daneli gruba sokulmalıdır. Alınan numuneyi istenilen miktara indirmek için standartlarda belirtilen “çeyrekleme” veya “yarılama” metoduyla azaltılarak, numunenin kullanılacağı deney türünün standartlarına uygun şekilde deney yapılana kadar saklanır. Numunenin geri kalanı gerekirse açıkta veya etüvde kurutularak ufalanabilecek duruma getirilir. Bu işlem 50 °C yi aşmayan bir sıcaklıkta yapılmalıdır. Daha sonra yapılacak deney sonuçlarına bir etkisi olmayacağı biliniyorsa zemin 105°C - 110 °C sıcaklıklı etüvde kurutulabilir. Kurutulan numunenin içindeki topraklar, daneleri parçalamadan ufalanır. Ufalama işlemi sırasında, zemin danelerinin parçalanmasına özenildiği kadar, toprakların, numune 2,5 mm' lik elekten geçirildiğinde elekte sadece tek tek daneler kalacak biçimde ufalanmasına da özen gösterilmelidir [13].

2.3.1.1 Su muhtevası belirlenmesi

Bu deney, zemindeki su miktarını belirlemekte ve zeminin kuru ağırlığının yüzdesi olarak tanımlanmaktadır. Deneyde kullanılacak minimum numune miktarı 30 g'dır [13].

Yapılan çalışmada bu deneye ait bir örnek veri Ek-1'de verilmiştir.

2.3.1.1.1 Deneyin yapılışı

- 1) Kap iyice temizlenir, kurutulur ve 0,01 g duyarlılıkta tartılır (W1). En az 30 g zemin numunesi ufalanır, kabın içine gevşek olarak konur ve kapak kapatılır. Kap, içindeki numune ile birlikte tartılır (W2).
- 2) Kapağı açılan kap, kapağı ve içindeki numune ile birlikte bir etüve konularak 105 °C-110 °C de kurutulur. Gerekli kurutma süresi zeminin türüne ve numune miktarına bağlı olarak değişir. 4 saat arayla elde edilen soğutulmuş numune ağırlığındaki değişim, numune başlangıç ağırlığının %0,01'ini aşmıyorsa, numune değişmez kütleyle erişmiş sayılır. Numune etüvde bulunduğu sürece, kapak kapatılmamalıdır.
- 3) Numune kuruduktan sonra kap, içindeki numune ile birlikte kapağı, kapatılmadan soğumak üzere desikatöre konur.
- 4) Kapağı kapatılan kap, İçindeki numune ile birlikte 0,01 hassasiyetle tartılır (W3).

2.3.1.1.2 Hesaplama

Zeminin su muhtevası (w) kuru zemin ağırlığının yüzdesi olarak aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$w = \frac{W2-W3}{W3-W1} \times 100(\%)$$

Burada;

W1 : Kap ağırlığı

W2 : Kap +yaş numune ağırlığı

W3 : Kap + kuru numune ağırlığıdır.

2.3.1.1.3 Değerlendirme

% 10'a kadar olan su muhtevası (w) değerleri 0,1 yakınlıkla; %10'dan yüksek olan su muhtevası değerleri ise en yakın tam sayıya yuvarlatılarak verilir.

2.3.1.2 Likit limit

Bu deney, açıkta kurutulmuş zeminin likit limitinin bulunması ile ilgili olup, doğal durumlarındaki numunelere de uygulanabilir. Deneyde kullanılacak minimum numune miktarı 200 g'dır [13]. İnceleme alanına ait zeminlerde yapılan likit limit deneyine ait bir örnek Ek-1'de verilmiştir.

2.3.1.2.1 Deneyin yapılışı

- 1) Örselenmiş numunelerin deneye hazırlanması metoduna uygun olarak elde edilmiş olup 400 mikronluk elekten geçen malzemelerden en az 200 g ağırlığında bir numune alınır. Zeminin 400 mikronluk elekten geçen yüzdesi kaydedilir. Numune cam plakanın üstüne konur, saf su katılarak, pek ve homojen bir hamur durumuna gelene kadar, palet bıçağıyla iyice karıştırılır. Sonra bu karışım, suyun numunenin her yanına işlenmesini sağlamak amacıyla, hava geçirmez bir kap içerisinde 24 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilir.
- 2) Numune kaptan çıkarılır ve en az 10 dakika süreyle yeniden karıştırılır. Kimi zeminlerde güvenilebilir sonuçlar alınabilmesi için deneye başlamadan önce numunenin 40 dakikaya kadar uzayabilen bir süre boyunca sürekli olarak karıştırılması gerekebilir. Elde edilen zemin – su karışımından bir miktar alınarak likit limit cihazının kabı içine konur (bu sırada kap tabana oturuyor olmalıdır), yüzeyi tabana paralel olarak düzlenir ve oluk açma bıçağı, menteşenin ortasından geçen çap boyunca kap içinde hareket ettirilerek, numune ikiye bölünür. Bıçağın hareketi sırasında bıçak, kap yüzeyine dik tutulmalı, bıçağın şevli yüzü hareket yönüne bakmalıdır. Böylece numunenin ortasında “V” kesitli bir oluk açılmış olur. Krank kolu saniyede 2 devirlik bir hızla çevrilerek ,iki kalan zemin ,oluğun dip kısmında 13 mm boyunca birbirine değene kadar, kap kaldırılıp düşürülür. Değmenin sağlandığı kesimin uzunluğu, oluk açma bıçağının ucuyla veya bir cetvelle ölçülür. Oluktaki bu kapanmayı sağlayan düşüş sayısı kaydedilir. Bazı zeminlerde oluk, zemindeki akma yoluyla kapanacağına, zeminin kap yüzeyi boyunca kayması yoluyla kapanma eğilimindedir. Bu gibi durumlarda, elde edilen sonuca güvenilmemeli ve zeminde akma görülene değin deney tekrarlanmalıdır. Birkaç kez su eklenmesine karşı kayma oluyorsa, deneyin yapımı olanaksız demektir ve deney raporunda likit limitin ölçülemediği belirtilmelidir.

- 3) Oluğun kapanmış olan kesiminin çevresinden, palet bıçağıyla alınan yaklaşık olarak 10 g ağırlığında bir numune, deney kabına konur ve su- muhtevası ölçülür.
- 4) Aynı numune kullanılarak ve su muhtevası gittikçe arttırılarak, işlemler toplam olarak en az beş defa uygulanır. Seçilen başlangıç su ve deney sırasında eklenecek su miktarları, elde edilen düşüş sayılarının 10 ile 50 arasında eşit aralıklarla dağılmasını sağlayacak biçimde ayarlanmalıdır. Deney, kesinlikle numunenin su muhtevası arttırılarak yürütülmelidir. numunenin, su eklemek amacıyla likit limit kabından her çıkarılışında, kap ve oluk açma bıçağı yıkanıp kurutulmalıdır.
- 5) Yukarıda anlatılan işlemler sırasında, çabuk kurumayı önlemek amacıyla cam plaka üzerindeki numune porselen bir pota veya yaş bir bezle örtülmelidir.

2.3.1.2.2 Hesaplama

Her denemede elde edilen su muhtevasına karşı düşüş sayısı, yarı logaritmik bir grafik kağıdı üzerine işaretlenir. Bu işlem için, su muhtevası değerleri aritmetik orijinal eksen boyunca, düşüş sayısı ise logaritmik olarak apsis eksenini boyunca ölçülmelidir. Elde edilen noktalara en uygun doğru çizilir. Elde edilen "akış doğrusu" üzerinde 25 düşüş karşısındaki su muhtevası zeminin likit limitini verir [13].

2.3.1.2.3 Değerlendirme

Zeminin likit limiti (WL) en yakın tamsayıya yuvarlatılarak verilir. Ana malzemenin 400 mikronluk elekten geçen yüzdesi kaydedilir. Ayrıca numunenin deneyden önceki durumu, örneğin, "doğal", "Odada tutulmuş" veya "Kurutma metodu bilinmiyor" biçiminde kaydedilmelidir. Deneyde uygulanan metodun da belirtilmesi gerekir.

2.3.1.3 Plastik limit

Bu deney, zeminin henüz plastik kıvamda bulunduğu en düşük su muhtevasının ölçülmesi ile ilgilidir. Deneyde kullanılacak minimum numune miktarı 20 g'dır [13].

Yapılan çalışmada zemine ait plastik limit deney verilerinden bir örnek Ek-1'de verilmiştir.

2.3.1.3.1 Deneyin Yapılışı

- 1) Örselenmiş numunelerin deneye hazırlanması metoduna uygun olarak elde edilmiş olup 400 mikronluk elekten geçen malzemedan 20 g dolayında bir numune alınır. Zeminin 400 mikronluk elekten geçen yüzdesi kaydedilir. Açıkta kurutulmuş zemin, homojen bir duruma gelene ve küçük bir top biçimini alabilecek kadar plastik olana kadar, cam plaka üzerinde, saf su ile iyice karıştırılıp yoğrulur. Böylece hazırlanmış numune yaklaşık olarak iki eşit parçaya bölünür. Bunlara top şekli verildikten sonra biri deneye tabi tutulur. Diğeri ise daha sonra denemek üzere paslanmaz hava geçirmez bir kaba konur.
- 2) Küre şeklindeki numune, silindirik bir makarna şeklini alana değin, cam plaka ile el ayası arasında yuvarlanır. Numunenin çapı 3 mm' ye düştüğü anda çatlama ve kopma belirmemişse zemin tekrar toprak haline yoğrulur ve yeniden yumrulandır. Çapın tam 3 mm' ye indiği anda, yuvarlanan zeminde çatlayıp dağılmalar görülene değin bu işlem sürdürülür. Metal çubuk, çapın doğru olarak belirlenmesinde bir karşılaştırma ölçeği olarak kullanılabilir.
- 3) Dağılan numunenin parçaları toplanıp bir numune kabına konur ve su muhtevası ölçülür. Ölçüm için alınan numunenin yaş haldeki ağırlığı en az 5 g olmalıdır.
- 4) Yukarıda yapılan işlemler, başlangıçtaki numunenin ikinci yarısı için tekrarlanır.

2.3.1.3.2 Değerlendirme

- 1) Su muhtevasının ortalaması, zeminin plastik limiti (W_p) olarak kabul edilir ve en yakın tam sayıya yuvarlatılarak verilir. Ana malzemenin 400 mikronluk elekten geçen yüzdesi de kaydedilir. Ayrıca numunenin deneyden önceki

durumu “doğal su muhtevası”, “açıkta kurutulmuş”, “etüvde kurutulmuş” veya “kurutma metodu bilinmiyor” biçiminde kaydedilir.

- 2) Zeminin plastisite indisi bulunmak isteniyorsa likit limit kullanılarak:
 $I_p = WL - W_p$ formülü ile belirlenir.
- 3) Plastik limit ölçülemiyor ya da plastik limit likit limite eşit veya ondan büyük malzeme plastik olmayan zemin olarak kabul edilir.

2.3.1.4 Proktor deneyi

Bu deney, belirli bir metodla sıkıştırılmış zeminde maksimum kuru birim hacim ağırlığı veren su muhtevası civarındaki su muhtevalarında birim hacme sığacak en çok zemin ağırlığının bulunması ile ilgilidir. Deneyde 30,5 cm’ den serbestçe düşen 2,5 Kg’ lık tokmağın salladığı mekanik iş kullanılmaktadır. Deneyde kullanılacak minimum numune miktarı 6 kg dır [13]. Dolgu zemininin sıkışma özelliğine ait özellikleri belirlemeye yönelik yapılan bu deneye ait bir örnek uygulama Ek-1’de verilmiştir.

2.3.1.4.1 Deneyin Yapılışı

- 1) Açıkta kurutulup 20 mm’lik elekten geçirilerek elde edilen zeminden, her biri 2,5 kg ağırlığında beş veya daha çok numune alınır. Numunelerin her biri, maksimum kuru birim hacim ağırlığını veren optimum su muhtevasını içine alan sınırlar arasında olmak üzere, değişik bir miktar su ile iyice karıştırılır.
- 2) Kalıp, taban plakası takılmış olarak 1 g hassasiyetle tartılır (W1). Kalıp, beton döşeme gibi sert bir yüzey üzerine oturtulur ve nemli zemin mümkün olduğu kadar eşit ağırlıkta üç tabaka halinde, her birine 30,5 cm’lik serbest düşüş yapan tokmakla 25 darbe uygulayarak, üst ucuna yakası takılmış kalıbın içine sıkıştırılır. Darbeler her tabaka yüzeyine eşit aralıklarla dağıtılmalıdır. Kullanılan zemin miktarı, kalıbı doldurmaya yetmeli, ancak yaka çıkarıldıktan sonra kesilip atılacak artık zemin yüksekliği 6 mm’yi aşmamalıdır. Yaka çıkarılır ve sıkıştırılmış zemin, çelik cetvelle, kalıbın üst kenarı seviyesinde dikkatle düzlenir. Kalıp ve zemin, 1 g hassasiyetle tartılır (W2).

- 3) Sıkıştırılmış zemin,kalıptan çıkarılıp büyükçe bir metal kaba konur.Bu zeminin tümünü yansıtan bir numune alınarak su muhtevası ölçülür. Her numunenin artan bölümü atılır.

2.3.1.4.2 Hesaplamalar

- 1) Sıkıştırılmış zeminin yaş birim ağırlığı (γ),her numune için aşağıdaki formülle hesaplanır

$$\gamma = \frac{W2 \times W1}{V} \quad (t/m^3)$$

Burada :

W1 : Kalıp ağırlığı (g)

W2 : Kalıp ve sıkıştırılmış zemin ağırlığı (g)

V : Kalıbın iç hacmi (cm³)

- 2) Zeminin kuru birim hacim ağırlığı (γ_k) aşağıdaki formülden hesaplanır

$$\gamma_k = \frac{100 \gamma}{100 W} \quad (t/m^3)$$

Burada :

W = zeminin su muhtevası (%)

- 3) Bir seri deney sonucunda elde edilen kuru birim ağırlık (γ_k) ve bunlara karşılık gelen su muhtevası değerleri, bir grafik kağıdı üzerine işlenir. Elde edilen noktalar arasından düzgün bir eğri çizilir. Bu eğri üzerindeki maksimum değer bulunur. Karşılaştırma amacıyla, aynı grafik üzerine, sıfır, %5 ve %10 hava boşluğu yüzdelerini gösteren eğriler çizilir. Bu eğrilerin elde edilmesinde:

$$\gamma_k = \frac{Va}{\left(1 - \frac{Va}{100}\right) + \frac{W}{100}}$$

formülünden yararlanılır.

Burada;

Va : hava boşluk yüzdesini

Gs : dane özgül ağırlık

2.3.1.4.3 Değerlendirme

- 1) Kuru birim hacim ağırlık-su muhtevası eğrisinden elde edilen maksimum kuru birim ağırlık, (t/m^3) olarak, 0,01 yakınlıkla verilir.
- 2) Kuru birim ağırlık-su muhtevası eğrisinde, maksimum kuru birim ağırlığa karşılık gelen su muhtevası, optimum su muhtevası olarak ve %'ten küçük, değerler için 0,2 yakınlıkla %5 ile %10 arasındaki değerler için için 0,5 yakınlıkla,%10 dan yüksek değerler için de en yakın tam sayıya yuvarlatılarak verilir. 20mm'lik eleğin üstünde kalan malzeme miktarı %1 yakınlıkla verilir.

2.3.2 Asfalt deneyleri

2.3.2.1 Santrifüj yardımı ile bitüm yüzdesi tayini (ekstraksiyon)

Plentten alınan sıcak karışım numunesi veya yoldan alınan biriket halindeki numune etüvde ısıtılarak birbirine yapışmış tanelerin ayrılması sağlanır. Bundan 1000-2500 gr arası temsili bir numune alınır. Bu numunenin segragasyona uğramamış olmasına dikkat edilmelidir. Numune filtre kağıdı ile birlikte dağıtılır. Bundan sonra çanağın kapağı, filtre kağıdının üzerine konup kapatılır. Yan tarafındaki mandallar ile sıkıştırılır. Santrifüj aletinin üstünden etilen dökülür bu işlem üç defa tekrarlanır. Bundan sonra santrifüjün kapağı açılır. Çanak içindeki numune filtre kağıdıyla beraber 110 °C lik etüve konur. Soğuduktan sonra çanak, içindeki bitümü alınmış numune ve filtre kağıdı ile birlikte tartılır. İlk ve son ağırlıklar arasındaki fark karışımdaki bitüm miktarını verir

[18]. Çalışmaya konu olan kesimdeki asfalt uygulamalarına ait deneylerden bitüm yüzdesi tayinine ait bir örnek f0y Ek-2'de verilmiştir.

2.3.2.2 Marshall deneyi

Marshall deneyi hazırlanan dizaynın uygunluğunun tespiti için yapılır. Bu deney için alınan sıcak karışımından 6 adet 1150 gr malzeme alınır. Kaba malzemenin (1 ½ inç'lik malzeme) alınmamasına dikkat edilir. Daha sonra bunlar 135 °C etüvde 2-3 saat bekletilir. Sonra numuneler yağlanan kaplara konur. Kaba konuş sırasında kaba-ince-kabadır. Kalıplar daha sonra Marshall tokmağına yerleştirilir ve her bir yüze 75 vuruş yapılır. Daha sonra numuneler çıkarılır ve bir gün bekletilir [18]. Bu deneye ait örnek bir uygulama Ek-2'de verilmiştir

2.3.2.3 Penetrasyon deneyi

Bitümlü malzemelerin kıvamlılığı penetrasyon deneyi ile tayin edilir. Penetrasyon; standart bir iğnenin belirli bir yük altında, belirli bir süre içinde, belli sıcaklıktaki bağlayıcıya dikey doğrultuda batma uzunluğudur. Bu deneye örnek Ek-2'de verilmiştir. Penetrasyon için alınacak numune yumuşama noktası sıcaklığını geçmeyecek kadar ısıtılır. İçerisinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde penetrasyon kabına konur ve soğuması için 60-90 dakika oda sıcaklığında bekletilir. Daha sonra yine 60-90 dakika kadar 25 °C suda bekletilir ve deneye tabi tutulur [19] (Fotoğraf 2.7).

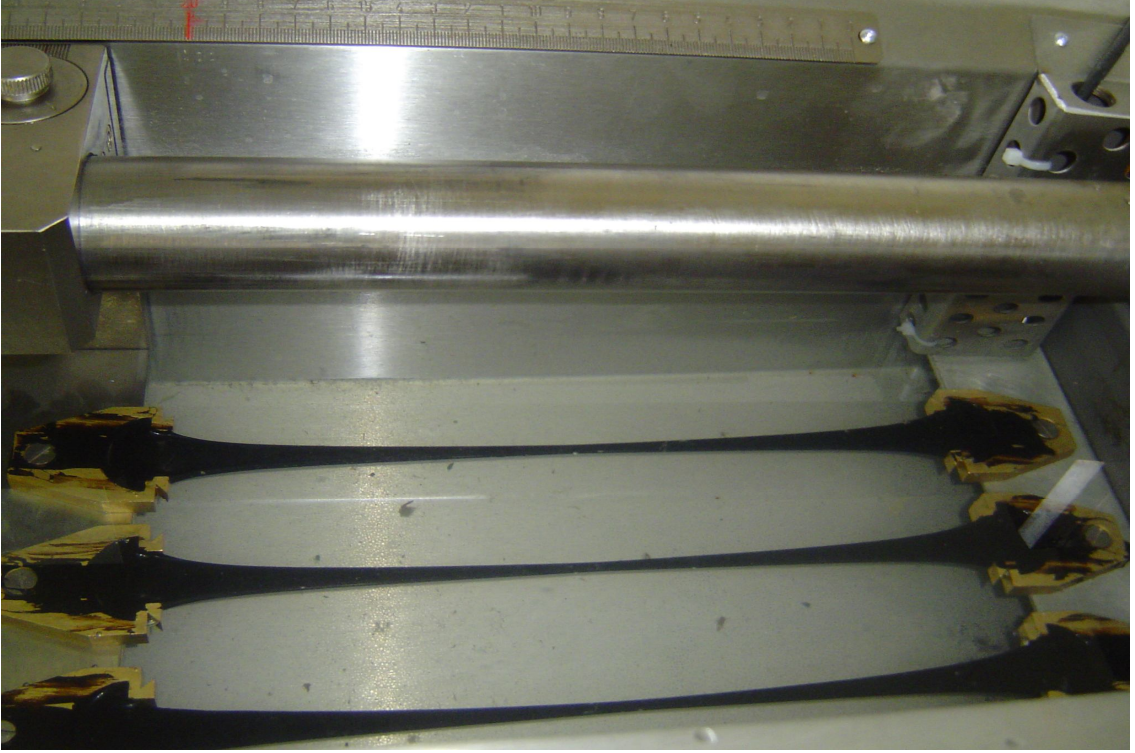


Fotoğraf 2.7 Penetrasyon deneyinin yapılışından görünüm

2.3.2.4 Düktilite deneyi

Düktilite deneyi bitümlü bağlayıcıların, uzama kabiliyetini göstermektedir. Bitümlü bir malzemenin düktilitesi; standart bir kalıpta hazırlanmış bir bitüm numunesinin her iki ucundan çekilerek uzatılması sonucunda koptuğu andaki mesafenin cm cinsinden ifadesidir.

Düktilite için alınan bitüm akıcı hale gelene kadar ısıtılır ve düktilite kabına dökülür daha sonra oda sıcaklığında 30-40 dakika bekletilir. Soğuyan numune 25 santigrat derecelik su banyosuna konur ve 30 dakika bekletilir. Numune soğuduktan sonra su banyosundan çıkarılır ve ısıtılmış bir spatula yardımı ile kalıptaki fazla bitüm kesilir yüzey düzeltilir, daha sonra tekrar numune su banyosuna atılır ve 90 dakika beklenir. Su banyosundan çıkarılan numune düktilite kalıplarından çıkarılır ve düktilite cühazına yerleştirilir. Numune 5 cm/dakikalık bir hızla kopuncaya kadar çekilir. Koptuğu değere göre yorum yapılmaktadır [19] (Fotoğraf 2.8). Düktilite deneyinin uygulamasına yönelik örnek bir uygulama Ek-2’de verilmiştir.

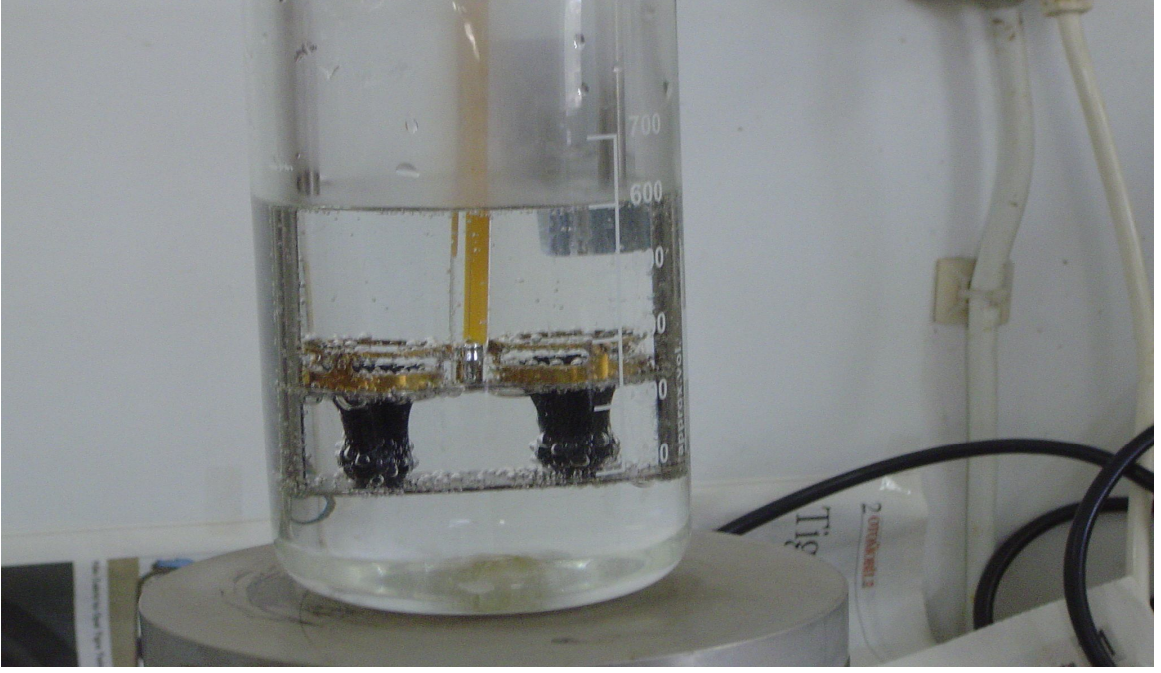


Fotoğraf 2.8 Düktilite deneyinin yapılışından bir görünüm

2.3.2.5 Yumuşama noktası deneyi

Bitümlü malzemelerin sıcaklık karşısındaki davranışları farklılıklar göstermektedir. Bütün bitümlü malzemelerin yumuşamaları belli bir sıcaklıkta gerçekleşmez. Normal bitüm için (B50-70 bitüm) yumuşama noktası 46-54santigrat derece, modifiye bitüm için yumuşama noktası ise 60-70 °C dir [19].

Yumuşama noktası tayini için alınan bitüm yüzük şeklindeki küçük kaba konur ve 1 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilir. Daha sonra spatula ısıtılarak yüzeyindeki fazlalıklar alınır, pürüzsüz hale getirilir. Numune 5 °C lik saf suda 15 dakika bekletildikten sonra, su dolu beher içine konur. Numunenin üstüne bilyeler yerleştirilir ve içine termometrede konulduktan sonra elektronik bir ısıtıcıyla ilk 3 dakikadan sonra bir dakikada 5 °C artacak şekilde ısıtılır. Bitüm bilyelerin ağırlığıyla düşünce, düştüğü sıcaklık kaydedilir [19] (Fotoğraf 2.9). Bu deneyin uygulamasına yönelik çalışmalardan derlenen örnek bir uygulamaya ait veriler Ek-2’de verilmiştir.



Fotoğraf 2.9 Yumuşama noktası deneyinin yapılışından bir görünüm

BÖLÜM 3

3 BULGULAR

3.1 Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı; Bursa ilinin batısında, kuzeyde Nilüfer Çayı, güneyde Bursa-Balıkesir karayolu, batıda Kaldırımcık Deresi ve doğuda Görükle ilçesi arasında yer alan, yumuşak morfolojiye sahip bir alandır (Fotoğraf 3.1).

İnceleme alanının yer aldığı Bursa yöresi Türkiye'nin tektonik birliklerinden olan Sakarya kıtasının Batı Anadolu'ya ait bölümünün kuzeyindedir. Bursa ve çevresinin özelliklerini belirleyen en önemli jeolojik birim Karakaya kompleksidir. Uludağ Masifi Karakaya kompleksi içinde açılan bir tektonik pencere olarak yer alır [20]

Bölgedeki en yaşlı formasyon Paleozoyik yaşlı şistler, kuvarsitler, mermerler ve kristalize kireçtaşlarıdır. Bu formasyonlar ovanın kuzey, güney ve doğusunda yer almaktadır. Bu birimler üzerinde Jura ve Kretase yaşlı kireçtaşı ile filiş formasyonları yer almaktadır. Bunların üzerinde Neojen yaşlı formasyonlar yerleşmiştir. Neojen yaşlı formasyonlarda hakim litoloji kiltası ve marn olup aralarında tabakalar halinde konglomera, kumtaşı ve kireçtaşı gözlenmektedir. Ovanın en genç formasyonu ise Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyonlardır. Uludağ Masifin kuzeybatı eteğinde kalan bölge Permian, Mesozoik ve Senozoyik yaşlı kırıntılı sedimanlarla ve fosilli kireçtaşlarıyla kaplıdır [21].

İnceleme alanında tabanda Jura yaşlı kireçtaşları bulunmaktadır. Bu temel üzerine Üst Miyosen yaşlı volkanikler ve Pliyosen yaşlı, kiltası, silttaşı, çamurtaşı, marn ile Kuvaterner yaşlı alüvyondan oluşmaktadır (Şekil 3.1, Şekil 3.2).



Fotoğraf 3.1 İnceleme alanından bir görünüm

3.2 Stratigrafi

İnceleme alanında kaya birimi olarak, İnatlar kireçtaşı (Orta – Üst Jura, Alt Kretase), Mudamköy volkanitleri (Üst Miyosen), Hamamlı Formasyonu (Pliyosen), Alüvyon (Kuvaterner) yer almaktadır.

İnatlar kireçtaşı (Orta - Üst Jura, Alt Kretase) yaklaşık 180 m'lik kalınlığa sahiptir ve taban kayayı oluşturur. Bu birimin üzerine uyumsuz olarak Mudamköy Volkanitleri (Üst Miyosen) gelir ve bu birimin üzerinede 100 m'lik kalınlığa sahip Hamamlı Formasyonu (Pliyosen) uyumsuz olarak gelmektedir. İstifin en üstünde ise Nilüfer Çayı ve derelerin alüvyonları (Kuvaterner) bulunmaktadır.

MESOZOYİK		SENOZOYİK				ÜST SİSTEM
JURA	KRETASE	NEOJEN		PLİYOSEN	KUVATERNER	SİSTEM
ORTA	ÜST	ALT	ÜST MİYOSEN	MUDAMKÖY	HAMAMLI	SERİ
İNATLAR KİREÇTAŞI		VOLKANİTLERİ		FORMASYONU		FORMASYON
180 M.		100 M.		40 M.		KALINLIK
Fosilli Kireçtaşı		Andezit		Kumtaşı, Silttaşı, Çamurtaşı, Marn		LİTOLOJİ
				Kum, Çakıl, Silt, Kil		AÇIKLAMALAR

Şekil 3.2 İnceleme alanının geliştirilmiş stratigrafik kesiti [22] (ölçeksiz)

3.2.1 İnatlar kireçtaşı

İnceleme alanının güneyindeki yamaçlarda yüzeyleyen birim, ismini Bursa H21- d4 paftasında bulunan İnatlar köyünden almaktadır. Üzerindeki Neojen yaşlı çökeller ile uyumsuz olarak örtülen bu birim; orta kalın tabakalanmalı, bol kıvrımlı ve eklemli, genel olarak gri – bej renkli, orta seviyeleri çört ve sileks yumrulu, mideye kabuğu kırılma yüzeyli, bol mikro ve makro fosil içerir.

Birimin Tavanı bir aşınma yüzeyi olduğu için kesin bir kalınlık vermek mümkün değildir. Bunun için birimin yaklaşık kalınlığı 180 m olarak tahmin edilmektedir [22].

Birime, Orta – Üst Jura, Alt Kretase yaşlı ise içerdiği fosillerin (Psoudocyclamina Jacardi, Clypeina Jurrassica, Protopenneroplis striata, ammonit) incelenmesi ve bölgede çalışma yapan diğer araştırmacıların bulguları ile korelasyon yapılarak verilmiştir [23].

3.2.2 Mudamköy volkanitleri

İnceleme alanının kuzeybatı'sında yüzeyleyen bu birim, adını Mudamköy'den alır. Kırmızımsı, pembemsi, kahverengimsi renkli andezit, çok hafif devitrifiye olmuş volkanik cam hamuru içinde yer alan plajiyoklas fenokristalleri, kahverengi öhedral hornblend ve aynı minerallerin hamur maddesi içinde yer alan mikrolit ve mikrokristallerden oluşmuştur. Plajiyoklaslar yer yer zonlu yapı göstermekte, hornblendler de ise kristal kenarları ve dilimler boyunca opaklaşma görülmektedir [23].

Birim, fosilli Pliyosen yaşlı Hamamlı formasyonu çökellerine ait volkaniklerin çakıllarından oluşan konglomeralar ile başlar ve volkanitler onların altında olarak sahada gözlenirler. Bu verilerden hareketle, Mudamköy volkanitlerinin, Pliyosen öncesi yaşlı olduğu ve Miyosenin üst seviyelerini oluşturduğu düşünülmektedir [23].

3.2.3 Hamamlı Formasyonu

İnceleme alanının genelini kaplayan birim adını, Mustafa Kemal Paşa- Bursa karayolu üzerindeki Hamamlı Sırt'ndan almıştır. Miyosen volkanitleri (Mudamköy volkanitleri) üzerinde bir taban konglomerası ile başlayıp, yukarı doğru kumtaşı, kömürlü seviye ve

üzerlerinde kiltası, silttaşı, çamurtaşı, marn, gölssel kireçtaşı araldanması şeklinde devam eder [23].

Birim az veya orta derecede ayrışmış, sarı, kahverengi ve yeşil, sıkça eklemli, orta- ince tabakalı, oldukça heterojen malzeme içeren iyi tutturulmamış, kolayca ayrışan ve dayanımsız özelliktedir. Birimin içindeki yanal ve düşey yönde devamlılığı olmayan tabakalanma düzlemleri arasında tane boyu veya tabaka araldanmaları şeklinde geçişler bulunmaktadır. Tavanı bir aşınma düzlemi olan birimde, belirlenen yaklaşık kalınlık 100 m dir. Ayrıca birimin yaşı Pliyosen olarak kabul edilmektedir [23].

3.2.4 Alüvyon

Bölgedeki tutturulmamış genç oluşumlar; Nilüfer Çayı vadisi, Kaldırımcık Deresi ve Hasanağa Deresi'nin yatakları boyunca önemli kalınlıklara sahiptir. Arazide yapılan derin sondajlara göre birimin kalınlığı 40 m'ye kadar çıkabilmektedir. Birim genellikle katı – çok katı killi siltli zemin özelliğinde olup, yer yer kumlu çakıllı yüzeyler de içermektedir [23].

3.2.5 Depremsellik

Bursa ovası ve yakın civarı sismik yönden aktif bir kuşak içinde bulunmaktadır. Yaklaşık 1500 km uzunluğundaki doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Marmara bölgesinde 3 kola ayrılmaktadır. Kuzey kol olarak bilinen fay hattı Sapanca – İzmit körfezi ve kuzey Marmara Denizi çukurluklarını takip etmektedir. Orta (merkez) kol ise, İznik gölü ve Gemlik körfezinden geçmektedir. Proje alanından geçen Kuzey Anadolu Fayına ait güney segmentler ise Yenişehir – Bursa – Manyas gölü, Gönen güzergahını takip etmektedir [21].

3.2.6 İnceleme alanının depremselliği

Bursa ovasının Batısında yer alan Hamitler Nahiyesinde kurulmuş olan “Hamitler Deprem İstasyonu” İnceleme alanının yakınındadır. Neojen yaşlı genç çökellerin üzerinde bulunan deprem istasyonundan yapılan ölçümler sonucunda Sismik P dalgası hızlarının ortalama 200 – 2500 m/s olduğu bulunmuştur [21].

3.3 Yapısal Jeoloji

3.3.1 Tabakalar

İnceleme alanında egemen kaya topluluğu niteliği taşıyan Jura yaşlı kireçtaşlarının genel eğimi KB ya doğrudur ve eğim açısı değerleri 15 – 33 derece arasında değişir, Neojen yaşlı çökellerde tabakalar yatay veya güneye doğru 10° eğim ile gözlenir.

3.3.2 Kıvrımlar

Arazide yapılan incelemelerde büyük ölçekli kıvrımların varlığına rastlanmamış, fakat mostralarda küçük ölçekli kıvrımlanmalar izlenebilmiştir.

3.3.3 Faylar

İnceleme alanının morfolojisine bakıldığında, Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'nın neden olduğu itmeden meydana gelen ve inceleme alanının içinde olduğu Tüm Batı Anadolu'nun etkilediği kuzey - güney yönlü olarak açılma ve batıya doğru kaçma hareketlerinin etkileri görülebilmektedir.

3.3.4 Jeolojik Evrim

Bölgesel açıdan inceleme alanı aktif bir sismo - tektonik kuşak içinde bulunmakta olup, yapılan tektonik birlik sınıflamalarına göre Bursa ile Marmara Denizi arasındaki dağlık alan İntrapontid kenet zonu olarak tanımlanmıştır. Bölgedeki Paleozoyik temel ve Mesozoyik yaşlı formasyonların tamamı başlıca iki büyük yapısal deformasyon evresine maruz kalmıştır. İlk deformasyon evresinde, Pontidlerle – Orta Sakarya Kitasının Üst Kretase de çarpışması sonucu ve onu izleyen evredeki kuzey- güney yönlü sıkışma rejimi altında kıvrımlı, bindirmeli ve yer yer metamorfik özellikteki bir yapısal kuşak oluşturmuştur. İkinci deformasyon evresinde ise, Bursa ovasından geçen Kuzey Anadolu Fayı (Orta – Üst Miyosen)güney kolun ait doğrultu atımlar ve makaslama fayları önemli yatay ve düşey atımlara nende olmuştur. Neojen ise İntrapontid zonunun güney kenarında bulunmakta olup, Kuzey Anadolu Fayı sistemine ait morfolojik çizgisellikler içermektedir. Ayrıca bu birim Bursa ovası alüvyonlarının yan ve alt

temellerini oluşturmaktadır. Tektonik açıdan ileri derecede deformasyonlara maruz kalmamış olan bu genç sedimanlar, Pliyosen sonrası bölgesel yükselimden kaynaklanan eğimli tabakalanma ve küçük ölçekli faylar içermektedir [20].

3.4 Mühendislik Jeolojisi

Bursa – İzmir Otoyolunun km 104+360 ile km 107+060 arasındaki, Y1 yarması (km 107+060 ile km 106+860 arasındaki 82.530 m³'lük malzeme içeren yarma), Y2 yarması (km 106+460 ile km 105+560 arasındaki 1.052.450 m³'lük malzeme içeren yarma) ve Y3 yarmasından (m 105+400 ile km 104+450 arasındaki 1.219.796 m³'lük malzeme içeren yarma) elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda bu üç yarmadan çıkan malzemenin yol dolgularında, dolgu malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

3.4.1 Yüzey jeolojisi

İnceleme alanı içerisinde, siltli-kil, killi-silt ve siltli-kum kombinasyonlarının yanında marnların hakim olduğu silttaş, kiltaş aralanmalarında bölgesel olarak görülmektedir. Genel olarak plastik ve yarı plastik özellikteki sedimenter çökellerin farklı oranda ayrışması sonucunda siltli-kil, killi-silt ve siltli-kum kombinasyonları gözlenmektedir. Yer yer %50'yi aşan oranda kum ölçeğinde malzeme içermektedir. Alttaki ana kayaya bağlı olarak karbonatlı – killi, siltli veya karbonatlı siltli –kil veya kum nitelikleri göstermektedirler.

Çok zayıf kayaç özelliğinde, ancak çok zor olarak tespit edilen tabakalanmalarının varlığı nedeniyle belirgindir. Çimentolu kayaçlardan türeyen kısımları yer yer yüksek dayanımlı malzeme içerse de genel olarak jeoteknik parametreleri zemin özelliği sınırları içinde kalmaktadır. Bölgesel olarak görülen marnların hakim olduğu silttaş, kiltaş aralanmalarında ise kaya kütle özelliklerinin etkilenmesi açısından tabakalanma ve çatlak sistemleri oryantasyonları devamlılık göstermektedir.

3.4.2 Killerin yapısal özellikleri ve sınıflandırılması

Mevcut sınıflandırma sistemlerinde zeminler, mühendislik özellikleri ve davranışlarına göre gruplandırılmıştır. Bu sistemler, çok defa örselenmiş numuneler üzerinde yapılan

deneylemlerle içine gireceği sınıf belli olan zemin hakkında çok değerli bilgiler sağlanmaktadır. Sınıflandırma sistemleri uygulanacağı mühendislik probleminin ihtiyacına göre hazırlandığından birbirinden farklı olmaktadır. Bunlar “ Dane çapı (Üçgen), “Karayolları” ve “Birleşik” zemin sınıflama sistemleridir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Fenni Şartnamesinde bunlardan Karayolları sınıflama sisteminin, A.B.D. Karayolları bürosu tarafından geliştirilmiş olan Casagrande sınıflamasının kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu sınıflamanın yapılabilmesi için zeminin, likit limit (TS 1900, AASHTO T-89), plastisite indeksi (TS 1900, AASHTO T-90) ve dane boyutu dağılımı (TS 1900, AASHTO T-88) özelliklerinden faydalanılması ve yorumlanması gerekir [24].

Geliştirilmiş sistem yedi gruptan meydana gelmiştir (A-1 den A-7 ye kadar alt gruplarla on iki sınıf vardır). Bu çizelge kendisini açıklamaktadır; yalnız grup indisinin izahı gerekir. Bu indis bir zemini kendi grubu içinde alt yapı malzemesi olarak sınıflandırmaya yarar, dolayısıyla,zemini belirli bir gruba yerleştirmek için kullanılmamalıdır. Bu iş elek analizinin sonuçları, likit limit ve plastisite indisleriyle doğrudan doğruya yapılır. Grup indisinin değeri yükseldikçe zeminin kalitesi düşer. Bu indis No.200 elekten geçen malzeme miktarının,likit limitin ve plastisite indisinin fonksiyonudur ve “Şekil 3.3”de verilen abaklar ile hesaplanır. A-4 ten A-7 ye kadar olan gruplardaki zeminlerin sınıflandırılması aşağıda verilmiştir [24].

3.4.2.1 Daneli malzemeler

GRUP A-1 :Bu grubun tipik malzemesi taş parçaları veya çakıl, kaba kum, ince kum ve plastik olmayan veya zayıf plastisiteli bir toprak bağlayıcıdan meydana gelen iyi derecelenmiş karışımdır. Gruba aynı zamanda, taş parçaları, çakıl, kaba kum, volkanik curuf gibi malzeme de dahildir.

ALT GRUP A-1-a : İçinde iyi derecelenmiş ince malzeme bulunan veya bulunmayan, taş parçaları veya çakılların hakim olduğu malzemeyi içine alır.

ALT GRUP A-1-b : İçinde iyi derecelenmiş toprak bağlayıcı bulunan veya bulunmayan kaba kumların hakim olduğu malzemeyi kapsar.

GRUP A-3 Bu grubun tipik malzemesi, içinde siltli veya killi taneler bulunmayan, yahut plastik olmayan çok az silt te sahip plaj kumu veya çöl kumudur. Aynı grupta akarsu birikintisi olan kötü derecelenmiş ince kum ve az miktarda kaba kum ve çakıl karışımları da vardır.

GRUP A-2: Bu grup çok değişik daneli malzemeleri içine almaktadır. Bu daneli malzemeler, A-1 ve A-3 gruplarına giren malzeme ile A-4, A-5, A-6 ve A-7 gruplarına giren silt –kil malzeme arasındaki sınıf malzemelerdir. No.200 elekten % 35 veya daha az geçen ve içindeki ince malzeme veya plastisiteleri veya her ikisi A-1 veya A-3 sınıflarına dahil edilmeyen bütün malzeme bu gruba dahildir.

ALT GRUP A-2-4 ve a-2-5: Alt gruplarına dahil daneli malzemelerin %35 veya azı No.200 elekten geçer ve No. 40 elekten geçen kısım ise A-4 veya A-5 gruplarının karakteristiklerine sahiptir. Bu gruplar, A-1 grubu için fazla olan yüzdelerde silt ve plastisite indislerine sahip olan çakıl ve kaba kum gibi malzeme ile, içindeki plastik olmayan silt miktarı A-3 grubu için fazla olan ince kumları kapsar.

ALT GRUP A-2-6 ve A-2-7. Alt grupları, A-2-4 ve A-2-5 alt gruplarındaki malzemeye benzer malzemeyi içlerine almakla beraber aralarındaki fark bunların ince kısımları A-6 ve A-7 gruplarına dahil killerin karakteristiklerine sahip olmalarıdır. %10'u aşan plastisite indisi ile No.200 elekten geçen malzemenin %5'den fazla olması hallerinin birleşik takribi etkisi grup indisi değerlerinin 0 ile 4 arasında belirmesine sebep olur.

3.4.2.2 Siltli- killi malzemeler

GRUP A-4: Bu grubun tipik malzemesi plastik olmayan veya orta plastik genelde No.200 eleğinden geçen kısmı % 75 veya fazla olan siltli zemindir. Bu grup ayrıca ince siltli zemin ve No.200 eleği üzerinde kalan kısmı % 64 kadar çıkan kum ve çakıl karışımları da içine almaktadır. Grup indisi değerleri 1 ile 12 arasında olup kaba malzeme yüzdesinin artması grup indisini düşürür.

GRUP A-5: Bu grubun tipik malzemesi A-4'ün grubunda tanımlanan malzemeye benzemekle beraber daha çok mika ve diyatumlu karaktere sahip olmaları ve yüksek likit limitin gösterdiği fazla elastisite yönünden A-4 grubundan ayrılır. Grup indisi

değerleri 1 ile 12 arasında olup artan değerler yükselen likit limit değerleri azalan kaba malzemenin yüzdesinin birleşik etkisini göstermektedir.

GRUP A-6: Bu grubun tipik malzemesi % 75 veya daha fazlası No.200 eleğinden geçen plastik kil zemindir. Bu grup ayrıca ince killi zemin ve No.200 eleği üzerinde kalan kısmı % 64'e kadar çıkan kum ve çakıl karışımlarını da içine almaktadır. Bu gruptaki zeminler kuru ve yaş halleri arasında genellikle yüksek hacim değişimleri gösterirler. Grup indisi değerleri 1 ile 16 arasında olup, artan değerler yükselen plastisite indisleri ile azalan kaba malzeme yüzdelерinin birleşik etkisini gösterir.

GRUP A-7: Bu grubun tipik malzemesi, A-6 grubunda tanımlanan malzemeye benzer. Aradaki farklardan biri bunların A-5 grubunun yüksek likit limit karakteristiklerine sahip olması, diğeri de fazla hacim değişimleri göstermesiyle birlikte elastik özelliklere sahip olmasıdır. Grup indisi değerleri 1 ile 20 arasında olup, artan değerler yükselen likit limitler, artan plastisite indisleri ve azalan kaba malzeme yüzdelерinin birleşik etkisini yansıtır.

ALT GRUP A-7-5: Alt grubu likit limitine nazaran orta plastisite indislerine sahip olan ve hem çok elastik olabilen hem de yüksek hacimsel değişmeye maruz kalabilen zeminleri içine alır.

ALT GRUP A-7-6. Alt grubu likit limitlerine nazaran yüksek plastisite indislerine sahip ve çok yüksek hacimsel değişmelere maruz kalan zeminleri kapsar [24].

Grup indisi bulmak için gerekli formül,

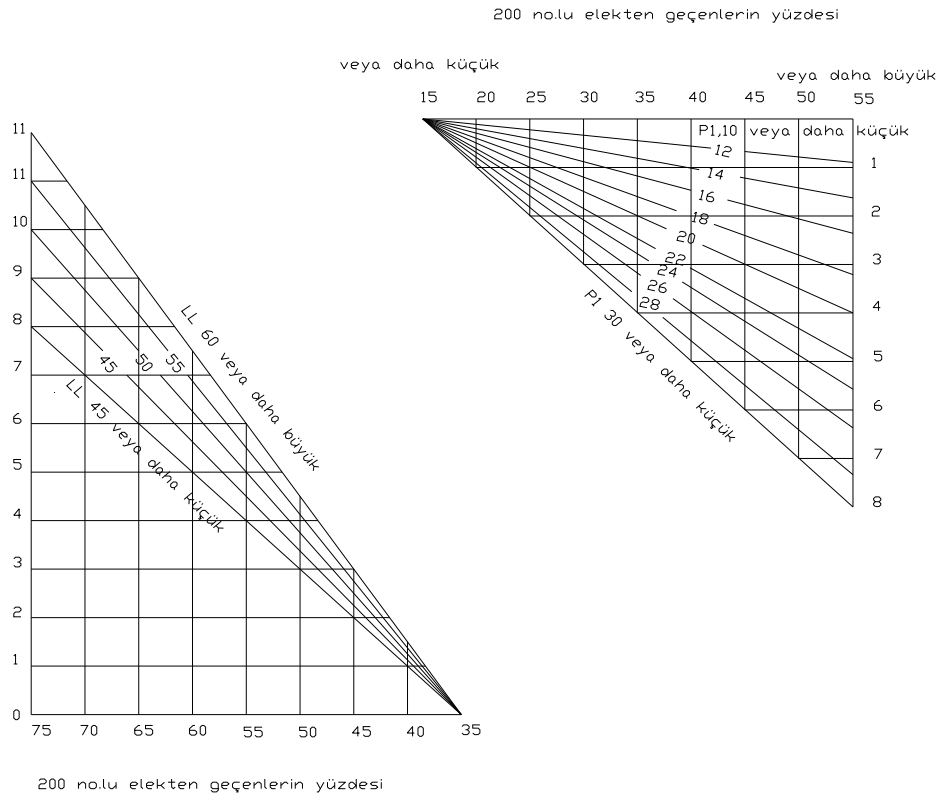
$$\text{Grup indeksi} = 0,2 a + 0,005 ac + 0,01 bd$$

a = No.200 eleğinden geçen kısmın 35'ten fazla olan ve 75'i geçmeyen kısmı. Pozitif bir tam sayı olarak ifade edilmek üzere (0 ile 40)

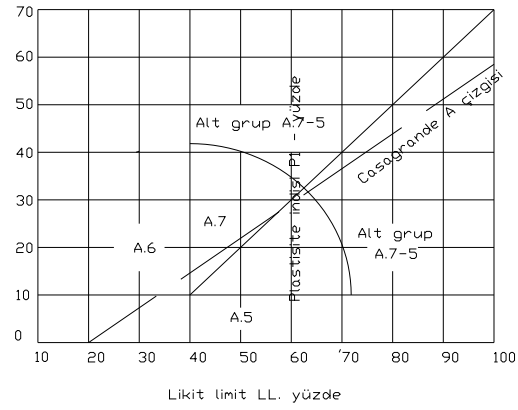
b = No.200 eleğinden geçen kısmın 15'den fazla olan ve 55'i geçmeyen kısmı. Pozitif ve tam sayı olarak (0 ile 30)

c = likit limit değerinin 40'dan fazla olan ve 60'ı geçmiyen kısmı. Pozitif ve tam sayı olarak (0 ile 20)

d = plastisite indisi değeri 10'dan büyük olan ve 30'u geçmeyen kısmı. Pozitif ve tam sayı olarak (0 ile 20)



Grup indisi = İki diyagramdan okunan ordinatların toplamı



Silt - Kil zeminler için likit limit ve plastisite indisi sınırları

Şekil 3.3 A-4 den A-7 ye kadar olan gruplardaki zeminlerin sınıflaması için gerekli diyagramlar [24]

3.4.3 Hidrojeoloji

İnceleme alanı içerisindeki en önemli akarsu doğu- batı uzanımlı Nilüfer Çayıdır. Ayrıca Nilüfer Çayına mevsimsel su taşıyarak besleyen güney-kuzey yönelimli Kaldırımcık Deresi ve Hasanağa Deresi’de bulunmaktadır.

Nilüfer Çayı’nın yıllık ortalama akışı, Doğancık Barajı aks yerinde 164,75 x 106 m³/yıl, günlük 451,37 m³/gün ve saatlik ortalama akışı ise 18,81 m³/saattir. Ayrıca Nilüfer Barajı aksında 1969-92 yılları arasındaki akım gözlemlerine göre yıllık ortalama akım 93,37 hm³ olarak bulunmuştur [1].

İnceleme alanında yapılan derin sondaj kuyularında, kum, siltli kil-kil-çakıllı kum mercekleri içeren bu birimdeki yeraltı su verimi 1-3,5 lt/sn arasındadır. Pliyosen yaşlı kilitaşı – marn, silttaşı - kumtaşı aralanmalarından oluşan litolojik birimler ise düşük su taşıma kapasitesine sahip olup, geçirimli ve çatlaklı seviyeler boyunca pek çok asılı su seviyesi içermektedir.

İnceleme alanının hidrojeolojik etüdünde zemin sondajlarından yararlanılmıştır. Bu sondajlar S1, S2, S3, S4 dür. Bu noktalarda teçhiz üstünden ölçülen yeraltı su düzeyi ve topoğrafyadan alınan teçhiz üzeri kuyu kotları (Çizelge 3.1)’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 Sondajlarda ölçülmüş yeraltı su seviyeleri

Kuyu No	Yeraltı su Düzeyi (Statik seviye) m.	Kuyu kotu m.	Yeraltı su düzeyi kotu (Denizden yükseklik) m.
S1	1,50	123,40	121,90
S2	4,50	143,50	139,00
S3	13,30	152,30	139,00
S4	0,40	133,35	132,95

BÖLÜM 4

4 SONUÇLAR

Proje içerisindeki Y1, Y2 ve Y3 yarmalarının her birinden 5'er olmak üzere toplam 15 numune alınmıştır. Bu numunelerden yapılan deneylerden elde edilen verilerin Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Fenni Şartnamesi 14. Kısım dolgu malzemesi kriterlerine göre değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler aşağıdaki sunulmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Y1, Y2 ve Y3 yarmalarından alınan örneklerin dolguda kullanılabilirliği

Yarma No	Numune No	Alındığı yer		Numunenin Dolguda Kullanılabilirliği				
		Km	Derinlik	LL	PI	Kullanılabilirlik	Standart Proktor / Opt. Su içeriği	Kullanılabilirlik
Y1	N1	106+950	7,5 m	76	53	-	1.297/28,6	-
Y1	N2	106+980	7,5 m	53	25	+	1.395/25,3	-
Y1	N3	107+000	8,0 m	77	43	-	1.381/27,6	-
Y1	N4	107+000	5,0 m	52	26	+	1.366/27,9	-
Y1	N5	107+000	7,5 m	35	17	+	1.395/26,3	-
Y2	N6	105+983	10 m	67	43	-	1.474/27,0	+
Y2	N7	106+154	10 m	58	23	+	1.339/34,9	-
Y2	N8	106+229	10 m	58	29	+	1.438/29,0	-
Y2	N9	106+270	10 m	64	21	+	1.200/42,2	-
Y2	N10	106+410	10 m	62	36	+	1.400/30,0	-
Y3	N11	105+020	7,0 m	41	17	+	1.446/23,9	-
Y3	N12	105+135	6,0 m	40	15	+	1,606/16,0	+
Y3	N13	104+880	6,0 m	56	22	+	1.398/26,5	-
Y3	N14	104+840	7,0 m	44	21	+	1.345/27,9	-
Y3	N15	104+770	6,5 m	40	12	+	1.475/25,3	+

Karayolları Fenni Şartnamesi 14. Kısım dolgu malzemesi kriterlerine göre standart proktor değeri $1,450 \text{ gr/cm}^3$ den büyük, plastisite indeksi % 40 tan küçük ve likit limit değeri % 70 den küçük olması gerekmektedir.

İnceleme alanındaki Y1 yarması kıltaşı ve silttaşından meydana gelmiştir. Y2 yarması bölgesel marnla ve silttaşı - kıltaşı tabakalarından oluşmaktadır. Y3 yarması ise marn, silttaşı, kıltaşı ve kumtaşı ardalanması gösterir.

İnceleme alanındaki yarmalardan alınan örneklerin laboratuvarında yapılan deney sonuçlarına göre Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Fenni Şartnamesi, 14. Kısım dolgu malzemesi kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonunda: N1 ve N3 örneklerinin likit limit değeri, N1, N3 ve N6 örneklerinin plastik limit değeri ve N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10, N13, N14 örneklerinin maksimum kuru birim hacim ağırlığı değeri kullanılabilirlik sınırı dışında kalmaktadır.

Karayolları Genel Müdürlüğüne gönderilen N6, N7, N8, N9, N10 numuneleri için yapılan değerlendirmede Karayolları 14. Bölge Müdürlüğü'nün 668-13793 sayılı yazısı ile İstanbul-Bursa-Balıkesir-İzmir Otoyolu Yalova Ayrımı Karacabey Köprülü Kavşağı Batı kesimi yapımı işinde Km 105+625-106+450 arasında yer alan marn özellikli yarma malzemesinin dolguda kullanılabilme şekli ve şartı ile ilgili bilgi istenmiştir. Söz konusu yarmadan alınmış numunelere uygulanan deney sonuçlarına göre 1 numaralı malzemenin plastisite indeksi 2,3,4 ve 5 numaralı malzemenin maksimum kuru birim ağırlığının düşük olduğundan Yol Fenni Şartnamesi 14. Kısım dolgu malzemesi kriterine uygun değildir.

Deney sonuçlarından N1, N3 ve N6 örneklerinin alındığı malzemenin dışında kalan bölgelerdeki malzemenin likit limit ve plastik limit değerlerinin dolguda kullanılabilirlik sınırları içerisinde olduğu görülmektedir. Birim hacim ağırlıklarına bakıldığında ise kullanılabilirlik sınırları dışında kalındığı görülmektedir, fakat birim hacim ağırlık pası atığı gibi katı partiküller eklenerek yoğunluğunun arttırılabilmesi durumunda likit limit ve plastik limitin elverişli olduğu yerlerde büyük ölçüde dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. Yapılan ayrıntılı mühendislik jeolojisi çalışmasından, birim hacim ağırlığının arttırılabilmesi durumunda kullanıma elverişsiz malzemenin kalınlığının az olduğu ve yarmalardan çıkan malzemenin büyük bir bölümünün dolguda kullanılabilir olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Altınışık, F., Doğancık ve Nilüfer Barajları arasındaki Bursa-Nilifer Çayı kesiminde su kayaç ilişkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1999.
- [2] Özkoçak, O., Etude geologique du Massif ultrabasique d' Orhaneli et de sa proche bordure (Bursa-Turquie) Tez, univ. De Paris, 181. 1969
- [3] Altınlı, E., Bilecik Jurassic (Turkey). 50th Anniv. of Turkish Republic, Congress of Earth Sciences, Ankara, 1973.
- [4] Yılmaz, Y., Sakarya kıtası güney kenarının tektonik evrimi. İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi, 1, 33-52, 1981.
- [5] Bingöl, E., Batı Anadolu'nun jeotektonik evrimi, MTA Dergisi, 86, 14-34, 1976.
- [6] Gözler, Z. Orta Sakarya güneyi ile Uludağ ve güneyinin jeolojik sorunları ve kompilasyon projesi: MTA Rap. Ankara, 1984.
- [7] Okay, A.I., Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar, Ketin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, February 1984, 83-92, Ankara, 1984.
- [8] Genç, Ş., Uludağ- İznik Gölü arasının jeolojisi: MTA Raporu, Derleme No: 7853, 1986.
- [9] Okay, İ. A., Çan-Yenice-Biga arasının jeolojisi ve tektoniği, TPAO Arama Grubu Rapor No: 2544, 1988.
- [10] Altner, D.; Koçyiğit, A., Farinacci, A., Nicosia, U. ve Conti, M. A., Jurassic-Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeographic evolution of the southern part of North Western Anatolia (Turkey), Geology and paleontology of Western Pontids, Jurassic-Early Cretaceous stratigraphy, tectonics and paleogeographic evolution: by

(Anna Farinacci. Derek V. Ager, Umberto Nicosia, Geology Romana, 28, 13-80, Roma, 1991.

[11] Okay, A. İ., Siyako, M. ve Burkan, K. A., Biga Yarımadasının Jeolojisi ve Tektonik Evrimi TPJD Bülteni, C. 2/1, 83-121. 1990.

[12] Genç, Ş., İznik-İnegöl (Bursa) arasındaki tektonik birliklerin jeolojik ve petrolojik incelenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1993.

[13] Demirel, Z., Aray, S., Kadioğlu, M., Orhan, F. ve Alp, A., Toprak ve stabilizasyon laboratuvarı el kitabı, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Üstyapı Şubesi Müdürlüğü, Ankara, 1999.

[14] Aksoy, S., Etkesen, Z. ve Müftüoğlu, E., Zemin mekaniği karayolları temel kurs notları, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Üstyapı Şubesi Müdürlüğü, Ankara, 2000.

[15] Kgm (Karayolları Genel Müdürlüğü), Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1984

[16] Ilıcalı, M., (Ed.) Asfalt ve Uygulamaları, İsfalt Genel Müdürlüğü Yayını, İstanbul, 2001.

[17] Umar, F. ve Ağar, E., Yol Üstyapısı, İ.T.Ü., İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1991.

[18] Önal, M. ve Kahramangil, M., Bitümlü Karışımlar Laboratuar El Kitabı, T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1993.

[19] Keçeciler, A.F. ve Gümrükçüoğlu, A., Bitümlü Malzemeler Laboratuar El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 1988.

[20] Ketin, İ., Türkiye Jeolojisine Genel Bakış, İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul, 1983.

[21] Polat, O.D., Bursa ve çevresindeki küçük depremlerin ivme katsayılarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.

[22] Gözler, M.D., Akçaören, F., Selçuk, H., Cevher, F., Genç, Ş. ve Karaman, T., Mudanya- Zeytinbağı (Bursa) dolayının jeolojisi, M.T.A. raporu, 1991

[23] Yalçinkaya, S. ve Afşar, Ö.P., Mustafakemalpaşa (Bursa) ve dolayının jeolojisi, M.T.A. raporu, 1980.

[24] Kumbasar, V., Kip F. ve Önalp, A., Yol Mühendisleri için Zemin Mekaniği, İ.T.Ü. Matbaası, 1970

EK-1

GÜLSAN A.Ş.

**İST.-BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTY.
BURSA ÇEVRE YOLU BATI KESİMİ**

Karayolları Genel Müdürlüğü

**14. Bölge Müdürlüğü
BURSA**

UBM

**ULUSLAR ARASI BİRLEŞMİŞ MÜŞAVİRLER
MÜŞAVİRLİK HİZMETLERİ A.Ş.**

TOPRAK ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

ELEK Top.Kuru Ağırlık :

İnç	mm	Kalan gr.	Top.Kal.gr	% Kalan	% Geçen
3	76,2				
2	50,8				
1 1/2	38,1				
1	25,4				
3 / 4	19,1				
3 / 8	9,5				
No.4	4,76				100,0

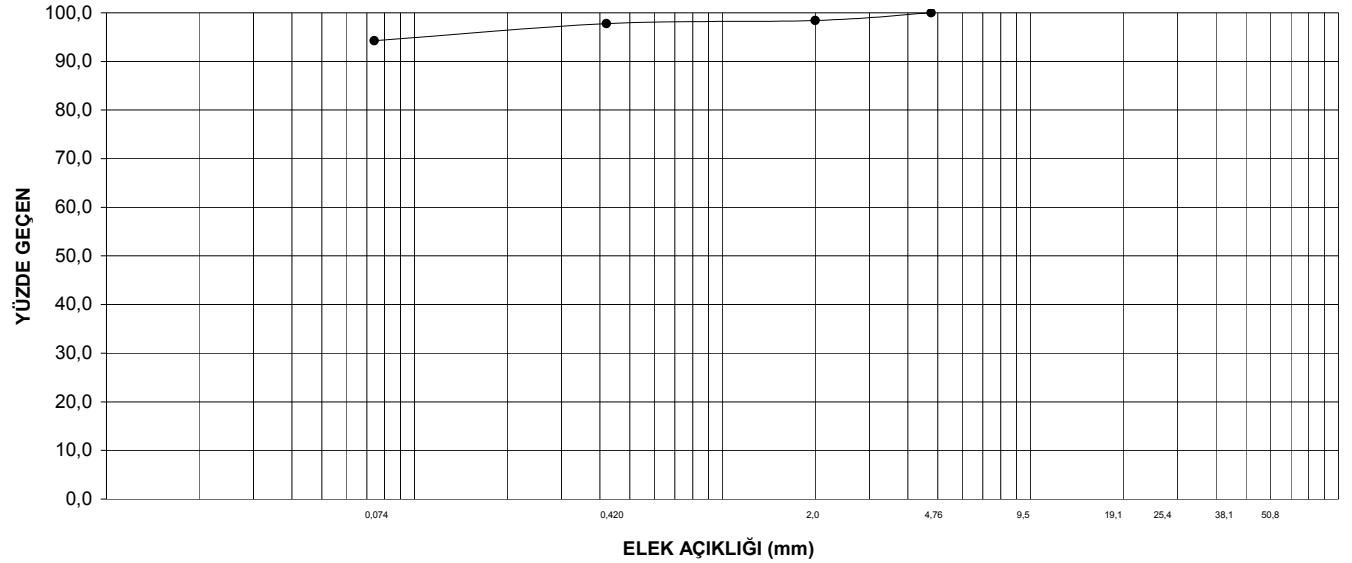
4.76 mm elekten geçen % (B) : 100,0

Yıkınmaya alınan malz. Miktarı (E) : 300 gr

	W	C (W*100)/E	D Cx B/100	B-D
No.10	2,00	4,7	1,6	98,4
No.40	0,42	6,7	2,2	97,8
No.200	0,074	17,2	5,7	94,3

Lab No : 2005/015
Yer : 106+680-107+000 yarması
Derinlik : 4m
Km : 106+880

Tarih : 21.08.2005
Malzeme : Siyahımsı killi Malzeme



Müteahhit

Müşavir

Şeyhmus KILIÇASLAN
Kalite Kontrol Mühendisi

Zeynel Abidin GÜL
Kalite Kontrol Şefi

Leyla ÖZTÜRK GÜL
Laborant

Ömer KOÇAK
Kalite Kontrol Başmühendisi

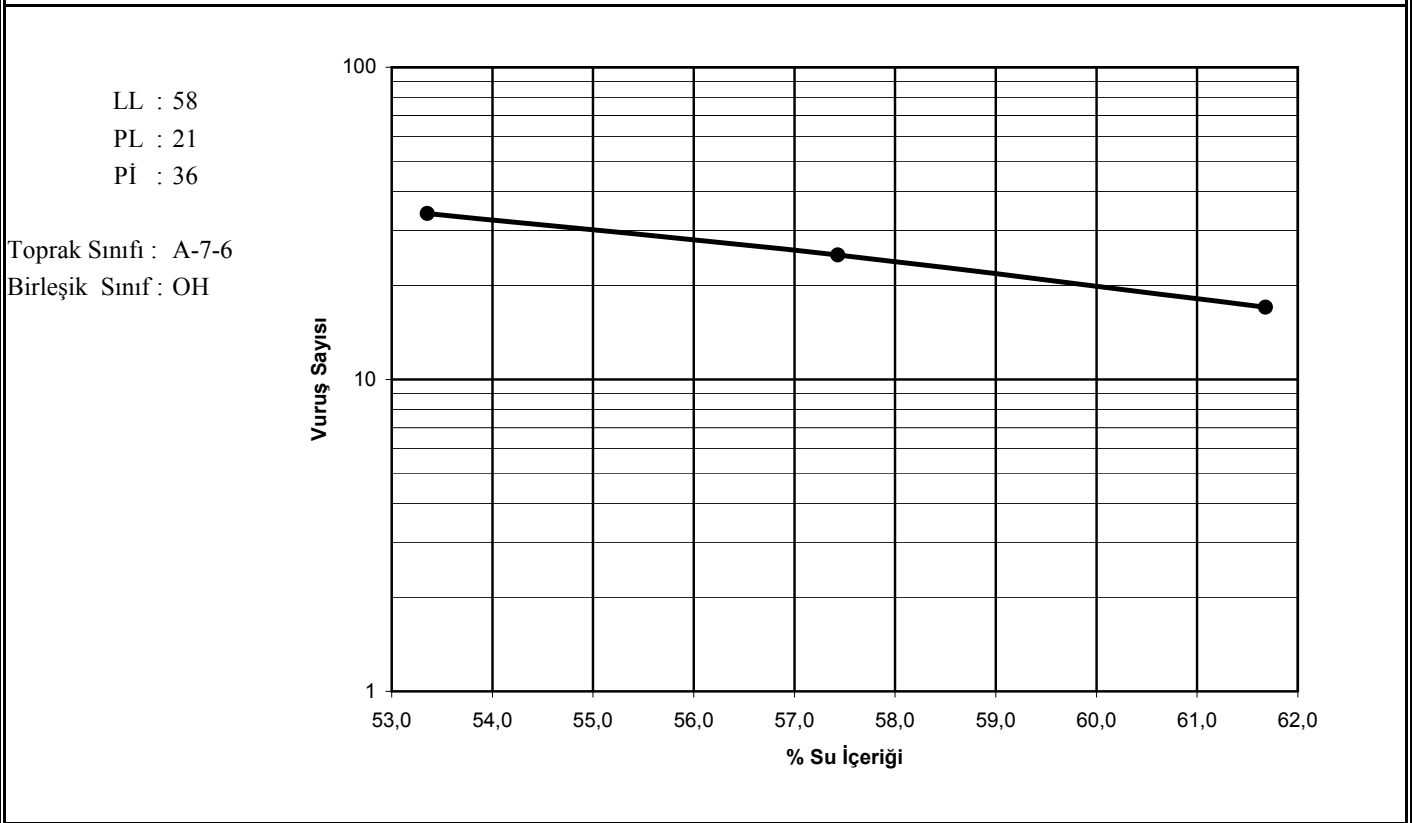
GÜLSAN A.Ş. ST.-BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTY BURSA ÇEVRE YOLU BATI KESİMİ	Karayolları Genel Müd. 14. Bölge Müdürlüğü BURSA	UBM ULUSLARARASI BİRLEŞMİŞ MÜŞAVİRLER MÜŞAVİRLİK HİZMETLERİ A.Ş.
---	---	---

LİKİT LİMİT VE PLASTİK LİMİT DENEY RAPORU

Lab. No : 2005/015
Yer : 106+680-107+000 yarması
Derinlik : 4m
Km : 106+880
Tarih : 21.08.2005
Malzeme : Siyahımsı killi Malzeme

Deney Tipi LL / PL	LL	LL	LL				PL	PL		
Kap No.	11	12	13				14	15		

Vuruş Sayısı		34	25	17						
Kap + Yaş Numune	gr	A	96,0	95,0	91,0			74,0	72,8	
Kap + Kuru Numune	gr	B	78,5	78,0	74,1			66,8	67,0	
Kap Ağırlığı	gr	C	45,7	48,4	46,7			36,5	35,8	
Su (A - B)	gr	D	17,5	17,0	16,9			7,2	5,8	
Kuru Numune (B - C)	gr	E	32,8	29,6	27,4			30,3	31,2	
% Su İçeriği (D/E)x100			53,4	57,4	61,7			23,8	18,6	



Müteahhit		Müşavir	
Şeyhmus KILIÇASLAN Kalite Kontrol Mühendisi	Zeynel Abidin GÜL Kalite Kontrol Şefi	Leyla ÖZTÜRK GÜL Laborant	Ömer KOÇAK Kalite Kontrol Başmüh.

GÜLSAN A.Ş. İST. -BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTY. BURSA ÇEVRE YOLU BATI KESİMİ	Karayolları Genel Müdürlüğü 14. Bölge Müdürlüğü BURSA	UBM ULUSLARARASI BİRLEŞMİŞ MÜŞAVİRLER MÜŞAVİRLİK HİZMETLERİ A.Ş.						
KOMPAKSİYON DENEY RAPORU								
Lab. No : 2005/015	Tarih : 21.08.2005							
Derinlik : 4m	Sıkıştırma Enerjisi : 3x56 STD. PROK.							
Km : 106+880	Kalıp Hacmi : 2124 cm ³							
Malzeme Tanımı : Siyahımsı killi Malzeme								
Yer : 106+680-107+000 yarması								
Kalıp + Yaş Numune Ağırlığı gr	A	9468	9749	9965	9988	10040		
Kalıp Ağırlığı gr	B	6310	6310	6310	6310	6310		
Yaş Numune Ağırlığı (A - B) gr	C	3158	3439	3655	3678	3730		
Yaş Kesafet (C/ Kalıp Hacmi gr/cm ³)	D	1,487	1,619	1,721	1,732	1,756		
Kuru Kesafet (Dx100/(100+k) gr/cm ³)	E	1,302	1,358	1,377	1,324	1,317		
RUTUBET TAYİNİ								
Kap No.								
Kap + Yaş Numune gr	F	878	915	996	1158	900		
Kap + Kuru Numune gr	G	831	848	897	1003	800		
Rutubet (F - G) gr	H	47	67	99	155	100		
Kap Ağırlığı gr	I	500	500	500	500	500		
Kuru Numune (G - I) gr	J	331	348	397	503	300		
% Rutubet (H / J x 100) gr	K	14,2	19,3	24,9	30,8	33,3		
Maksimum Kesafet : 1,381 gr/cm ³					Optimum Rutubet : 23,3 %			
Müteahhit					Müşavir			
Şeyhmus KILIÇASLAN Kalite Kontrol Mühendisi		Zeynel Abidin GÜL Kalite Kontrol Şefi			Leyla ÖZTÜRK GÜL Laborant		Ömer KOÇAK Kalite Kontrol Başmüh.	

GÜLSAN A.Ş. İST.-BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTY. BURSA ÇEVRE YOLU BATI KESİMİ	Karayolları Genel Müdürlüğü 14. Bölge Müdürlüğü BURSA	UBM ULUSLARARASI BİRLEŞMİŞ MÜŞAVİRLER MÜŞAVİRLİK HİZMETLERİ A.Ş.
---	--	---

C.B.R. DENEY RAPORU

Lab. No	: 2005/015	Tarih	: 21.08.2005
Km	: 106+880	Kalıp	: Q 152 x 127 mm
Raporun ait olduğu yer	: 106+680-107+000 yarması	Tabaka	: 3 X STD. PROC.
Malzeme Tanımı	: Siyahımsı killi Malzeme	Vuruş	: 56
Kuru Birim Ağırlık	: 1,381 (gr/cm ³)		
Su İçeriği	: 23,3%		

DENEY NO	1	
KALIP NO	6	
KALIP+NUM. AĞIRLIĞI	A	11182
KALIP AĞIRLIĞI	B	7560
KALIP HACMİ (cm ³)	C	2124
YAŞ NUMUNE (A-B)	D	3622
YAŞ BİRİM AĞIRLIĞI (D/C)	E	1,705
KURU BİRİM AĞIRLIĞI (E*100/(100+W))		1,377

SU İÇERİĞİ

KAP NO	1	
KAP+ YAŞ NUMUNE	A	1777
KAP+KURU NUMUNE	B	1530
SU (gr) (A-B)	C	247
KAP AĞIRLIĞI	D	494
KURU NUMUNE (B-D)	E	1036
SU İÇERİĞİ (C*100/E)		23,8

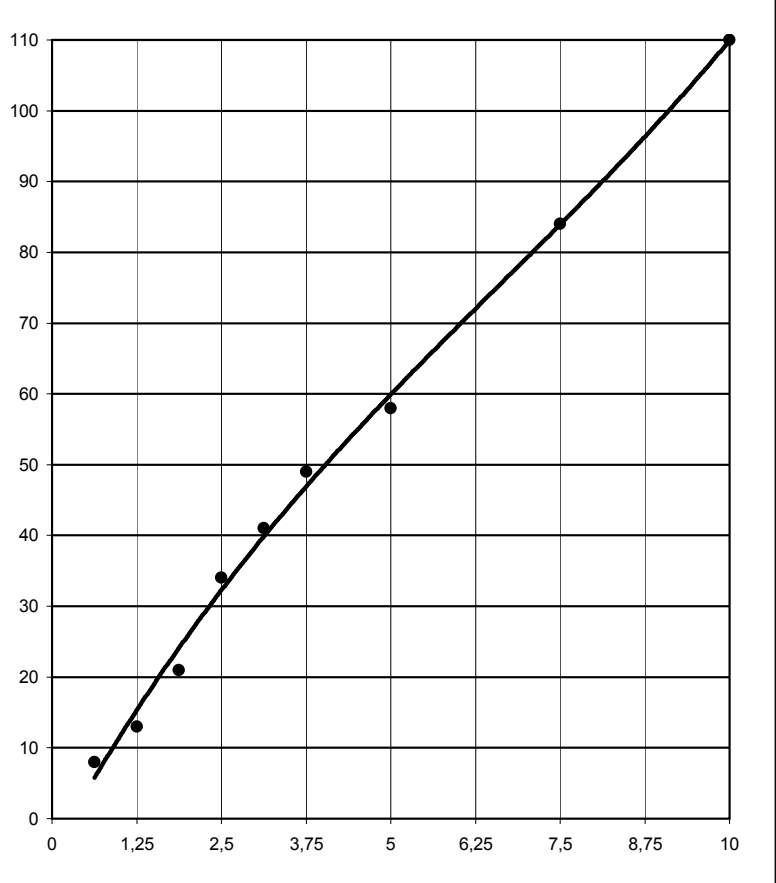
ŞİŞME ÖLÇMELERİ

Tarih ve Saat	Süre(h)	Şişme mm.
21.08.2005	0	0
	24	
	48	
	72	
25.08.2005	96	210

YÜKLEME / PENETRASYON

Deney No	1	2			
Kür	Gün - S / U	Gün - S / U			
Sürsaj (Kg)					
Std. Yük (kgf)	Penet inç/mm	Okuma	Yük kg	Okuma	Yük kg
	0.025 / 0.625	4	8		
860	0.050 / 1.250	7	13		
	0.075 / 1.875	11	21		
1360	0.100 / 2.500	17	34		
	0.125 / 3.125	21	41		
	0.150 / 3.750	25	49		
2040	0.200 / 5.000	29	58		
2585	0.300 / 7.500	42	84		
3130	0.400 / 10.00	55	110		

S.İslatılmış U.İslatılmamış



Düzeltilmiş Yükler ve CBR Hesabı

Deney No	1	2	
Penetrasyon mm	2,5	5	
Std. Yük	kgf	1360	2040
Düz. Yük	kgf	34,0	58,0
CBR	2.50 / 5.00 mm %		
	Maks. - Max.	2,5	2,8

CBR değeri : 2,8

Şişme % s : 4,6

Müteahhit		Müşavir	
Şeymus KILIÇASLAN Kalite Kontrol Mühendisi	Zeynel Abidin GÜL Kalite Kontrol Şefi	Leyla ÖZTÜRK GÜL Laborant	Ömer KOÇAK Kalite Kontrol Başmühendisi

GÜLSAN A.Ş.İST.-BURSA-BALIKESİR-İZMİR OTY.
BURSA ÇEVRE YOLU BATI KESİMİ**KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**14. BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ
BURSA**UBM**ULUSLARARASI BİRLEŞMİŞ MÜŞAVİRLER
MÜŞAVİRLİK HİZMETLERİ A.Ş.**MARSHALL METODUYLA SIKIŞTIRILAN GÜNLÜK SICAK KARIŞIM VERİLERİ
(BİNDER)**

Lab.No : 2005/10 Gef : 2,707
Serim Tarihi: 16.07.2005 I. Asfalt Özgül Ağırlık : 1,026 (Gac)
Tarih : 17.07.2005 II. Agrega Hacim Özgül Ağ. : 2,687 (Gag)
Yer : Otoyol Gövde (sol taşıma) III. Absorbe Asfalt Yüzdesi : 0,28 Kg/100 KgAgr.
Agrega Oranı : Kaba %: 56,2 İnce %: 39,1 Filler %: 4,7
Darbe sayısı : 75

Biriket No	Bitüm		Biriket yüksekliği	Havadaki Ağırlık (gr)	Sudaki Ağırlık (gr)	D.Y.K. Ağırlık (gr)	Hacim (cm ³)	Hac.Özg. Ağırlık	Max.Teo. Özg.Ağ.	Boşluk %	VMA %	Asf.Dolu Boşluk %	Akma (mm)	Stabilite (kg)	Düzeltilme Faktörü	Düzeltilmiş Stabilite
	%e Wa	% Wb														
1	4,18	4,01	60,9	1154,4	684,8	1158,8	474,0	2,435	2,540	4,11	13,0	68,4	3,00	950	1,071	1017
2			61,2	1156,3	677,5	1159,7	482,2	2,398	2,540	5,59	14,3	61,0	3,10	920	1,062	977
3			60,1	1153,6	683,0	1156,7	473,7	2,435	2,540	4,12	13,0	68,3	3,00	980	1,096	1074
4			61,7	1159,3	680,7	1163,1	482,4	2,403	2,540	5,38	14,2	62,0	2,90	970	1,046	1015
5			60,6	1156,4	685,4	1159,3	473,9	2,440	2,540	3,93	12,8	69,4	2,70	900	1,081	973
6			61,5	1158,3	679,4	1162,3	482,9	2,399	2,540	5,56	14,3	61,1	3,10	940	1,053	990
ORTALAMALAR			61,0					2,418	2,540	4,78	13,6	64,8	2,97			1008

ŞARTNAME LİMİTLERİ

4. - ..6

min... 13

60.. - ..75

2.. - ..4

min... 750

DİZAYN SONUÇLARI

Bitüm Özgül Ağırlığı (Gb)	1,026	Kaba Agrega %'desi (K %)	58,0	Kaba Agr. Hac.Özg.Ağr.(Gkh)	2,685
Bitüm Penetrasyonu	69	İnce Agrega %'desi (İ %)	36,7	Kaba Agr. Zahirî.Özg.Ağr.(Gkz)	2,715
Agreganın Bitüm Abs. (Pba)	0,28	Filler %'desi (F %)	5,3	İnce Agr. Hac.Özg.Ağr.(Gih)	2,683
Agr.Kar.Efektif Özg.Ağr. (Gef)	2,707	Agrega Kar.Hac.Özg.Ağr. (Gsb)	2,687	İnce Agr.Zahirî.Özg.Ağr.(Giz)	2,740
Biriktteki Agrega Miktarı (gr)	1150	Agrega Kar.Zahirî.Özg.Ağr. (Gsa)	2,726	Filler Zahirî.Özg.Ağr.(Gf)	2,747

Müteahhit

Servet SEVİK
Laborant

Müşavir

Hüseyin AYAN
Laborant